

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CAMPUS DE AQUIDAUANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

RAFAEL MELCHER

IMPLICAÇÕES DOS ÍNDICES DE ANOMALIAS DE CHUVA NOS FOCOS DE CALOR
NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO NIOAQUE, NO PERÍODO DE 1993 A 2017.

AQUIDAUANA/MS

2019

RAFAEL MELCHER

IMPLICAÇÕES DOS ÍNDICES DE ANOMALIAS DE CHUVA NOS FOCOS DE CALOR
NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO NIOAQUE, NO PERÍODO DE 1993 A 2017.

Dissertação apresentada como exigência do
Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em
Geografia, como exigência para obtenção do
título de Mestre em Geografia, sob orientação do
Prof. Dr. Emerson Figueiredo Leite.

AQUIDAUANA/MS

2019

FOLHA DE APROVAÇÃO

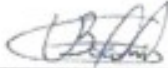
Candidato: **Rafael Melcher**

Dissertação defendida e aprovada em 13 de dezembro de 2019 pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. Emerson Figueiredo Leite (Orientador)

Prof. Dr. André Luiz Pinto (CPTL/UFMS)



Prof. Dr. Vitor Matheus Bacani (CPTL/UFMS)

DEDICATÓRIA

Dedico esta pesquisa a minha família, minha amada esposa Juliana Franco Ferreira Melcher, meus queridos filhos Josef Ferreira Melcher e Miguel Ferreira Melcher, pelo apoio incentivo e paciência, em todas as etapas da construção desta pesquisa. Aos meus Lécia Eny Melcher e Norberto Melcher (Im Memoriam) pelo apoio e dedicação em todas as etapas de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Aquidauana, e ao programa de Pós-Graduação em Geografia pela oportunidade do desenvolvimento desta pesquisa.

Agradeço a todas as pessoas que de alguma forma colaboraram direta ou indiretamente para a realização desta pesquisa. Inicialmente a agradeço a minha família, minha esposa Juliana Franco Ferreira Melcher, meus filhos Josef Ferreira Melcher e Miguel Ferreira Melcher. Aos meus Lécia Eny Melcher e Norberto Melcher (Im Memoriam), e minha tia Olga Sabatovitch.

Agradeço aos meus professores do Programa de Pós-Graduação do Mestrado em Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Aquidauana, em especial àqueles que contribuíram para a minha formação, Profa. Dra. Eva Teixeira dos Santos, Coordenadora do Programa de Pós Graduação, Prof. Dr. Valter Guimarães, Prof. Jaime Ferreira da Silva, Profa. Dra. Vicentina de Assunção, Prof. Dr. Paulo Roberto Joia, Prof. Dr. Vitor Matheus Bacani. A Profa. Me. Camila de Freitas Fernandes pelo aprendizado no estágio-docência. Ao colega e secretário do programa Geovandir André Lordano pelo apoio e disposição a nos atender.

Agradeço em particular meu orientador, Prof. Dr. Emerson Figueiredo Leite, por me ajudar na construção desta pesquisa, pelos conselhos, por me ajudar a ter um outro olhar pela ciência e pela pesquisa.

Agradeço ao Prof. Dr. André Luiz Pinto e Prof. Dr. Vitor Matheus Bacani, pela participação no exame de qualificação e na banca final, agradeço a disposição e as contribuições feitas para a minha pesquisa.

Agradeço a todos os colegas Mestrandos, pelo apoio e companheirismo nesta trajetória sempre trazendo algo novo, acrescentando muito para a nossa formação como pós-graduandos.

RESUMO

A presente pesquisa tem como objetivo as implicações do Índice de anomalias de chuva nos focos de calor na bacia hidrográfica do Rio Nioaque, no Estado de Mato Grosso do Sul, no período de 1993 a 2017. A metodologia aplicada consistiu na análise dos dados pluviométricos pesquisados no site HidroWeb, da Agência Nacional de Águas – ANA, e pelo site da rede de dados do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, utilizando o Índice de Anomalia de Chuva - IAC, desenvolvido por Rooy, (1965), e dados de pontos de calor disponibilizados no site BDQueimadas do Instituto nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. A partir da organização, correção e validação dos dados foi possível definir a amplitude da série histórica, calcular e classificar o IAC. Esta classificação auxiliou na identificação da dinâmica pluviométrica da bacia, bem como a espacialização dos dados possibilitou a caracterização dos períodos úmidos e de seca, de acordo com o índice de anomalia de chuva, bem como a intensidade dos eventos em áreas distintas da bacia. A análise integrada destas variáveis com a ocorrência de pontos de focos de calor e incidência dos fenômenos El Niño e La Niña proporcionou a verificação da maior incidência dos focos, em anos, classificados como úmidos, e em anos com a ocorrência do fenômeno La Niña. Observou-se também que a maior recorrência dos focos de calor se localizam na transição do planalto para a planície pantaneira, divisa entre os municípios de Nioaque e Maracaju.

Palavra-chave: IAC anuais, Focos de Calor; Anomalias Pluviométricas.

ABSTRACT

The present research has as objective the implications of the Rainfall Anomalies Index on the hot spots in the Nioaque River watershed, in the State of Mato Grosso do Sul, from 1993 to 2017. The applied methodology consisted of the analysis of the studied rainfall data. National Water Agency (ANA) HidroWeb website, and the National Meteorological Institute (INMET) data website, using the Rain Anomaly Index - RAI, developed by Rooy, (1965), and data hot spots points available on the BDQueimadas website of the National Institute for Space Research - INPE. From the organization, correction and validation of data it was possible to define the range of the historical series, calculate and classify the IAC. This classification helped in the identification of rainfall of the watershed, as well as the spatialization of data, allowing the characterization of wet and dry moisture, according to the rainfall anomaly index, as well as the intensity of events in different areas of the watershed. An integrated analysis of these variables with occurrence of hot spots points and incidence of El Niño and La Niña phenomena provides a verification of the highest incidence of hot spots points in years, classified as wet and in years with occurrence of La Niña phenomenon. Note also that the highest occurrence of hot spots points is in the transition from the plateau to the marsh plain, divided between the municipalities of Nioaque and Maracaju.

Key-words: Annual IAC, hot spots; Rain Anomalies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque, nos municípios de Nioaque, Maracaju e Anastácio - MS	17
Figura 2 – Proposta de Classificação climática para o estado de Mato Grosso do Sul, apresentada por Zavattini, 2009.....	23
Figura 3 – Localização das estações meteorológicas convencionais do INMET no Mato Grosso do Sul.	40
Figura 4 – Localização das estações meteorológicas automáticas do INMET, no Mato Grosso do Sul.....	41
Figura 5 – Localização das estações pluviométricas da ANA no Mato Grosso do Sul.	43
Figura 6 – Alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque, em segundo plano áreas com relevo acidentado, compreendendo a transição Planalto – Depressão. Em primeiro plano áreas com uso pela pecuária, coberta por pastagem e com pequenas áreas de mata nativa.	49
Figura 7 – Médio curso da bacia em primeiro plano áreas com uso pela pecuária, coberta por pastagem; com relevo acidentado.....	50
Figura 8 – Fluxograma detalhando a metodologia utilizada.	52
Figura 9 – Localização das estações meteorológicas próximas a bacia hidrográfica do rio Nioaque/MS, em 2018.....	55
Figura 10 – Estação Meteorológica automática Estrada MT-738 – instalada próxima a foz do rio Nioaque/MS.	56
Figura 11 – Seleção de amostras do interpolador - Numero de vizinhos por quadrante.....	61
Figura 12 – Teste de Dupla Massa das estações utilizadas na pesquisa.....	67
Figura 13 – Índice anuais de Anomalia de Chuva para as estações Nioaque, Maracaju e Sidrolândia, no período de 1993 a 2017.....	71
Figura 14 – Índice anuais de Anomalia de Chuva para as estações Bonito, Jardim e Fazenda Lageado, no período de 1993 a 2017.....	72
Figura 15 – Índice anuais de Anomalia de Chuva para as estações Estrada-MT738, Miranda e Palmeiras, no período de 1993 a 2017.....	73
Figura 16 – Ocorrência dos fenômenos El Niño e La Niña no período da série histórica.	74
Figura 17 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 1993.	76
Figura 18 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 1994.	76
Figura 19 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 1995.	77
Figura 20 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 1996.	78
Figura 21 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 1997.	79
Figura 22 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 1998.	80
Figura 23 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 1999.	80
Figura 24 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2000.	81
Figura 25 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2001.	82
Figura 26 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2002.	82

[illegible]

Figura 52 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva e Focos de Calor da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2009.....	104
Figura 53 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva e Focos de Calor da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2010.....	104
Figura 54 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva e Focos de Calor da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2011.....	105
Figura 55 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva e Focos de Calor da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2012.....	106
Figura 56 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva e Focos de Calor da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2013.....	106
Figura 57 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva e Focos de Calor da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2014.....	107
Figura 58 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva e Focos de Calor da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2015.....	107
Figura 59 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva e Focos de Calor da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2016.....	109
Figura 60 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva e Focos de Calor da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2017.....	109

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Índices de análise das secas.....	30
Quadro 2 – Classes de intensidade do índice de anomalia de chuva.....	32
Quadro 3 - Classificação de intensidade de Seca do Índice de Porcentagem Normal.	32
Quadro 4 - Classificação do Índice de Seca de Bhalme e Mooley.....	34
Quadro 5 – Lista de estações pluviométricas na bacia Hidrográfica do Rio Nioaque e Circunvizinhanças/MS	53
Quadro 6 – Continuação, Lista de estações pluviométricas na bacia Hidrográfica do Rio Nioaque e Circunvizinhanças/MS	54
Quadro 7 - Sequência de dados das estações pluviométricas na bacia Hidrográfica do Rio Nioaque e Circunvizinhanças/MS.	57
Quadro 8 – Meses com falhas por estação ANA.....	58
Quadro 9 – Continuação, meses com falhas por estação ANA.	59
Quadro 10 – Meses com falhas por estação do INMET.....	59
Quadro 11 - Dados Pluviométricos da Estação Nioaque/MS - ANA – 2155001, no período de 1993 a 2017.	60
Quadro 12 – Classes de intensidade do índice de anomalia de chuva da Bacia hidrográfica do rio Nioaque.	64
Quadro 13 – Médias de precipitação das estações na série histórica de 1993 a 2017.....	69
Quadro 14 – Continuação, Médias de precipitação das estações na série histórica de 1993 a 2017.	69

LISTA DE SIGLAS

Aw - Clima tropical de Savana

Cwa - Clima Subtropical Úmido

Am - Clima Tropical Monçônico

TAC - Tropical Atlântica Continentalizada

TC - Massa Tropical Continental

FPA - Frente Polar Atlântica

PA - Massa Polar Atlântica (PA)

PV/PVC - Massa Polar Modificada, massas polares modificadas ou topicalizadas

EC - Massa Equatorial Continental

TA/TAC - Massa Tropical Atlântica /Tropical Atlântica Continentalizada

Awa - Clima tropical

ZAE-MS - Zoneamento Agroecológico do Mato Grosso do Sul

Cfa - Clima Subtropical

IAC - Índice de Anomalia de Chuva

CEMPEC-MS - Coordenadoria do Centro de monitoramento e tempo e do clima de Mato Grosso do Sul

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

OMM - Organização Mundial de Meteorologia

SAD69 - South American Datum

TMG - Tempo Médio de Greenwich

UTM - Tempo Universal Coordenado (em inglês, UTM - coordinated universal time)

UTM - Universal Transversa de Mercator (Utilizado nos Mapas)

Z - Tempo Zulu

ANA - Agencia Nacional das Águas

ENSO - (El Niño-Southern Oscillation)

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

RAI - Índice de Anomalia de Precipitação (Rainfall Anomaly Index)

IDW – Inverse Distance Weighted ou IDP - Inversa Distância Ponderada

SWSI - Índice de Abastecimento de Água em Superfície

LRDI - Índice de Desvio de Chuva de Lamb

CWSI - Índice de Estresse Hídrico da Cultura

PN - Índice de Porcentagem Normal

SPI - Índice de Precipitação Padronizada

RDI - Índice de Recuperação de Seca

BMDI - Índice de Seca de Bhalme & Mooley

MBMDI - Índice de Seca de Bhalme & Mooley Modificado

EDI - Índice de Seca Efetiva

HSI - Índice de Severidade de Herbst

PDSI - Índice de Severidade de Seca de Palmer

CMI - Índice de Umidade da Cultura

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1. A BACIA HIDROGRÁFICA COMO UNIDADE DE ESTUDO.....	19
2.2. A CLIMATOLOGIA NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL	20
2.3. O CLIMA E AS ATIVIDADES HUMANAS.....	27
2.3.1. A Seca	28
2.3.2. Classificação das Secas	29
2.3.3. Queimadas e Focos de Calor.....	35
2.4. O ESTUDO DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA.....	38
2.4.1. A Variabilidade Climática	44
3. METODOLOGIA.....	48
3.1. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA ÁREA DE ESTUDO	48
3.1.1. Contexto geográfico da área	48
3.1.2. Aspectos geológicos e geomorfológicos.....	48
3.1.3. Aspectos da cobertura vegetal.....	49
3.1.4. Aspectos climáticos.....	50
3.2. MATERIAIS E MÉTODOS	51
3.2.1. A coleta, organização, tabulação e preenchimento de falhas do banco de dados pluviiais	53
4. RESULTADOS FINAIS: Análise e Discussão	69
4.1. ANÁLISE DOS DADOS DE PRECIPITAÇÃO E APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE ANOMALIA DE CHUVA – IAC	69
4.2. ANÁLISE DA ESPACIALIZAÇÃO DOS DADOS DO IAC.....	75
4.3. ANÁLISE DOS FOCOS DE CALOR E SUA CORRELAÇÃO COM O IAC E A OCORRÊNCIA DOS FENÔMENOS EL NIÑO E LA NINA.....	95
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	111
6. REFERÊNCIAS	115
7. APÊNDICE A – Figuras.	123

1. INTRODUÇÃO

Os eventos atmosféricos estão entre os objeto de estudo de várias ciências, na climatologia, seu foco é na espacialização dos elementos e fenômenos atmosféricos sobre a superfície terrestre e suas correlações com o espaço geográfico a partir da relação sociedade-natureza. As anomalias climáticas são fenômenos físicos extremos decorrentes da variabilidade climática. Dentre elas, as anomalias de precipitação são as mais visíveis e que ocasionam grandes impactos na sociedade, sejam eles positivos ou negativos.

Ao perguntar-se sobre eventos climáticos que deixam marcas e efeitos na natureza e na sociedade, as primeiras respostas estão ligadas às anomalias de precipitação. Pode-se citar que o aumento do regime de chuvas em determinados períodos do ano pode trazer benefícios para a agricultura, da mesma forma que a falta deste pode acarretar grandes prejuízos para os produtores. Assim, a quantidade excessiva de chuvas pode causar alagamentos e enchentes e a escassez de chuvas por um período prolongado gera as estiagens ou secas que fortemente causam impacto na paisagem, na natureza, na organização social e nas atividades econômicas.

Desta forma, o estudo da variabilidade pluviométrica tem sua importância para a sociedade, mas para que estes eventos possam ser analisados e quantificados se faz necessário a obtenção de dados pluviométricos, não só nas regiões afetadas, mas também em áreas circunvizinhas. Para as análises destes acontecimentos ou anomalias e, para uma melhor compreensão dos dados coletados, há a necessidade da utilização de modelos matemáticos ou estatísticos que permitem avaliar a intensidade, período, duração, frequência e extensão dos eventos.

Dentre os vários modelos matemáticos ou estatísticos disponíveis, para a realização desta pesquisa buscou-se um modelo que utilizasse somente a coleta de dados de precipitação, motivado pela dificuldade de obter dados climatológicos para a região em que se propôs o trabalho. Para isto foi escolhido o índice de anomalia de chuvas – IAC, desenvolvido por Rooy (1965), já utilizado por Freitas (2004), nos estudos das secas do Nordeste brasileiro, e por Araújo, Moraes Neto e Sousa, (2009), Gurjão, *et al.*, (2011) e Gross, (2016). Estes autores observaram a eficiência do índice como ferramenta de análise de eventos pluviométricos extremos.

Como exposto anteriormente entre os impactos causados pelas anomalias climáticas extremas temos as estiagens, fenômeno que, permanecendo por períodos prolongados, se transformam em secas. Dentre os eventos que ocorrem nos períodos de estiagem e secas temos o aumento dos focos de calor. Os dados de focos de calor são produtos de análises de imagens de dados de diferentes satélites e servem como indicador de onde, quando e com quais frequências as queimadas estão acontecendo em determinada região. Estes dados são disponibilizados pelo INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, e são utilizados para ações de monitoramento, mitigação de impactos e em estudos, como no nosso caso.

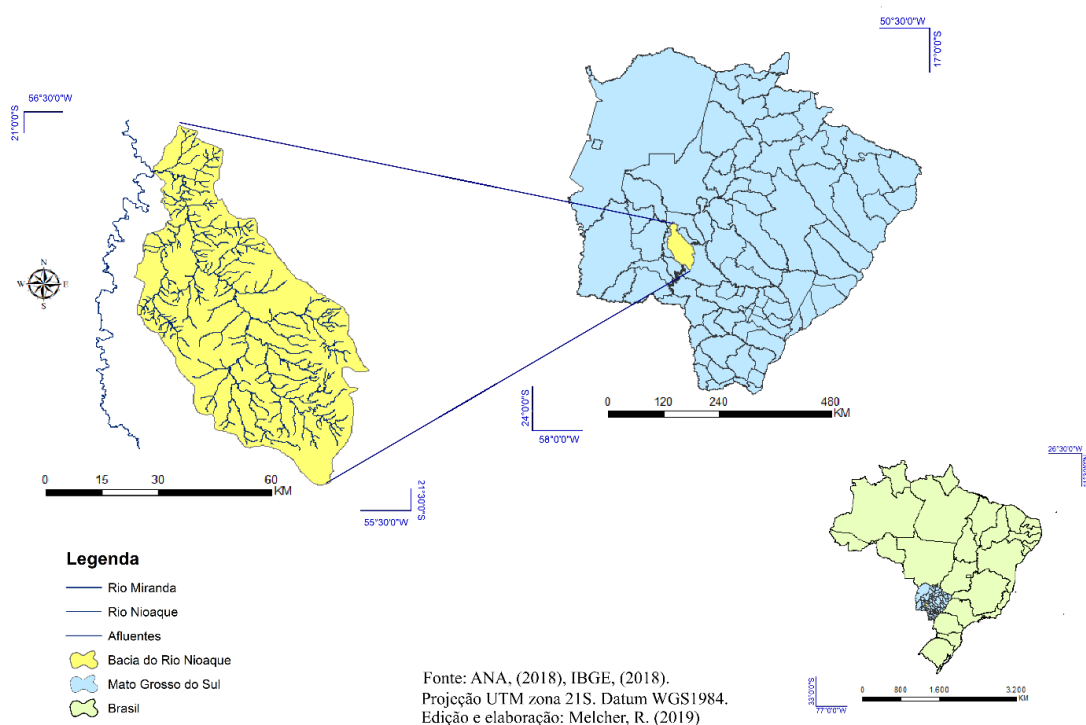
Para a elaboração desta pesquisa, dentre as várias unidades de estudos disponíveis, escolheu-se a que se destaca pelo alto potencial de inter-relações entre os processos que atuam dentro de sua área, e nos atendo ao objeto de estudo da climatologia, definido como a espacialização dos elementos e fenômenos atmosféricos sobre a superfície terrestre, suas correlações com o espaço geográfico a partir da relação sociedade-natureza, constata-se também que deve-se priorizar as bacias hidrográficas, que são excelentes unidades de pesquisa, planejamento e gerenciamento. (CONTI, 2001), (TEODORO, *et al.*, 2007) e (LEITE e ROSA, 2010).

As bacias hidrográficas são sistemas onde os estudos da paisagem focam na dinâmica, funcionalidade e organização, integrando-as em semelhança ao espaço geográfico, onde as ações da sociedade se transformam ao longo do tempo, e seu desenvolvimento é definido por processos históricos e naturais. Desta forma se apresenta como a unidade da paisagem mais adequada para estudos de zoneamentos, basicamente devido ao seu conceito de integração sistêmica de fatores ecológicos, socioeconômicos e culturais. (TEODORO, *et al.*, 2007), (LIMA, REMPEL e ECKHARDT, 2007), (LEITE e ROSA, 2010).

Nessa pesquisa adotou-se, como área de estudo, a bacia hidrográfica do Rio Nioaque que está localizada no Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. A área de estudo está compreendida pelos paralelos 20°35' e 21°35' S e meridianos 55°30' e 56°10' W.G., e com uma área de 3260 km², abrangendo áreas dos municípios de Nioaque, Maracaju e Anastácio. No médio curso da bacia, encontra-se a sede do município de Nioaque. A principal atividade econômica desenvolvida na bacia é a pecuária extensiva de corte, com algumas áreas de culturas anuais e perenes.

Figura 1 – Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque, nos municípios de Nioaque, Maracaju e Anastácio - MS

Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque



A precipitação é um dos fatores que controla o ciclo hidrológico de uma bacia hidrográfica, exercendo grande influência em sua paisagem e impactando nos seus aspectos sistêmicos, ela deve ser compreendida e considerada nos programas de desenvolvimento do padrão e de qualidade de vida da população. (TUCCI e MENDES, 2006), (LIMA, REMPEL e ECKHARDT, 2007), (LEITE e ROSA, 2010) e (TUCCI, 2013).

Para auxiliar no desenvolvimento de políticas, no monitoramento e no gerenciamento de danos propõem-se um estudo da precipitação pluviométrica através do índice de anomalia de chuvas a fim de registrar eventos extremos de anos secos e úmidos, relacionando os impactos causados por eles. Assim, a intensão é de fornecer elementos necessários e mais seguros para as tomadas de decisão e as definições de ações, visando à melhoria contínua no ambiente.

O conhecimento climático da bacia analisada, fornece subsídios para a gestão e implementação de melhoria de vida da população nela inserida. Esta informação já justificaria esta pesquisa, porém pode-se elencar outros fatores, entre eles, a importância da localização da área, pois situa-se na transição do planalto da serra de Maracaju com a planície pantaneira, engloba parte do geoparque Bodoquena-Pantanal, onde localizou-se sítios arqueológicos e históricos, como da guerra do Paraguai e finalmente por ser é cortada por várias rodovias estaduais e federais, que irão compor o corredor bioceânico.

Almeja-se que os resultados desta pesquisa sirvam como instrumento de suporte para o planejamento da produção agrícola e pecuária, para as ações voltadas para o ecoturismo e para a sua conservação.

A presente pesquisa tem como objetivo geral a análise anual das anomalias de chuva, enfatizando-se os períodos de extremos secos e úmidos e suas implicações nos focos de calor, na bacia hidrográfica do Rio Nioaque, no Estado de Mato Grosso do Sul, de acordo com o Índice de Anomalia de Chuva (IAC), no período de 1993 a 2017.

Tem, ainda, como objetivos específicos: a identificação da dinâmica pluviométrica da bacia hidrográfica; a caracterização dos períodos úmidos e de seca de acordo com o índice de anomalia de chuva, sob a intensidade, duração e frequência, das ocorrências de focos de calor, gerar informações comprovadas para auxiliar projetos que visem mitigar os efeitos das cheias e estiagens que atingem a população e as atividades econômicas da bacia hidrográfica do Rio Nioaque.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. A BACIA HIDROGRÁFICA COMO UNIDADE DE ESTUDO

Conforme apresentado por Christofolletti (1980), Barrella, *et al.*, (2001) e Teodoro, *et al.*, (2007), o conceito de bacia hidrográfica é definido como sendo um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes. Formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, de onde as águas das chuvas, ou escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou se infiltram no solo para formação de nascentes e do lençol freático. As águas superficiais escoam para as partes mais baixas do terreno, formando riachos e rios, as cabeceiras são formadas por riachos que brotam em terrenos íngremes das serras e montanhas e à medida que as águas dos riachos descem, juntam-se a outros riachos, aumentando seu volume e formando os primeiros rios, esses pequenos rios continuam seus trajetos recebendo água de outros tributários, formando rios maiores até desembocarem no oceano.

Para Tucci e Mendes (2006), para cada seção de um rio existirá uma bacia hidrográfica, entendendo esta seção como sendo o ponto afluente, considerando esta afirmação, uma bacia é toda a área que contribui por gravidade para os rios até chegar a seção que define a bacia. Esta área é definida pela topografia da superfície, as principais características de uma bacia hidrográfica são: a área de drenagem, o comprimento do rio principal, declividade do rio e a declividade da bacia.

Teodoro, *et al.*, (2007), observa que o conceito de bacia hidrográfica foi formulado ao longo do tempo, e que entre os autores consultados em sua revisão bibliográfica existe uma ampla semelhança e consideração relacionada a bacia hidrográfica quanto a uma unidade de estudo, ou um recorte espacial, que se baseia na área de concentração de uma determinada rede de drenagem. Entretanto no tocante a as subdivisões das bacias hidrográficas, estes mesmos autores defendem abordagens diferentes, relativas a fatores que vão do físico ao ecológico.

Segundo Lima, Rempel e Eckhardt (2007), as bacias hidrográficas são excelentes unidades de planejamento e gerenciamento, pois são sistemas ecológicos que abrangem todos os organismos que funcionam em conjunto numa dada área. Os recursos naturais são interligados e dependentes. A bacia hidrográfica apresenta-se como a unidade da paisagem mais adequada para estudos de zoneamentos, basicamente devido ao seu conceito de integração de fatores ecológicos, socioeconômicos e culturais.

Leite e Rosa, (2010), apresenta uma revisão bibliográfica acerca da utilização da análise sistêmica no estudo da paisagem aplicados a bacias hidrográficas, adotando a abordagem dos geosistemas nesta concepção. Desta forma, os estudos da paisagem passam a focarem em sua dinâmica, funcionalidade e organização, ou seja, uma paisagem integrada. O autor demonstra, citando Bolos (1981), que a paisagem integrada corresponde ao espaço geográfico onde as intervenções da sociedade alteram-se ao longo do tempo e sua dinâmica e são determinadas por processos históricos e naturais.

Adotando esta abordagem dos geosistemas, Leite e Rosa, (2010), apresenta uma evolução do conceito de bacia hidrográfica, dentro da Geografia, definindo-a como um sistema aberto onde ocorrem as trocas de energia, ora recebendo esta energia, ora eliminando. Um sistema geográfico, onde existe uma integração entre todos os componentes, físicos, naturais e sociais, interligados e interdependentes, variando dinamicamente suas relações ao longo do tempo e revelando a dinâmica destes ambientes expressos nas transformações naturais e antrópicas.

2.2. A CLIMATOLOGIA NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL

Os eventos atmosféricos são o objeto de estudo tanto da meteorologia como da climatologia. A Climatologia surgiu baseada nos estudos da meteorologia, com ênfase na meteorologia dinâmica, a qual considera todos os elementos do meio atmosférico. Seu foco como um dos campos do conhecimento científico, é na espacialização dos elementos e fenômenos atmosféricos sobre a superfície terrestre correlacionando estes elementos com o espaço geográfico a partir da relação sociedade-natureza. (AYOADE, 1996; SANT'ANNA NETO, 2004; MENDONÇA e DANNI OLIVEIRA, 2007; TORRES e MACHADO, 2011; FERREIRA, 2012).

Entende-se como clima a síntese dos tempos, as características atmosféricas contínuas observadas em um determinado lugar, por um período extenso de tempo, considerando sua variação e as condições extremas, ou seja, o conjunto das variações do tempo atmosférico. Por tempo atmosférico entende-se como sendo o conjunto de atributos que caracterizam a atmosfera em um determinado momento, isto é, o estado momentâneo da atmosfera. (AYOADE, 1996; SANT'ANNA NETO, 2004; MENDONÇA e DANNI OLIVEIRA, 2007; TORRES e MACHADO, 2011; FERREIRA, 2012).

A Climatologia é o ramo da geografia que estuda as interações e conexões dos processos atmosféricos na superfície da terra. Dentro dos estudos climatológicos os conceitos clássicos de clima evidenciam o entendimento que as características do clima se dão em termos médios do comportamento dos elementos atmosféricos, entretanto, a atual abordagem da climatologia entende que os estudos climatológicos se dão na totalidade dos tipos de tempo e em sua sucessão. (MONTEIRO, 1951; AYOADE, 1996; SANT'ANNA NETO, 2004; TORRES e MACHADO, 2011; FERREIRA, 2012).

Como observado, verificou-se que a análise climática baseada nas condições médias dos elementos atmosféricos era insatisfatória para equacionar os problemas relacionados a produtividade econômica e ao meio ambiente.

A evolução dos estudos climatológicos avançou consideravelmente baseando-se nos conceitos de Max Sorre e Pédelabore, consolidando-se nos estudos de Monteiro ao conceber a análise dinâmica do ar, isto evidenciou a necessidade do tratamento dos fenômenos atmosféricos eventuais ou episódicos, pois são estes os que causam mais impacto nas atividades humanas. Neste contexto, o tratamento do clima, seguindo uma cadência rítmica de sucessão de tipos de tempo, evidenciou uma abordagem genética dos tipos climáticos. (SANT'ANNA NETO, 2004, MENDONÇA e DANNI OLIVEIRA, 2007).

Para Mendonça e Danni Oliveira (2007), os estudos em climatologia são estruturados a fim de evidenciar os elementos climáticos e os fatores geográficos do clima. O clima é constituído pelos elementos: temperatura, umidade e pressão atmosférica, que interagem e formam os diferentes climas da terra. Todavia estes elementos variam espacial e temporalmente influenciados pelos fatores geográficos do clima, que são a latitude, a altitude, maritimidade, a continentalidade, a vegetação e as atividades humanas. A circulação e a dinâmica atmosférica superpõem-se aos elementos e fatores climáticos e imprimem ao ar uma permanente movimentação.

Segundo Ayoade (1996), Cavalcanti, *et al.* (2009), Torres e Machado (2011), o Brasil é classificado como um país tropical, tal definição está relacionada às características naturais da imensa extensão do território brasileiro e sua posição geográfica na faixa tropical, lhe confere aspectos particulares. A configuração climática brasileira é tropical e se expressa principalmente na insolação, pluviosidade (clima quente e úmido), pois o país se situa na faixa intertropical, uma das áreas de maior recebimento de energia solar do planeta.

Os estudos em Climatologia específicos para a região Centro-Oeste do Brasil, remontam ao ano de 1951, e foram realizados por Monteiro (1951), Nimer (1972), Nimer (1977), Zavatinni (2009). Vale observar que o estudo de Zavatinni, foi o primeiro sobre o Estado de Mato Grosso do Sul e foi desenvolvido no início da década de 90, porém somente foi publicado em formato de livro no ano de 2009.

Estes autores classificam o clima da região concomitante ao Estado de Mato Grosso do Sul e segundo os mesmos escritores, na região Centro-Oeste ocorrem três tipos climáticos: o Clima tropical de Savana - Aw, de abrangência em toda a região, caracterizado por uma estação chuvosa no verão e seca no inverno; o Clima Subtropical Úmido - Cwa, caracterizado pelas temperaturas moderadas com verões quentes e chuvosos e o tipo Clima Tropical Monçônico - Am, caracterizado pelas temperaturas elevadas e alto índice pluviométrico. Há a influência dos seguintes sistemas atmosféricos que atuam sobre a região: massa Tropical Atlântica (TA), massa Tropical Atlântica Continentalizada (TAC), massa Tropical Continental (TC), frente Polar Atlântica (FPA), massa Polar Atlântica (PA), massa Polar Modificada (PV/PVC) e massa Equatorial Continental (EC).

Monteiro (1951), Zavatinni (2009) e Parra (2001), apresentam para a época deficiência na obtenção de dados meteorológicos, seja pela falta de estações meteorológicas ou pelo pouco tempo de observação, criando assim um obstáculo para o desenvolvimento de estudos climatológicos mais detalhados.

Ao se fazer uma breve revisão literária sobre estudos climáticos abordando o Estado de Mato Grosso do Sul, foi possível vislumbrar a carência de estudos nesta região. Um dos primeiros estudos específicos sobre a região foram os de Monteiro (1951), que observou a influência que os fatores geográficos imprimem no clima da região, e o impacto que as inundações no pantanal causam nos sistemas atmosféricos atuantes, além de fazer observações sobre a amplitude térmica, umidade e as estações secas e chuvosas, e como estas refletem nos traços naturais e humanos da região.

Na região Centro-Oeste, Nimer (1972 e 1977), ao apresentar os sistemas de circulação atmosféricos atuantes, faz uma caracterização dos principais aspectos térmicos e pluviais, destacando a homogeneidade climática da região, refletindo o domínio quase que absoluto dos sistemas de circulação atmosférica, estáveis ou perturbados, originados de massas Tropicais, além de mostrar as principais diferenças climáticas para região, onde as máximas

pluviométricas se dão no verão e as mínimas no inverno, com períodos de secas, imprimindo um ritmo tipicamente tropical.

No tocante aos dados meteorológicos os estudos mais recentes ainda apontam as limitações com relação à coleta, sejam as lacunas nas séries temporais, o curto período de tempo de instalação das estações ou pela sua distribuição. Segundo os relatos de Parra (2001):

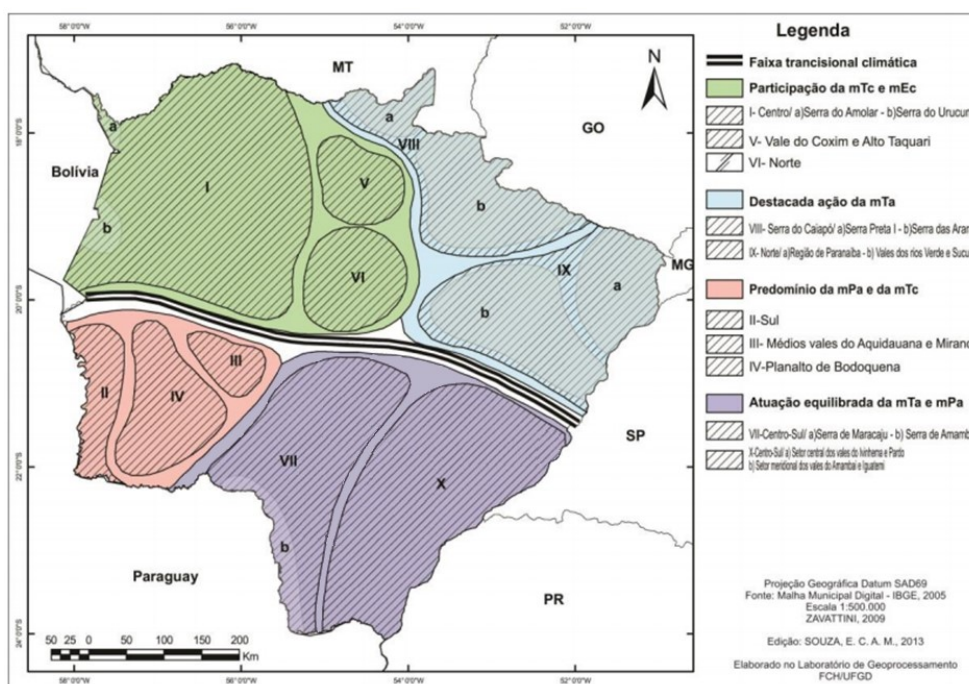
[...] no Brasil a instalação das estações meteorológicas está condicionada ao povoamento, a região Centro-Oeste, e especificamente a área que hoje corresponde ao estado de Mato Grosso do Sul, unidade federativa de ocupação recente, sofre com uma retardada dotação. Some-se a este fato, a potencialidade agrícola, que determinou as frentes pioneiras e constituiu a base econômica do espaço, priorizando estações que tão somente atendiam ao parâmetro pluviométrico. (PARRA, 2001)

No mesmo sentido Zavattini (2009), afirma que:

Como a rede de estações e postos meteorológicos do estado de Mato Grosso do Sul possui sérias limitações, tanto no que se refere à existência de lacunas nas séries temporais quanto à sua distribuição espacial, procurou-se “amarrar” a pluviosidade do referido estado à das áreas em torno (sul do Mato Grosso, sudoeste de Goiás, extremo oeste de Minas Gerais, oeste paulista e noroeste do Paraná), tendo em vista que, em estudos climatológicos, não se devem respeitar rigorosamente as fronteiras político-administrativas. (ZAVATTINI, 2009)

Zavattini (2009), ao analisar a dinâmica das massas de ar que atuam no Estado de Mato Grosso do Sul, e a distribuição quantitativa e qualitativa das chuvas, elaborou uma proposta de classificação climática, (Figura 2) sintetizando as tendências da participação das massas de ar, sejam elas habituais ou extremas, bem como das correntes básicas da circulação regional.

Figura 2 – Proposta de Classificação climática para o estado de Mato Grosso do Sul, apresentada por Zavattini, 2009.



Fonte: (AMADOR e SILVA, 2016) apud (Souza, (2013)), adaptação do Autor.

Nesta proposta de classificação climática, de base genética, o Estado foi subdividido em dez unidades climáticas, com dupla ordenação, no sentido oeste-leste, partindo das terras baixas do Pantanal, onde há maior participação da massa de ar tropical continental (TC), e no sentido norte-sul em atenção as três principais faixas topográficas, subdivididas por uma faixa transicional que se dispõe de leste para oeste. Zavattini (2009).

Conforme a Figura 2, apresenta-se a classificação seguinte das classes climáticas e respectivas massas de ar atuantes: na região noroeste temos o Pantanal centro, a região da Bacia superior dos rios Taquari e Coxim e a parte norte do Planalto divisor, com maior participação das massas Tropical Continental e Equatorial Continental; na região nordeste as Bordas do Planalto Central e Planalto arenito-basáltico - alto curso do rio Paraná em sua parte norte, com maior participação da massa Tropical Atlântica; na região sudeste temos a parte centro-sul do Planalto divisor e o Planalto arenito-basáltico - alto curso do rio Paraná em sua parte centro-sul, com atuação equilibrada das massas Polar Atlântica e Tropical Atlântica; na porção Sudoeste, temos a parte meridional do Pantanal, os Médios vales de Aquidauana e Miranda e o Planalto da Bodoquena, com maior participação das massas Polar Atlântica e Continental.

No tocante à porção sudoeste, onde situa-se a bacia hidrográfica do Rio Nioaque, Zavattini (2009), explica que:

No extremo sul do estado, a frequência de participação das massas polares e frentes frias atinge índices que variam entre 44% e 69%. [...] Na porção sudoeste, a frequência de participação das correntes do sul mantém-se quase que a mesma da porção anterior, embora a ação das massas polares modificadas (PV/PVC) diminua cerca de 10%, o que é compensado pelo maior número de dias de atuação do eixo principal das FPA. Nota-se também um sensível aumento da participação da corrente de oeste (de 20% a 30%), ao lado de uma diminuição da frequência das correntes de leste, com a massa tropical atlântica (TA/TAC), nunca ultrapassando os 15%. (ZAVATTINI, 2009)

Em relação ao clima do Estado de Mato Grosso do Sul especificamente, o estudo de Zavattini (2009) foi o único, porém foram realizados outros apontamentos climáticos abordando as regiões do Estado, ora voltados às atividades econômicas desenvolvidas nestas regiões, ora associados aos impactos ambientais relacionados às variações climáticas.

Soriano (1997), apresentou as condições gerais do clima para a região de Corumbá-MS, fundamentando-se em médias de dados de temperatura, precipitação e umidade para um período de 20 anos. Neste trabalho a autora buscou analisar os dados climatológicos locais disponibilizando os resultados a produtores e pesquisadores, além de caracterizar o clima da região. Soriano (1997), descreve o clima do município de Corumbá como sendo de clima tropical (Awa), megatérmico, com inverno seco e chuvas no verão.

Parra (2001), elaborou uma proposta de classificação bioclimática para o Estado de Mato Grosso do Sul, analisando o índice de conforto térmico com destaque a interação entre o clima e o homem. Nesta proposta foram definidas três grandes regiões bioclimática, descritas como sendo a região bioclimática das planícies e depressões, quentes/abafadas; a região bioclimática dos chapadões e planaltos, quentes e a região bioclimática dos planaltos, ventilados/confortáveis. A autora concluiu que há o predomínio do desconforto pelo calor, na primavera-verão e do conforto, no outono-inverno.

Tendo como objetivo o desenvolvimento do projeto de Zoneamento Agroecológico do Mato Grosso do Sul (ZAE-MS), e de fornecer subsídios técnico-científicos para a utilização da terra no Estado, Gonçalves, Pereira e Costa (2006), estabeleceram o balanço hídrico para os municípios de Bonito, Nioaque, Bela Vista, Jardim, Caracol, Antônio João, Ponta Porã, Miranda, Porto Murtinho, Bodoquena e Guia Lopes da Laguna, e relacionando estas informações com as exigências climáticas de diversas culturas. Concluíram que o tipo climático da região são clima tropical - Aw e clima quente – Cwa, as culturas de milho e arroz são aptas para a região, e que os municípios de Ponta Porã e Antônio João não apresentam condições ideais para o cultivo devido a incidência de geadas e as demais culturas devem ser estabelecidas com critérios, pois em alguns casos não são recomendadas.

Visando sistematizar informações sobre os recursos naturais para o desenvolvimento de atividades agropecuárias na região de Dourados, Fietz e Fisch (2008) elaboraram um documento sobre o clima desta região. Motivados pelo efeito significativo que o clima exerce no desenvolvimento e crescimentos das plantas, observaram que segundo a classificação de Köppen a região de Dourados é classificada como do tipo Cfa, Cwa e Aw. No entanto, ao analisarem o clima da região verificaram a predominância do tipo Cwa (clima mesotérmico úmido, verões quentes e invernos secos), pois a temperatura do mês mais frio (junho e julho) é inferior a 18°C e a do mês mais quente (janeiro) é superior a 22°C. Além disso, o total de chuva no verão supera em mais de dez vezes a menor precipitação mensal (julho).

No estudo da caracterização climática do município de Nova Andradina, no sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul, Lima (2011), buscou através da percepção humana analisar o ambiente urbanizado. Através da associação dos dados climáticos levantados em campo, juntamente com a análise dos sistemas atmosféricos regionais e das cartas sinóticas, realizou a análise do clima local. O objetivo do autor foi o de observar a formação das ilhas de calor e representá-la graficamente, sua variação diária e sazonal, os diferentes tipos de uso do solo e o sistema atmosférico atuante.

Naturalmente, os ambientes tropicais são capazes de gerar um certo grau de desconforto térmico pela grande quantidade de calor, que é intensificada pelo crescimento das áreas urbanas, nas quais não se leva em consideração as características climáticas no processo de planejamento, assim, é de fundamental importância que se tenha o conhecimento das especificidades de cada cidade para que seja possível propor medidas que contribuam para a melhoria da qualidade de vida da população. (LIMA, 2011).

Santos, Silva e Schneider (2011), ao analisar as características do clima do município de Dourados, além do levantamento histórico-metodológico-bibliográfico acerca dos estudos climatológicos, correlacionou o clima local com os sistemas atmosféricos regionais, a partir da classificação climática de Zavattini (2009). Os autores observaram que o resultado da associação do relevo com a atuação dinâmica das massas de ar, geram compartimentos climáticos distintos, onde, as pluviosidades e as temperaturas são muito diferentes ao longo do ano, assim definindo a importância do refinamento de estudos destas faixas zonais.

Ao elaborar um estudo sobre a dinâmica climática de Mato grosso do Sul e as queimadas no ano de 2009, Junior e Silva (2012), efetuaram a análise da distribuição e ocorrências das queimadas e as relacionaram aos elementos climáticos. Nesta análise observaram que as condições climáticas do dia da queima influenciam em sua intensidade. Citando Coutinho *et. al.* (2002) notaram que o clima local tem grande relevância na quantidade de biomassa disponível para a queima, que a temperatura, precipitação, umidade e vento determinam as condições para a ocorrência do fogo e seu comportamento, e que os impactos ambientais causados serão decorrentes dos tipos de tempo atuando no momento da ocorrência. Os autores concluem que os aspectos geográficos, clima, relevo e massas de ar atuam na incidência e distribuição das queimadas no Estado de Mato Grosso do Sul.

Utilizando modelos estatísticos, Medeiros, Pinto e São Miguel, (2014), analisaram em sua pesquisa a sazonalidade e a distribuição das precipitações nos anos de 2011 a 2013 na bacia hidrográfica do córrego Moeda, em Três Lagoas-MS. Aplicando a metodologia do IAC - Índice de Anomalia de Chuva, verificou-se que dentre os anos analisados, o ano de 2011 foi considerado como chuvoso, tendo o mês de março como decisivo para esta classificação. O estudo mostra que mesmo um ano apresentado 8 meses variando entre seco e extremamente seco, o acumulado atípico de precipitação do mês de março, alterou sua classificação. Concluiu-se que com a utilização do IAC, o estudo pode ser aplicado como uma forma de acompanhamento da precipitação, visando determinar as variações no regime das chuvas na bacia e entender a dinâmica dos eventos pluviométricos.

No Estado de Mato Grosso do Sul a Coordenadoria do Centro de monitoramento e tempo e do clima de Mato Grosso do Sul – CEMTEC-MS é o órgão do Governo do Estado responsável por fomentar, planejar e desenvolver atividades científicas e tecnológicas, que propiciem a geração e a disseminação de informações rotineiras sobre o clima e o tempo. Em relação a laboratórios de pesquisas nas principais universidades do Estado, somente a Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul tem o laboratório de meteorologia e climatologia agrária, situado no Centro de Estudos e Produção Vegetal, as demais, sejam elas públicas ou privadas, desenvolvem estudos sobre o clima, porém não tem um laboratório de pesquisa específico sobre o tema.

Para o desenvolvimento desta pesquisa além de se ater aos conceitos e estudos e climatológicos já estabelecidos, faz-se necessário entender como os processos atmosféricos influenciam e são influenciados pelas atividades humanas, bem como o entendimento sobre bacias hidrográficas, quanto sua conceituação e os níveis de interação com o clima e as atividades humanas.

2.3. O CLIMA E AS ATIVIDADES HUMANAS

O estudo do tempo e do clima dentro da Geografia tem um papel de destaque, pois os processos sociais, ambientais e econômicos são diretamente influenciados pelos processos atmosféricos. As alterações climáticas impactam diretamente nas plantas, nos animais e no solo e quanto mais próximas da superfície terrestre estas alterações também são influenciadas pelos elementos da paisagem, da vegetação e das atividades humanas.

Para Ayoade (1996), o clima é um dos mais importantes componentes do geosistemas, pois todos os componentes dos Sistemas Ambientais, tanto o subsistema físico-natural como o antrópico, sofrem alguma influência do clima, e neste conjunto o ser humano também, seja pelo o ar que respiramos, a água que tomamos, os nossos alimentos, os vestuários e as moradias. É de entendimento geral que o clima é um recurso que pode ser vislumbrado tanto como positivo, como negativo.

Ayoade (1996) afirma que:

O ambiente atmosférico influencia o homem e suas atividades, enquanto o homem pode, através de suas várias ações, deliberada ou inadvertidamente influenciar o tempo e o clima. O clima deve ser reconhecido tanto como um recurso quanto um azar. O planejamento climático, por conseguinte, envolve o uso racional dos recursos climáticos e a eliminação, a prevenção ou minimização dos azares climáticos. Um planejamento eficiente é impossível sem um bom conhecimento das características e

dos processos atmosféricos e de suas relações ou interação com as atividades biológicas e socioeconômicas do homem. (AYOADE, 1996)

Segundo Mendonça e Oliveira (2007) uma das aspirações da humanidade desde os tempos mais remotos é conhecer a atmosfera, quando o homem percebeu a interdependência entre as condições climáticas e suas ações de intervenção no meio natural, ele passou a produzir e registrar os conhecimentos sobre os componentes da natureza. Para desvendar as dinâmicas dos fenômenos naturais, os grupos sociais passaram de meros indivíduos sujeitos as intempéries climáticas, a utilizadores e manipuladores destes fenômenos em diferentes escalas.

O clima e suas variações exercem grande influência sobre a sociedade, porém esta, muitas vezes, vislumbra somente os impactos negativos gerados por seus eventos extremos. Santos, *et al.*, (2013), apresentam os impactos negativos que as intepéries climáticas causam ao meio ambiente, à saúde e ao bem-estar da população. Os autores adotam o termo impacto como sendo os efeitos negativos que as variações climáticas podem causar nas ações humanas. Relatam como principais causas o aumento da frequência e intensidade de enchentes e secas, a expansão de vetores de doenças endêmicas, a mudança do regime hidrológico, perdas na agricultura e ameaças à biodiversidade, entre outros. Concluem que as constantes ações antrópicas, tem acentuado o efeito destes eventos e que a conscientização da população é o primeiro passo para mitigação do problema.

2.3.1. A Seca

A seca do ponto de vista meteorológico, é definida por um período prolongado de redução sustentada das reservas hídricas existentes e com valores de precipitação abaixo da média da normal climatológica, para o período. Esta anomalia tem impactos significativos nas atividades socioeconômicas, agrícolas e ambientais, seu processo se dá de forma lenta e seu início e fim de difícil determinação. Por ser um processo lento, seus impacto são sentidos mesmo depois do término do evento. As secas normalmente atingem uma vasta extensão espacial e temporal. (REPELLI, *et al.*, 1998), (CASTRO, *et al.*, 2003), (FERNANDES, *et al.*, 2009).

A seca se manifesta de diferentes maneiras em regiões com características climáticas variadas e com diferentes níveis de utilização de água. Sendo difícil determinar com exatidão o seu início e fim, ou seja, quantificar a sua duração e intensidade, podendo durar entre poucos meses a alguns anos (FERNANDES, *et al.*, 2009), (CUNHA, 2008). Porém esta pode ser tipificada ou classificada dependendo da abordagem de estudo.

2.3.2. Classificação das Secas

Ayoade (1998), analisando os azares climáticos para a agricultura, entende que dentre as várias definições do termo seca, está se dá sempre que o suprimento de umidade de precipitação ou de umidade armazenada no solo são insuficientes para atender as necessidades ótimas das plantas. Assim apresenta a classificação da seca, em quatro tipos: permanente, onde a precipitação não é suficiente para satisfazer as necessidades hídricas das planta, a sazonal, em áreas que apresentam estações secas e úmidas bem definidas, a contingente, característica em áreas subúmidas e úmidas, e a seca ocorre quando as chuvas deixam de cair em um dado período e a invisível, que ocorre sempre que o suprimento de umidade do solo ou das precipitações deixe de ser igual às necessidades hídricas diárias das plantas.

Segundo Wilhite e Glantz, (1985) e Fernandes, *et al.*, (2009), a seca pode ser classificada em 4 tipos:

Meteorológica: é expressa apenas com base no grau de secura e na duração do período seco, comparado o déficit de precipitação a uma média de longo prazo, muitas vezes referida como "normal climatológica".

Hidrológica: está relacionada a redução dos níveis médios de água nos reservatórios de superfície e subterrâneos por um determinado período de tempo, podendo ser na escala, semanal, mensal ou anual, é definida com base em sua influência nas bacias hidrográfica.

Agrícola: Está associada aos impactos da seca na agricultura, está relacionada ao o déficit de precipitação e alta evapotranspiração, por um determinado período de tempo, está basicamente associada à disponibilidade de água no solo para suportar o crescimento e desenvolvimento das plantas, e ocorre após um período de seca meteorológica, porem antes de da seca Hidrológica.

Socioeconômica: Caracteriza-se pelos efeitos que o déficit de água causa nas atividades humanas, impactando nos setores sociais, econômicos e ambientais, incorpora características da seca meteorológica, agrícola e hidrológica, relacionados a falta de bens e serviços devido ao volume inadequado de recursos hídricos.

Partindo dos conceitos e da classificação da seca, observamos que analisa-la não é uma tarefa fácil, pois a seca é uma anomalia climática extrema de difícil previsibilidade, intensidade, duração. Cunha, (2008), observa que para compreender e reproduzir quantitativamente o grau de severidade de uma seca em uma área de estudo, são utilizados índices de seca. Estes podem

compilar uma série de dados, relativos a variáveis climáticas, e dados relativos ao conteúdo de água no solo e níveis de água, volumes escoados superficialmente dentre outros.

Cunha, (2008), observa que estes índices se apresentam normalmente sobre a forma de um só valor, compilando uma série de dados referentes aos vários dados recolhidos, sendo classificados nos seguintes tipos: Índices de Aproximação Estatística, Índices Meteorológicos e Hidrológicos e Índices de Vegetação. Desta forma os índices facilitam assim o desenvolvimento de políticas e sistemas de monitorização, bem como a elaboração de planos específicos para situações de secas.

Fernandes, *et al.*, (2009), apresenta os principais índices de seca utilizados para identificar e quantificar um período de seca estão apresentados no Quadro 01.

Quadro 1 - Índices de análise das secas.

Índice de Seca	Variáveis Climáticas	Escala	Tipos de Seca
Decis - D	P	M	Meteorológica
Índice de Abastecimento de Água em Superfície - SWSI	P, QN, FS, R	M	Hidrológico
Índice de Anomalia de Chuva - IAC	P	M, A	Meteorológica
Índice de Desvio de Chuva de Lamb - LRDI	P	M	Meteorológica
Índice de Estresse Hídrico da Cultura - CWSI	P, T, US	S	Agrícola
Índice de Porcentagem Normal - PN	P	S, M, A	Meteorológica
Índice de Precipitação Padronizada - SPI	P	M	Meteorológica
Índice de Recuperação de Seca - RDI	P, T, QN, FS, R		Hidrológica
Índice de Seca de Bhalme e Mooley - BMDI	P	M, A	Meteorológica
Índice de Seca de Bhalme e Mooley Modificado - MBMDI	P, T	D, M, A	Meteorológica; agrícola
Índice de Seca Efetiva - EDI	P	D	Meteorológica
Índice de Severidade de Herbst - HSI	P	M	Meteorológica
Índice de Severidade de Seca de Palmer - PDSI	P, T, US	M	Meteorológica; agrícola
Índice de Umidade da Cultura - CMI	P, T, US	S	Agrícola
Abreviaturas: P – Precipitação, T – Temperatura, QN – Quantidade de Neve, FS – Fluxo em Superfície, R – Runoff, US – Umidade do Solo, D – Decendial, S – Semanal, M – Mensal, A – Anual.			

Fonte (FERNANDES, HEINEMANN, *et al.*, 2009), organização Autor.

Como observado, não se tem uma definição única para a seca, e desta forma a definição de qual o melhor índice também não, segundo Freitas, (2004), a severidade de um período de seca é normalmente expresso como uma anomalia de uma ou várias variáveis climáticas. Outra observação é que a determinação de qual índice a ser utilizado, não deve ser arbitrária, mas sim

através das características climáticas da região, das variáveis disponíveis e qual o objetivo da pesquisa.

Em nossa pesquisa analisou-se a partir das precipitações anuais as anomalias de chuvas para a área de estudo, sendo assim dos índices apresentados no Quadro 1, o Índice de Anomalia de Chuva - IAC, Índice de Porcentagem Normal – PN e Índice de Seca de Bhalme e Mooley – BMDI, atendem os nossos parâmetros quanto as variáveis climáticas utilizadas e escala temporal.

Índice de Anomalia de Chuvas – IAC

O IAC foi desenvolvido por Rooy, (1965), é um método de análise simples, consiste na da determinação de anomalias extremas de precipitação, classificando sua magnitude em anomalias positivas e negativas, é calculado na escala de tempo semanal, mensal ou anual. Esta escala do tempo é feita com base na distribuição da precipitação, Fernandes, *et al.*, (2009) e Groos (2016).

Os valores são obtidos segundo as equações (1) e (2).

Onde:

$$RAI = 3 \left[\frac{N - \bar{N}}{\bar{M} - \bar{N}} \right], \text{ para anomalias positivas; (1)}$$

$$RAI = -3 \left[\frac{N - \bar{N}}{\bar{X} - \bar{N}} \right], \text{ para anomalias negativas; (2)}$$

Em que:

- N é precipitação da série histórica (anual, trimestral, mensal ou diária) atual;
- $\bar{N}$ a precipitação média da série histórica (anual, trimestral, mensal ou diária) (mm);
- $\bar{M}$ a média das dez maiores precipitações da série histórica e
- $\bar{X}$ a média das dez menores precipitações da série histórica.

Para a análise e classificação dos resultados Rooy, (1965), utiliza sete períodos de intensidade variando entre secos, sem anomalias e úmidos de acordo com a média local, apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Classes de intensidade do índice de anomalia de chuva.

Índice de Anomalia de Chuva (IAC)	Classificação
$X \geq 4$	Extremamente Seco
$X \geq 2$ e $X < 4$	Muito Seco
$X > 0$ e $X < 2$	Seco
$X = 0$	Sem anomalias
$X < 0$ e $X > -2$	Chuvoso
$X \leq -2$ e $X > -4$	Muito Chuvoso
$X \leq -4$	Extremamente Chuvoso

Fonte: (ROOY, 1965).

Índice de Porcentagem Normal – PN

O Índice de Porcentagem Normal – PN, é calculado pela precipitação normal, isto é, considera a de uma serie de 30 anos, onde se divide a precipitação normal por 100, obtendo um valor porcentual, através da equação (3).

$$P = \frac{P_{rP(atual)}}{P_{rP(normal)}} \times 100\% ; (3).$$

Onde:

- P porcentagem da precipitação normal (%);
- P_{rP} (atual) = precipitação medida em um dado local ou estação (mm);
- P_{rP} (normal) = precipitação normal do local ou estação considerada (mm).

Os valores calculados são distribuídos em cinco categorias para a classificação da intensidade dos eventos de seca, conforme disposto no quadro (03), apresentada por Cunha, (2008).

Quadro 3 - Classificação de intensidade de Seca do Índice de Porcentagem Normal.

% NP	Intensidade de seca
$\% NP \geq 1,10$	Úmido
$0,85 \leq \% NP < 1,10$	Próximo ao normal
$0,75 \leq \% NP < 0,85$	Seca Moderada
$0,50 \leq \% NP < 0,75$	Seca Suave
$\% NP < 0,50$	Seca Extrema

Fonte (CUNHA, 2008)

Índice de Seca de Bhalme e Mooley – BMDI

Segundo Fernandes, *et al.*, (2009), o Índice de Seca de Bhalme e Mooley – BMDI, foi desenvolvido em 1980, por Bhalme e Mooley, para avaliar a intensidade da seca utilizando somente a precipitação, utilizando uma adaptação do Índice de Severidade de Seca de Palmer - PDSI, com a substituição do índice de umidade por um índice mais simples de precipitação mensal. Para o

cálculo, obtém-se inicialmente a precipitação média e o desvio padrão para se obter o índice (M) de umidade, conforme a equação (4).

$$M = 100 \frac{(p - \bar{p})}{\sigma}, (4).$$

Onde:

- p = precipitação observada no mês considerado;
- $\bar{p}$ = precipitação média ocorrida no período;
- σ = desvio padrão das precipitações pluviométricas mensais.

Em seguida calcula-se as medias dos valores negativos mais altos do índice de umidade, para todos os postos que apresentem uma boa homogeneidade nos dados de precipitação, obtendo a intensidade de seca k , pela equação (5).

$$I_k = \sum_{i=1}^k \frac{M_k}{[0,25(a+bk)]}, (5)$$

Onde:

$\sum_{i=1}^k M_k = a + bk$ Corresponde a uma reta de mínimos quadrados obtida com base na soma acumulada dos valores negativos mais altos do índice de umidade (M);

a e b Constantes de regressão;

k Número de meses.

Definindo $k = 1$ na equação (5), obtém-se a contribuição de cada mês do índice de umidade para a seca, dada pela equação (6):

$$I_1 = \frac{M_k}{[0,25(a+b)]}, (6)$$

Para o mês inicial, $I_0 = 0$ e então:

$$\Delta I_1 = I_1 - I_0 = I_1$$

Assim, dado um mês inicial seco, para os meses seguintes deve existir um termo adicional, conforme a equação (7):

$$\Delta I_k = \frac{M_k}{[0,25(a+b) + cI_{k-1}]}, (7).$$

Fazendo-se $0,25(a+b) = d$ e $\Delta I_k = I_k - I_{k-1}$, obtem-se a equação (8).

Onde:

c e d = são constantes obtidas através dos coeficientes da reta de mínimos quadrados.

A equação (8) é denominada índice de severidade de seca. Quadro 4 apresenta a classificação do Índice de Seca de Bhalme e Mooley.

Quadro 4 - Classificação do Índice de Seca de Bhalme e Mooley.

BDMI	Classificação
$\geq 4,00$	Extremamente Úmido
3,00 a 3,99	Umidade Alta
2,00 a 2,99	Umidade Moderada
1,00 a 1,99	Umidade Leve
0,99 a -0,99	Próximo ao normal
-1,00 a -1,99	Seca Leve
-2,00 a -2,99	Seca Moderada
-3,00 a -3,99	Seca Severa
$\leq -4,00$	Extremamente Seco

Fonte: (FERNANDES, HEINEMANN, *et al.*, 2009)

Fazendo uma breve revisão bibliográfica sobre os impactos negativos causados pela seca, observamos que estes em grande parte dos casos são influenciados por ações antrópica, evidencia que o estudo dos impactos do clima sobre o meio ambiente e nas atividades humanas é de grande relevância para diversas áreas do conhecimento, em especial para a Geografia, pois ao se analisar a relação ente o homem e a natureza, tem que se observar o clima como uma variável.

Destaca-se como exemplo a variabilidade do volume de chuvas, e como esta influência em algumas doenças infecciosas endêmicas, no Nordeste. Confalonieri, (2003) aponta como possível causa o aumento na produção vegetal dos ecossistemas, no semiárido, devido às chuvas favorecer o aumento da população de roedores silvestres, que são os vetores da peste bubônica. Após três meses do término do período chuvoso apresentam-se o aumento de registros de infecção, na época da seca, e com a escassez de alimentos, estes roedores aproximam-se dos domicílios rurais, favorecendo a transmissão da doença pelo contato com a população humana.

Ao desenvolver um sistema de Suporte à Decisão para o monitoramento de secas no Estado do Ceará, buscou-se fornecer subsídios para que ações mitigadoras possam ser tomadas em tempo hábil, minorando os impactos causados pelas secas. Segundo Freitas, (2004), a seca se diferencia das demais catástrofes naturais, como furacões, cheias e terremotos, pelo seu início lento e sua longa duração, se espalhando, na maioria das vezes por uma extensa área.

Analizando através de imagens de satélite a distribuição e a ocorrência de queimadas no Estado de Mato Grosso do Sul, no ano de 2009 e relacionando aos elementos do clima e do tempo, Junior e Silva (2012), utilizaram escalas mensais e sazonais para compreender o processo das queimadas. Desta análise observaram que nas estações de primavera e verão, época em que a temperatura se mantém elevada, poucos focos foram registrados, em torno de 1501 focos de incêndios, no outono estação de transição entre o período chuvoso e a estiagem, foram registrados em torno de 937 focos de incêndios, no inverno, estação mais seca, compreendida pelos meses de julho a setembro registraram-se 1489 focos, durante a estação. Para os autores os fatores como relevo agem sobre o clima, que e interação com os sistemas de circulação atmosférica regionais. Observam, também, que o aumento do número de queimadas é um reflexo das ações antrópicas, ao longo dos anos, na região.

Ao analisar a relação dos municípios do Estado do Rio Grande do Sul, afetados pela estiagem, utilizando-se como base para a investigação os decretos de situação de emergência e correlacionando com o índice de anomalia de chuvas, Gross (2016), observou que os desastres naturais estão ocorrendo com maior frequência e intensidade, reforçando a observação já apontada por Freitas (2004). A estiagem é caracterizada pela falta ou ausência de chuva, por um longo período, causando prejuízos para a agricultura, pecuária e sociedade em geral. A autora apresenta notícias de jornais que relatam os prejuízos causados pela estiagem no ano de 2009, destacando que foram afetadas aproximadamente 1 milhão de pessoas em 160 municípios do Rio Grande do Sul. Além de inferir a eficiência da utilização do índice de anomalia de chuvas, para análise de dados de precipitação e eventos extremos.

Como observado o fenômeno seca causa vários impactos ambientais, econômicos e sociais, sendo um evento de difícil detecção e previsão. Além destas dificuldades, outro fator atribuído a seca é o aumento do número de focos de calor ou focos de queimas, que se intensificam devido as condições ambientais decorrentes da seca.

2.3.3. Queimadas e Focos de Calor

O fogo é um agente de desequilíbrio ambiental, que ao mesmo tempo que é um fenômeno natural é também causado pelo homem, a utilização de queimadas na preparação e limpeza do solo é uma prática utilizada nos diferentes sistemas de produção, desde os de caça e coleta dos indígenas como nos sistemas de manejo agrícolas mais intensificados e na expansão de fronteiras de ocupação humana. (MIRANDA, CAPUTI e FERREIRA, 1998), (FRANÇA, 2000), (PEREIRA e SILVA, 2016), (FERNANDES, *et al.*, 2019).

Estes processos, mesmo utilizados de forma controlada, traz diversos problemas ambientais e econômicos, atingindo níveis globais, com danos a fauna e flora, empobrecimento e erosão do solo, poluição atmosférica, danos à saúde, limitações e acidente no tráfego, destruição de patrimônio, seja ele, público ou privado, entre outros. A intensificação das queimadas tem sido objeto de preocupação por governos e entidades não governamentais. (MIRANDA, CAPUTI e FERREIRA, 1998), (GONTIJO, *et al.*, 2011), (CARDOSO, *et al.*, 2013), (FERNANDES, *et al.*, 2019).

Santos, Bahia e Teixeira, (1992), Gonçalves, (2005) e Lopes, Glória e Ribeiro, (2018) conceituam as queimadas como sendo os incêndios provocados por ações antrópicas, sejam elas propositalis ou não, geralmente utilizadas para a eliminação da vegetação para a agricultura ou pecuária. O incêndio florestal é o fogo descontrolado sobre a vegetação podendo ser causado de forma natural através da incidência de raios solares, descargas atmosféricas, erupções vulcânicas ou através de ações antrópicas. Entretanto, a maioria dos casos a ignição dos incêndios são de origem humana.

Como apontado por Gonçalves, (2005):

Embora muitos autores possam incriminar os fenômenos climáticos como “La niña” e “El niño” como possíveis responsáveis pelos incêndios tidos como naturais, na realidade a ignição é, na maioria dos casos, de origem humana: uma fagulha na floresta, um assentamento de migrantes clandestinos, uma empresa madeireira, uma estrada aberta para este fim, uma nova clareira no coração da mata para sediar uma fazenda de criação de gado. Hoje mais do que ontem, os incêndios acidentais têm o dedo do homem. Uma coivara¹ para limpeza de terreno pode destruir uma mata inteira se o vento estiver em direção não apropriada. (GONÇALVES, 2005).

Porem a identificação de uma queimada ou incêndio florestal não é uma tarefa muito fácil, principalmente em um país com dimensões continentais como o Brasil. Segundo França (2000), Darcie, (2002) e Gontijo, *et al.*, (2011), a partir de meados da década de 80, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, utilizando dados dos satélites meteorológicos da série NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), começou o monitoramento diário de focos de calor, no território brasileiro, permitindo a quantificação e localização geográfica dos focos de calor.

¹ Coivara é um regime agrícola rudimentar tradicional de comunidades quilombolas no Brasil. Inicia-se a plantação através da derrubada da mata nativa, seguida pela queima da vegetação.

Neste sentido o sensoriamento remoto, se destaca como importante ferramenta na identificação e monitoramento de focos de calor, pela rapidez e eficiência na detecção e localização dos incêndios florestais, viabilizando ações de combate e mitigação dos danos causados, bem como ações preventivas em locais de maior ocorrência. (GONTIJO, *et al.*, 2011), (TOMZHINSKI, COURA e FERNANDES, 2011), (PEREIRA e SILVA, 2016) e (FERNANDES, *et al.*, 2019).

O sensoriamento remoto por satélite é um importante instrumento no monitoramento de focos de calor com destaque para a região Centro- oeste. Isso devido a sua grande extensão territorial (Mato Grosso, 2010). Ele permite detectar e localizar em tempo real focos de calor (Granemann & Carneiro, 2009), além disso, amplia a área de estudo e controle do território não só regional como também nacional. (CARDOSO, *et al.*, 2013).

Como apontado por França, (2000), Darcie, (2002), Gontijo, *et al.*, (2011), Cardoso, Souza *et al.*, (2013), devemos observar que nem todos os focos de calor são incêndios, e que nem todos os incêndios são detectados pelos sensores dos satélites. Os focos de calor são pontos geográficos na superfície do solo, captados por sensores abordo de satélites, que quando detectados estão com temperatura acima de 47°C e em uma área mínima de 900 m². Com relação a detecção dos focos de calor Cardoso, *et al.*, (2013), faz a seguinte observação:

É importante ressaltar que, os dados fornecidos pelo INPE são oriundos de satélites que possuem sensores óticos operando na baixa termal-média de 4µm (Mato Grosso, 2010). A relação foco versus queimada não é direta nas imagens de satélite, pois um foco indica a existência de fogo em um elemento de resolução da imagem (pixel), que varia de 1km x 1km até 5 km x 4 km (INPE,2013). Portanto, em um pixel podem ocorrer várias queimadas pequenas, e vários pixels podem detectar uma única queimada grande (Mato Grasso,2010). Sendo assim, a detecção de queimadas pode ser prejudicada quando: (i) há frentes de fogo com menos de 30 m; (ii) o fogo ocorre apenas no chão de uma floresta densa, sem afetar a copa das árvores; (iii) há nuvens cobrindo a região (nuvem de fumaça não atrapalham); (iv) a queimada é de pequena duração, ocorrendo entre as imagens disponíveis; (v) ocorre fogo em uma encosta de montanha, enquanto que o satélite só observou do outro lado(INPE,2013). (CARDOSO, *et al.*, 2013)

Cardoso, *et al.*, (2013), observa também que existem duas linhas de pesquisa relacionadas a detecção e monitoramento de queimadas, uma referente a detecção de focos de calor, geralmente associada a fogos ativos, que utilizam as bandas espectrais do infravermelho termal e outra relacionada a espacialização e quantificação das áreas afetadas pelas queimadas, utilizando bandas espectrais da região visível e ou as bandas espectrais do infravermelho termal.

Contudo isto evidencia as vantagens da utilização dos dados de sensores de satélite, associadas as ferramentas de geoprocessamento, trazendo agilidade no processamento de um grande volume de dados, gerando informações, precisas e detalhadas, para um apronta ação de combate e mitigação dos efeitos das queimadas. Em suma, conforme evidenciado nesta breve

revisão bibliográfica, o clima influencia nas mais diversas formas os processos sociais, ambientais e econômicos. Dentre os elementos do clima que atuam nos sistemas ambientais a precipitação aparece em destaque. Portanto fica evidenciado a necessidade de estudos sobre a precipitação e sua dinâmica sobre determinada região.

2.4. O ESTUDO DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

A precipitação ou chuva é o processo onde a umidade contida na atmosfera atinge gravitacionalmente a superfície terrestre. Isto é, a água que pelo processo da evaporação subiu para atmosfera, retorna a seu estado líquido pelo processo de condensação na atmosfera e assim formando as nuvens, após a coalescência destas partículas de água, aumentando seu volume até que atinjam o ponto de precipitação e sob a ação da força gravitacional vençam a ação das correntes de ar ascendentes e alcancem a superfície.

O ar frio que vem na retaguarda, alimentando este sistema, por ser ligeiramente mais denso, avança pelo continente sul-americano em forma de cunha elevando o ar mais quente do sistema tropical que se encontra em sua trajetória. A elevação resulta em da parcela de ar deslocada pelo ar mais denso. O ar deslocado resfriamento adiabático termina por atingir a temperatura do ponto de orvalho. O excedente de vapor, associado à presença de núcleos higroscópicos, passa para a fase líquida formando as nuvens. Caso as gotículas atinjam tamanho suficientemente grande, a força de gravidade as arrasta para o solo vencendo a força de ascensão que as mantém em suspensão dando origem a chuvas e eventualmente chuviscos. (GALVANI e AZEVEDO, 2003)

Como exposto anteriormente, através da elevação do vapor de água para a atmosfera é que se formam as nuvens, Torres e Machado, (2011), apresentam a normalização da classificação dos tipos de precipitação, de acordo com a maneira de elevação do ar que originou a precipitação, sendo elas Chuvas Convectivas ou de Convecção, Orográficas ou de Relevo ou Chuvas Frontais ou Ciclônica.

Segundo Ayoade (1996), Varejão-Silva (2006) e Torres e Machado (2011), as precipitações do tipo convectivo ou de Convecção são formadas a partir do movimento vertical de uma massa de ar úmido em regiões quentes, sendo comum em regiões quentes e úmidas. Com o aumento da concentração do vapor d'água ou resfriamento da massa de ar, ocorre a saturação do ar, resultando em chuvas pesadas e intensas, frequentemente acompanhadas de trovões, embora de curta duração.

Quanto às precipitações Orográficas ou de Relevo, Mendonça e Danni Oliveira, (2007) e Torres e Machado, (2011), descrevem que estas ocorrem quando uma massa de ar úmido é forçada através da circulação atmosférica a subir até grandes altitudes ao se encontrar com

obstáculo do relevo, este ar úmido resfria adiabaticamente nos níveis mais elevados, tendendo a produzir chuvas. Estas chuvas são mais intensas nas vertentes a barlavento, pois nas vertentes a sotavento o ar é menos úmido e é forçado a descer dificultando a formação de nuvens e assim diminuindo a ocorrência de chuvas.

As precipitações do tipo Frontal ou Ciclônica, segundo Torres e Machado, (2011), são mais comuns em áreas de média latitude, no período do inverno, elas são formadas por um movimento de ar vertical em grande escala, esta associação de massas de ar de regiões de alta pressão para regiões de baixa pressão é causada pelo contraste de temperaturas entre as massas de ar atuantes, se a massa de ar que avança é fria, o resultado é uma chuva de frente frontal fria, da mesma forma que se a massa que avança é quente, teremos uma chuva de frente frontal quente. Com o lento resfriamento do ar, ocorre a saturação e posterior condensação do vapor d'água, e conseqüentemente, as chuvas frontais.

Como verificado existem vários fatores que influenciam a distribuição da precipitação, e o conhecimento destes fatores é de grande importância nos estudos geográficos, dentre estes fatores podemos citar a latitude, distância do mar ou de fontes de água, altitude, orientação das vertentes montanhosas, a vegetação da área, entre outras. Contudo, para se elaborar estudos sobre o clima se faz necessário fazer uso das informações por ele apresentadas, estas informações são coletadas das variáveis climáticas.

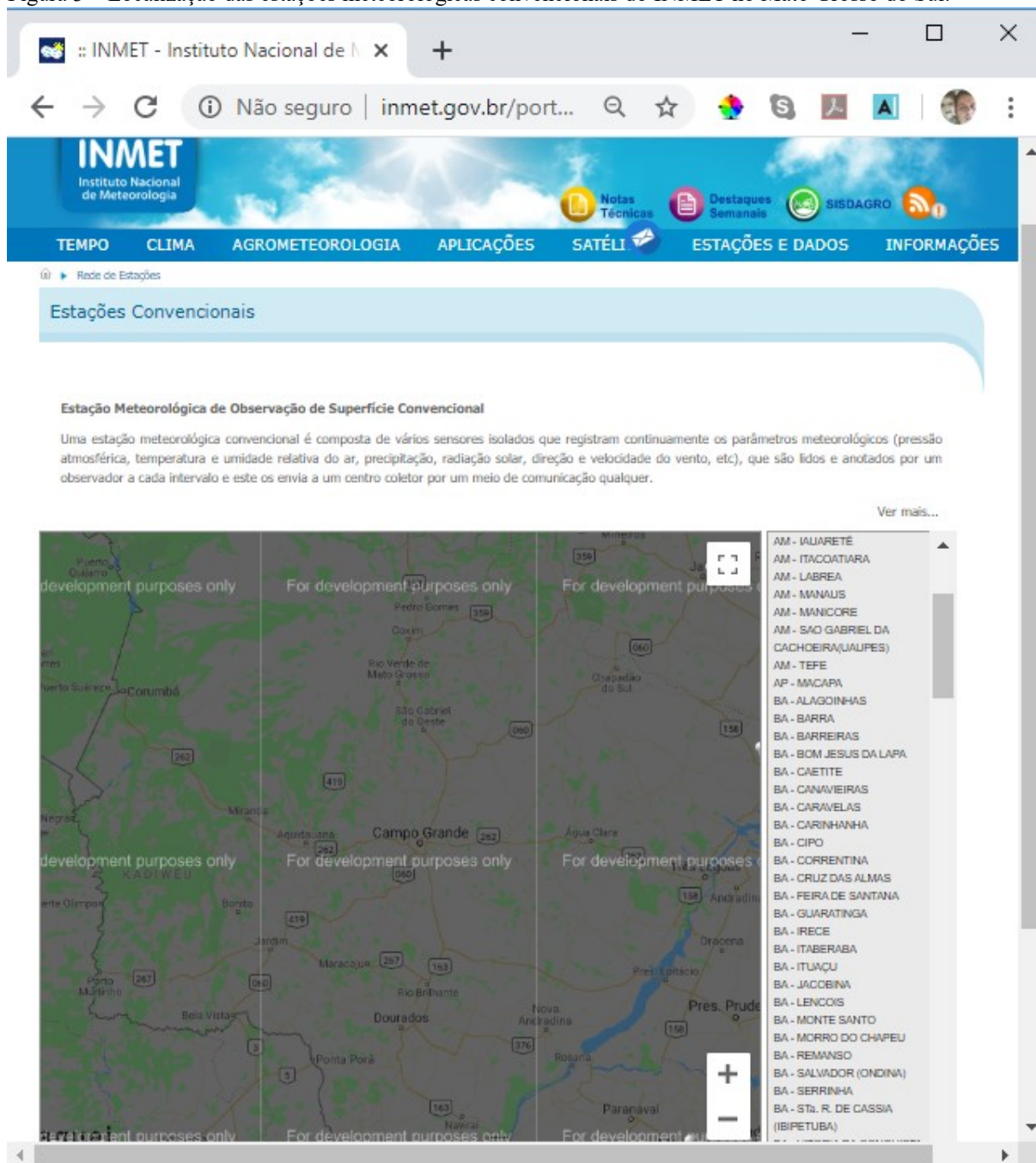
Oliveira, (2009), nos apresenta a importância do estudo das variáveis climáticas:

Entendemos que o conjunto de dados das variáveis climáticas é fundamental aos estudos que tratem sobre a temática que envolve o clima e seus atributos, não só na Geografia, mas nas diversas áreas do conhecimento, como a medicina, a agronomia, a arquitetura, entre outras. Apenas a partir de um conjunto de dados diversificados e confiáveis os pesquisadores podem dar sustentação aos seus estudos, que apoiados em um vasto campo teórico-conceitual criam condições para se chegar a construção de novos caminhos metodológicos que contribuam para o desenvolvimento da sociedade (OLIVEIRA, 2009).

Estas variáveis são coletadas, em sua maioria em observações locais, entretanto com o avanço tecnológico surgiram outras possibilidades de observações, como as de superfície, que se realizam através das estações meteorológicas que possuem um conjunto de instrumentos capazes de medir as variáveis climáticas, podendo ser convencionais ou automáticas. Segundo Torres e Machado, (2011) e Ynoue, *et al.*, (2017), mede-se nestas estações a direção e velocidade do vento, temperatura do ar, umidade relativa do ar, chuva, pressão atmosférica, nuvens, geadas, temperatura do solo, evapotranspiração, orvalho, evaporação e radiação solar.

Nas estações convencionais segundo Ynoue, *et al.*, (2017), os instrumentos são instalados em abrigo meteorológico com ventilação adequada que fornecem proteção aos sensores, da incidência da luz do sol. Estes instrumentos podem ser internos ou externos dependendo da variável que registra. Outro fator relevante sobre o modelo convencional é a necessidade de um técnico especializado para fazer a leitura e registrar os dados coletados.

Figura 3 – Localização das estações meteorológicas convencionais do INMET no Mato Grosso do Sul.

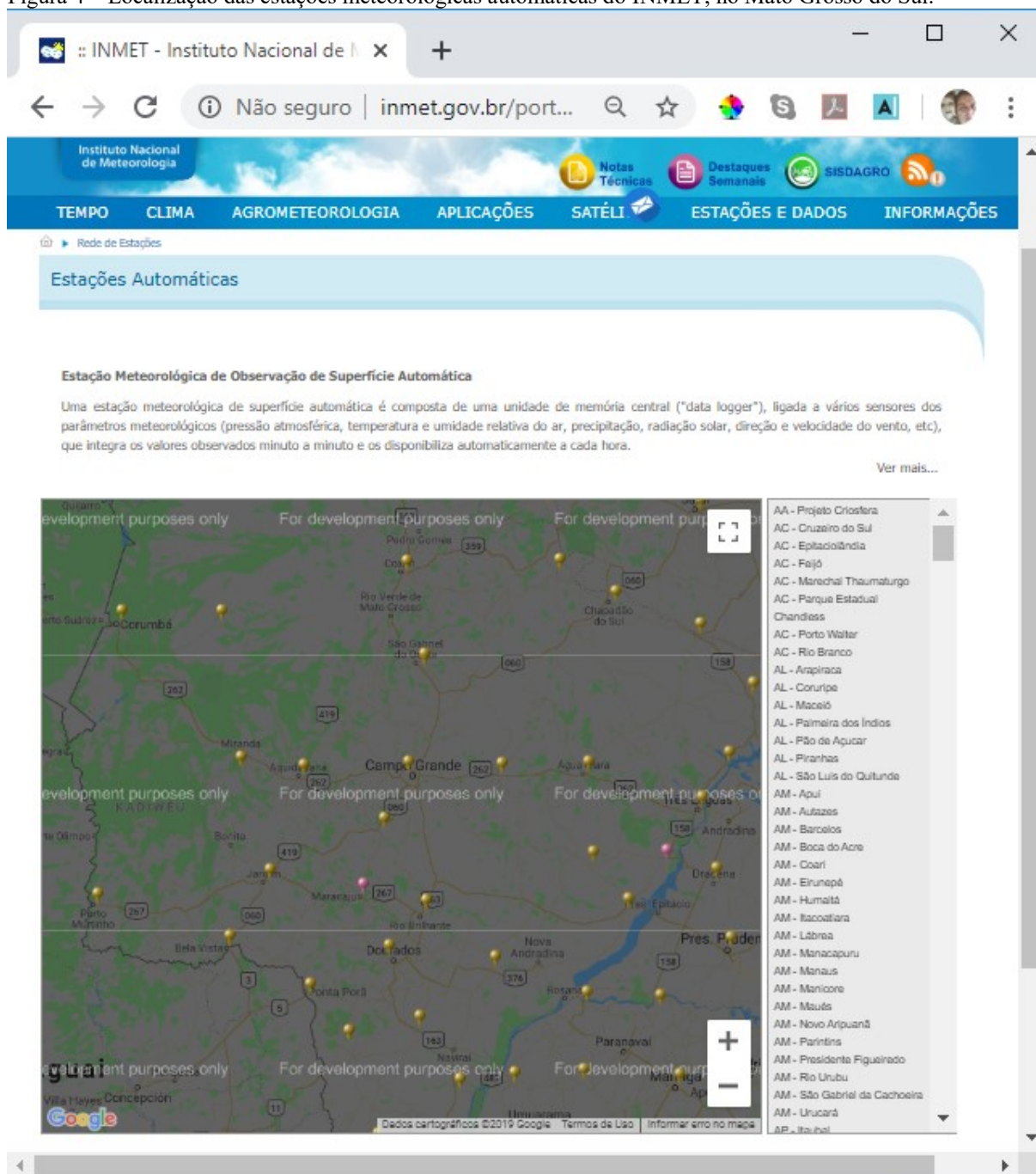


Fonte: (INMET, 2019)

Sobre as estações automáticas ou plataforma de coleta de dados (PCD), Ynoue, *et al.*, (2017), a descrevem como uma torre, dotada de sensores automáticos de medidas, capazes de

registrar as variáveis climáticas, e armazenar seus dados em um banco de memória, estas podem ser ligadas a um sistema computacional ou a um satélite de coleta de dados.

Figura 4 – Localização das estações meteorológicas automáticas do INMET, no Mato Grosso do Sul.



Fonte: (INMET, 2019)

Segundo Varejão-Silva, (2006), para que se possa quantificar uma precipitação, existe a necessidade de se coletar esta água para que se possa aferir sua grandeza, os equipamentos utilizados para medir a precipitação é o pluviômetro ou pluviógrafo.

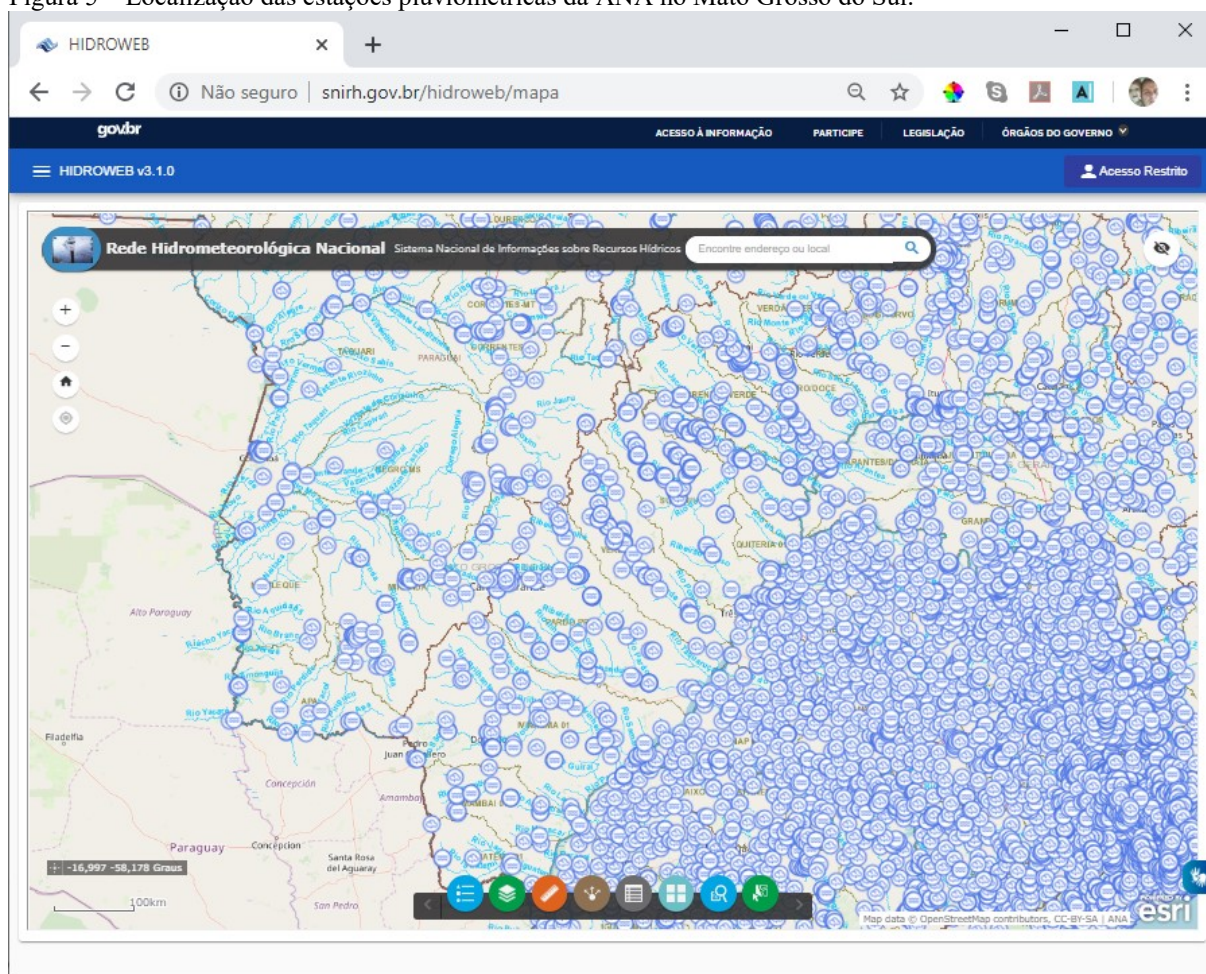
O pluviômetro é um instrumento utilizado para coletar e medir as precipitações pluviométricas. Varejão-Silva (2006), Torres e Machado, (2011) e Ynoue, *et al.*, (2017), observam que nestes instrumentos a quantidade de água captada é mostrada em milímetros (mm), por exemplo uma chuva de 1 mm por minuto, é equivalente a 1 litro de água por minuto em uma área de 1 metro quadrado (m^2). Existem muitos tipos de pluviômetros, os principais tipos são: os convencionais – que armazenam a quantidade de precipitação e a sua medição é feita e anotada manualmente, os semiautomáticos – que medem e armazenam a informação sobre a quantidade de precipitação e sua leitura é feita por meio de um painel digital e os automáticos – que medem, armazenam e transmitem automaticamente a informações coletadas sobre a precipitação.

Estes dados são coletados em horários pré-definidos, seguindo as orientações da Organização Mundial de Meteorologia - OMM, que estabeleceu horários padrão a fim de se possuir dados do mesmo horário de referência, em todos os pontos de coleta. Ynoue, *et al.*, (2017), apresenta este padrão, que é adotado pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, em suas estações meteorológicas.

Assim, em todas as estações meteorológicas pertencentes a sua rede, as observações são realizadas no tempo médio de Greenwich (TMG), comumente chamado de tempo universal coordenado (em inglês, coordinated universal time - UTM) ou ainda de tempo Zulu (Z). Os horários das observações são 00, 06, 12, e 18 UTC. Por exemplo 12 UTC corresponde às 9 horas do horário de Brasília ou as 10 horas do seu horário de verão. (YNOUE, *et al.*, 2017).

Após a coleta estes dados são processados e, enviados para o armazenamento em bancos de dados, diversas instituições públicas e privadas mantém redes de estações meteorológicas, no Brasil, em se tratando de dados pluviométricos citamos como exemplo o Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, e a Agência Nacional das Águas – ANA, que além de possuírem uma grande rede de estações meteorológicas, disponibilizam seus dados através de sites na internet.

Figura 5 – Localização das estações pluviométricas da ANA no Mato Grosso do Sul.



Fonte: ANA (2018)

Contudo, mesmo estas grandes redes de estações, conforme os relatos de Parra, (2001) e Zavattini, (2009), a instalação destas está condicionada ao povoamento, somado ao perfil das atividades econômicas, em grande parte voltadas para a pecuária, e sendo o Mato Grosso do Sul um Estado onde a sua ocupação foi tardia. Estas redes de estações no estado possuem limitações, tanto na distribuição espacial, quanto nas lacunas das séries temporais, sendo estas falhas na coleta ou curto espaço de instalação.

Estas limitações impactam em grande parte dos estudos, pois se faz necessária a utilização de estações vizinhas para espacialização e preenchimento dos dados, principalmente no tocante a dados pluviométricos. E, mesmo com estas limitações existe, porém, a necessidade de estudarmos e entendermos o clima de nossa região.

Como observado anteriormente, a atmosfera é extremamente dinâmica e de grande complexidade, eventos atmosféricos podem causar sérios impactos para os sistemas ambientais e para a sociedade, dentre estes podemos destacar as secas, os veraneios e as estiagens, as

cheias, as geadas, granizos, ondas de calor, ventos excessivos entre outras intempéries, todos estes eventos tem algo em comum, são dependentes do clima e sua variabilidade.

As variações climáticas sazonais são responsáveis pela variação da precipitação, esta é um dos fatores que controla o ciclo hidrológico de uma bacia hidrográfica, exercendo assim grande influência em sua paisagem e impactando nos aspectos ecológicos, socioeconômicos e culturais, devendo ser compreendida e considerada nos programas de desenvolvimento do padrão e qualidade de vida da população.

2.4.1. A Variabilidade Climática

Como conceito de variabilidade climática, Confalonieri, (2003), nos apresenta a seguinte definição:

Devemos, inicialmente, fazer a conceituação da *Variabilidade Climática*, entendida como uma propriedade intrínseca do sistema climático terrestre, responsável por oscilações naturais nos padrões climáticos, observados em nível local, regional e global. A variabilidade não deve ser confundida com a *Mudança climática global*, que é consequente ao aumento global de temperatura provocado por emissões antropogênicas de gases causadores do efeito estufa... (CONFALONIERI, 2003).

Como descrito anteriormente por Ayoade, (1996) e Confalonieri, (2003), a variabilidade climática se define pela variação das condições climáticas em torno da média Climatológica. Quando ocorrem eventos climáticos que se desviam muito em relação à média climatológica estes podem ser considerados como anomalias ou eventos extremos, para exemplificar podemos citar entre eles as inundações anormais e grandes períodos de seca, ondas e focos de calor, entre outros. Vale salientar as considerações de Gobo e Riffel (2011), que destacam que em estudos recentes as ações antrópicas servem como potencializadores dos eventos extremos e desastres naturais.

Outro elemento que afeta a variabilidade climática são os fenômenos El Niño e La Nina, que são o aquecimento ou resfriamento fora do habitual, das águas superficiais na porção leste e central do oceano Pacífico equatorial, ou seja, região do Pacífico Equatorial, entre a Costa Peruana e no Pacífico oeste próximo à Austrália. O El Niño e La Nina, são fenômenos oceânico-atmosférico, associado às alterações dos padrões normais da TSM (temperatura da superfície do mar) e dos ventos alísios na região do Pacífico Equatorial, que afeta o clima regional e global, mudando a circulação geral da atmosfera, também é um dos responsáveis por anos considerados secos ou muito secos nos episódios de La Nina e úmidos ou muito úmidos nos episódios de El Niño. (GRIMM, *et al.*, 1998), (MARCUIZZO, OLIVEIRA e CARDOZO, 2012), (OLIVEIRA, MARCUIZZO e BARROS, 2015), (COSTA, 2017), (INPE, 2018).

Os efeitos do El Niño no Brasil podem causar prejuízos e benefícios. Mas, os danos causados são superiores aos benefícios. Em cada episódio do El Niño é observado na região sul um grande aumento no volume de chuvas. As temperaturas também mudam nas regiões Sul e Sudeste, onde é observado inverno mais ameno na região Sul e no Sudeste as temperaturas ficam mais altas em relação a normal. No setor leste da Amazônia e na região Nordeste ocorre uma diminuição nas chuvas e a ocorrência das secas. (GRIMM, *et al.*, 1998), (OLIVEIRA, MARCUZZO e BARROS, 2015), (INPE, 2018).

Para a região Centro Oeste, existem poucos trabalhos sobre a influência dos impactos dos fenômenos El Niño e La Nina, e os fenômenos não apresentam a mesma intensidade como as registradas nas outras regiões brasileira. Em seus estudos os autores, Grimm, *et al.*, (1998), Oliveira, Marcuzzo e Barros, (2015) e Oliveira e Marcuzzo, (2016), apontam que a existe uma alteração da pluviosidade nos períodos dos eventos, porem estas alterações podem ser explicadas pela própria dinâmica da região, não tendo como afirmar a relação direta do impacto fenômenos El Niño e La Nina na região.

Para Medeiros, (2014), as anomalias climáticas podem desestruturar tanto o sistema ambiental como o sócio econômico. Confalonieri, (2003) destaca em seu trabalho que o clima atua de forma continua na saúde humana. Influenciando de duas formas, nos fenômenos biológicos, através do ciclo de vida de vetores de agentes infecciosos envolvidos na transmissão de doenças, e de forma episódica através dos eventos extremos, tais como inundações, deslizamentos de terra, a seca. Estes eventos meteorológicos extremos podem desencadear epidemias de doenças infecciosas, como por exemplo a leptospirose, que é uma doença de veiculação hídrica disseminada pela água das inundações.

Freitas, (2004), ao desenvolver um Sistema de Suporte à Decisão para a previsão de secas e apresentar sua aplicabilidade na gestão hidro energética de auxílio para o nordeste do Brasil. Utilizou-se da adaptação de índices e modelos estatísticos, para o acompanhamento das características básicas dos períodos de seca. Para identificar as causas e desenvolver novos métodos de previsão de seca, analisou o fenômeno de circulação global ENSO (El Niño-Southern Oscillation), utilizando, dados de precipitação, temperatura e pressão do ar do Oceano Pacífico. Modelando estes dados baseando-se nos excessos de precipitação e adotando um índice de seca representando o valor acumulado de um longo período de déficit de umidade. Para o autor a utilização deste índice é vantajosa pois mesmo que as séries de precipitação possuam falhas estas poderão ser utilizadas na determinação de um índice regional.

Araújo, Moraes Neto e Sousa, (2009), analisaram a influência da variabilidade climática quanto a classificação e variabilidade das precipitações na bacia hidrográfica do rio Paraíba, para tanto utilizaram de um modelo estatístico para classificar os anos secos e úmidos. O modelo empregado foi o Índice de Anomalia de Chuva (IAC), na série histórica de 1910 a 2004. Nesta análise observaram 44 anos com valores de índices e positivo, variando entre chuvoso e muito chuvoso e 46 anos de índice negativo classificados entre seco e muito seco. Os autores verificaram o predomínio de índices positivos até a década de 50, entre as décadas de 50 e início de 60, a alternância para o predomínio de índices negativos, no início da década de 60 voltou o predomínio de índices positivos. Após estas janelas de variação, o padrão se normaliza voltando novamente a ter alternância entre anos secos e úmidos ao longo da série.

Ao discutir a importância dos dados das variáveis climáticas nas pesquisas em Geografia, Oliveira, (2009), direcionou foco na precipitação pluviométrica. Para demonstrar sua tese e a importância da análise dos elementos meteorológicos nas pesquisas, levantou uma série histórica de precipitações. Para esta análise foram confeccionando gráficos dos totais pluviométricos anuais, mensais e diários, criados cenários para o estudo dos eventos climáticos ocorridos, para o planejamento agrícola. Foi constatado que uma pequena variabilidade nos padrões médios da precipitação mensal, dentro da normalidade para o período. Porém, ao analisar o gráfico da média mensal de um ano, observou-se uma variação significativa, indicando déficit hídrico para alguns meses e outros com valores acima da média. Correlacionando a produção agrícola deste ano com anos anteriores e posteriores verificou-se um decréscimo na produção. Em suas conclusões reforçou a importância das variáveis climáticas nos estudos, não só na Geografia, mas em todas as áreas de estudo.

Estudando a distribuição espaço-temporal e sazonal da precipitação pluviométrica de três décadas no bioma do Pantanal brasileiro, Cardoso e Marcuzzo, (2010), contataram uma série histórica de 30 anos de 12 estações pluviométricas, no período de 1977 a 2006. Como metodologia utilizaram-se da interpolação matemática Spline de Tensão. Destes dados coletados foram gerados nove mapas, sendo três representando as décadas para quantificar e espacializar a precipitação pluviométrica no período e outros seis mapas para analisar a sazonalidade dos períodos secos e úmidos. Desta análise observou-se que no período úmido que compreende os meses de setembro a maio, não houve alteração significativas na distribuição espacial da precipitação, porém na estação seca, que compreende os meses de junho a agosto, registraram-se as maiores anomalias, tanto na variação espacial quanto na quantitativa.

Santos *et al.*, (2011), buscou analisar a variabilidade da precipitação, no período de 1961 a 2008, sob o ponto de vista hidrológico/meteorológico em duas regiões da bacia Hidrográfica do rio São Francisco, aplicando o índice de anomalia de Chuva - IAC, na escala mensal, para avaliar os eventos extremos de cheias e secas. Neste estudo os autores evidenciaram uma maior incidência de anos secos, na região semiárida, do que anos úmidos, explicando porque os fenômenos de seca na região implicam em maiores prejuízos do que os causados pelas inundações. Destacaram a eficiência do método para determinar a duração e intensidade dos eventos, quanto na definição das áreas atingidas pelo fenômeno.

Frontão e Zavattini, (2016), analisando a distribuição temporal e espacial das precipitações na região metropolitana de São Paulo e no Sistema Cantareira, entre os anos de 1985 e 2014, propuseram a caracterização de anos padrão para a identificação de anos habituais, ou de eventos extremos secos ou chuvosos. Para esta análise fez-se necessária a correção de falhas dos dados pluviométricos, onde utilizaram a técnica da média dos três postos mais próximos. Aplicando modelos matemáticos, classificaram e analisaram a partir do número total de dados e o volume de precipitação compreendido no intervalo, gerando assim um histograma da frequência de dados. A partir deste histograma e da aplicação de métodos geoestatísticos, foram gerados mapas de distribuição das chuvas, em nível anual, representando os intervalos de classe. Destes mapas foram analisados a distribuição espacial e a variabilidade das precipitações, além de comparar, nos anos, a incidência de anos secos, habituais e chuvosos.

3. METODOLOGIA

3.1. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA ÁREA DE ESTUDO

3.1.1. Contexto geográfico da área

A bacia hidrográfica do Rio Nioaque (Figura 1), está localizada no Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. A área de estudo está compreendida pelos paralelos 20°35' e 21°35' S e meridianos 55°30' e 56°10' W.G., e com uma área de aproximadamente 3260 km², compreende além de áreas do município de Nioaque, também dos municípios de Maracaju e Anastácio. Segundo Leite e Rosa, (2009) e Falcão e Leite, (2018), o Rio Nioaque tem grande importância como afluente da margem direita do Rio Miranda, este por sua vez é um importante afluente da margem esquerda do Rio Paraguai. A Bacia hidrográfica do Rio Nioaque exerce papel importante como tributário Rio Miranda, carreando sedimentos e poluentes das diversas e complexas formas de uso e ocupação da terra no interior de sua bacia.

3.1.2. Aspectos geológicos e geomorfológicos

De acordo com Brasil, (1982), citado por Leite e Rosa, (2009), A geologia da bacia hidrográfica do Rio Nioaque compreende rochas do Grupo São Bento, da Formação Serra Geral e Formação Botucatu, também Formação Aquidauana, Aluviões Atuais e rochas do Grupo Cuiabá. A Figura 06, apresenta a transição do planalto para a planície pantaneira.

Figura 6 – Alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque, em segundo plano áreas com relevo acidentado, compreendendo a transição Planalto – Depressão. Em primeiro plano áreas com uso pela pecuária, coberta por pastagem e com pequenas áreas de mata nativa.



Fonte: próprio autor, (2019).

Segundo Falcão e Leite, (2018), a bacia hidrográfica do Rio Nioaque é formada predominantemente por solos classificados como: Latossolo Vermelho Distrófico, Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico, Neossolo Litólico Eutrófico, Nitossolo Vermelho.

Segundo Embrapa, (1999) e Falcão e Leite, (2018) Latossolo Vermelho Distrófico que apresenta baixa erodibilidade, profundos e bem drenados, com alto grau de intemperismo. O Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico, é um solo de baixa fertilidade, e ocorrem em áreas de relevos mais acidentados e dissecados, são suscetíveis a erosão, este estão situados na porção norte abrangendo a foz da bacia. O Neossolo Litólico Eutrófico, são solos rasos onde geralmente a soma dos horizontes sobre a rocha não ultrapassa 50 cm, estando associados normalmente aos declives mais acentuados, e apresentam alta fertilidade, localizados ao sul da bacia, próximos as serras com declive acentuado. O Nitossolo Vermelho, associado a relevos acidentados, apresentam alto risco de erosão, são derivados de rochas básicas e ultrabásicas, com diferenciação de horizonte pouco notável.

3.1.3. Aspectos da cobertura vegetal

Segundo Brasil, (1982), citado por Leite e Rosa, (2009), a formação vegetal da bacia hidrográfica apresenta áreas com remanescentes de Floresta Estacional Semi-Decidual, Savana-Cerrado e áreas de tensão entre Savana Arbórea Densa e Floresta Estacional, em áreas com uso

antrópico, estas são ocupadas por pastagens naturais ou antrópicas, predominantemente por gramíneas e forrageiras para pastoreio, característica de uso da pecuária, (Figura 07), há também áreas ocupadas por culturas anuais, perenes, irrigadas ou não.

Figura 7 – Médio curso da bacia em primeiro plano áreas com uso pela pecuária, coberta por pastagem; com relevo acidentado.



Fonte: (LEITE, 2019).

3.1.4. Aspectos climáticos

Segundo Nimer, (1977), o clima na região Centro-Oeste é homogêneo, com um ritmo climático tipicamente tropical, onde a máxima pluviométrica ocorre no verão e o período de seca, no inverno. Zavattini, (2009), define que as condições climáticas do Estado de Mato Grosso do Sul, são semelhantes à da região Centro-Oeste, onde ocorrem dois tipos climáticos o Clima tropical Úmido - AW, de maior abrangência no Estado, caracterizado por uma estação chuvosa no verão e seca no inverno e o Clima Subtropical Úmido - CWa, caracterizado pela temperatura do mês mais quente superior a 22°C e com temperatura média no mês mais frio é abaixo de 18°C, mas a temperatura mínima média nos meses de inverno é maior de -3°C.

Em relação a nossa área de estudo, Zavattini, (2009), explica que as frequências de participação das correntes do Sul mantêm-se de (40 a 50%), embora a ação das massas polares modificadas ou topicalizadas (PV/PVC) encontra-se em torno de (15 a 25%), o que é compensado pelo maior número de dias de atuação do eixo principal da FPA.

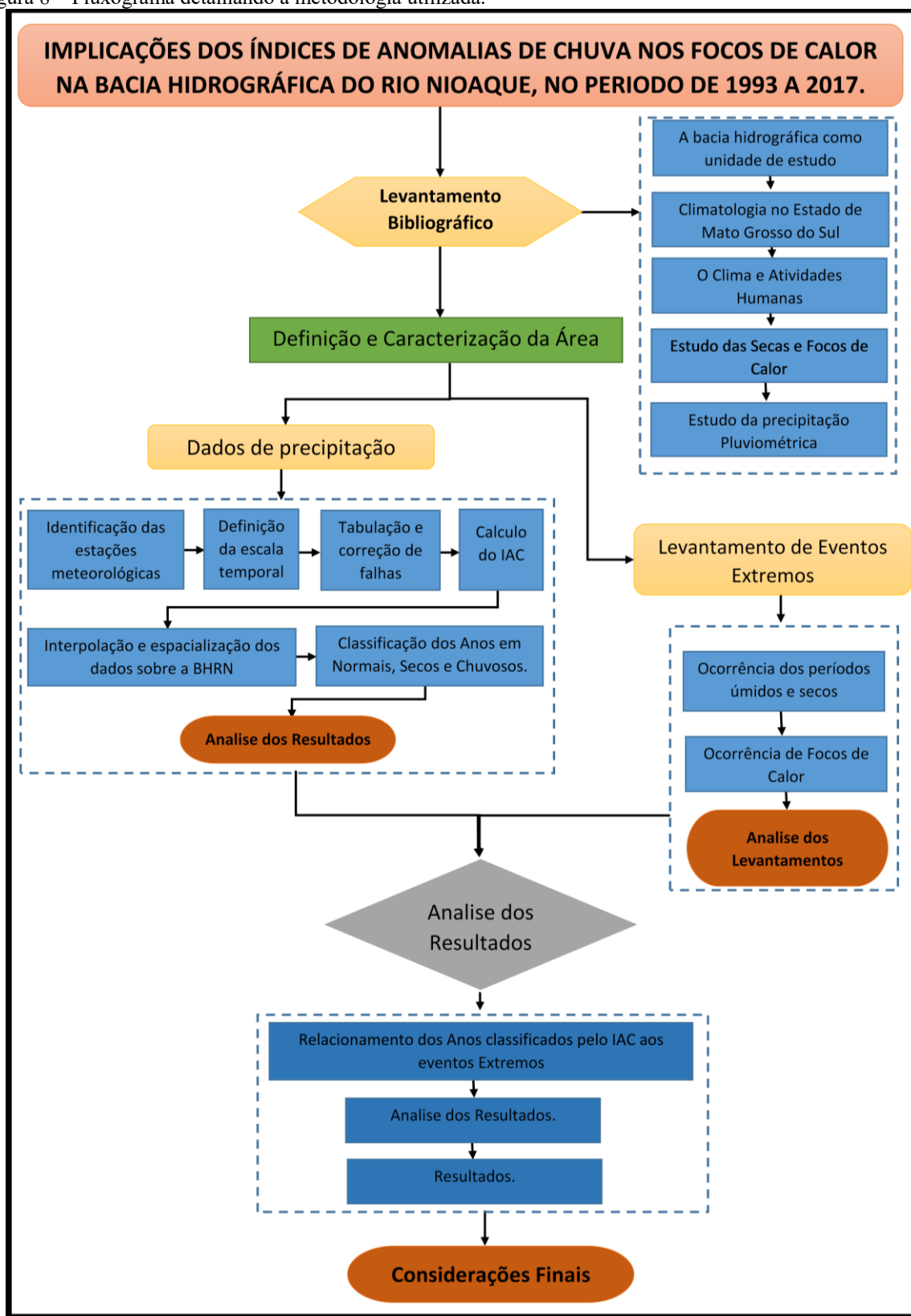
Zavattini, (2009), observa também um sensível aumento da participação da corrente de oeste (de 20% a 30%), ao lado de uma diminuição da frequência das correntes de leste, com a massa tropical atlântica (TA/TAC), nunca ultrapassando os 15%.

Segundo Embrapa, (2007), o município de Nioaque caracteriza-se por apresentar um clima tropical seco e com temperatura média do ar em todos os meses do ano superior a 18 °C, sem estação de inverno e muita chuva, com estação seca definida, classificado como Aw, segundo a classificação de Koppen, comprovando a afirmação de Zavattini, (2009). A temperatura média anual é de 23,3°C e a precipitação média anual é de 1.126 mm. A precipitação total do mês mais seco é muito baixo (14 mm) e as maiores precipitações estão concentradas nos meses de outubro a abril.

3.2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a elaboração da pesquisa sobre as anomalias de chuva e suas implicações na bacia hidrográfica do rio Nioaque, além do levantamento bibliográfico, efetuamos a visita à área da bacia para conhecimento e um melhor entendimento da realidade local, além da execução dos procedimentos metodológicos efetuados conforme o fluxograma exposto na Figura 08.

Figura 8 – Fluxograma detalhando a metodologia utilizada.



Fonte: o próprio Autor.

Para a execução dos procedimentos descritos no fluxograma acima, foram utilizados os seguintes materiais:

Os dados de precipitação pluviométrica disponibilizados pela Agência nacional das Águas - ANA, e pelo Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, das estações pertencentes e circunvizinhas à bacia em estudo.

A definição da série histórica a ser trabalhada se deu a partir dos dados de precipitação disponíveis nestas estações. Para a análise e tratamento estatístico dos dados, cálculo do IAC e geração dos gráficos foi utilizado o software Microsoft Excel 2013[®].

Na análise preliminar, verificou-se que haviam falhas nos dados, sendo necessário o preenchimento das falhas na série histórica. Para este preenchimento, e elaboração dos produtos cartográficos, delimitação e localização das estações pluviométricas foi utilizado o software SPRING 5.5 e o software ARCGIS 10.2.

Os dados referentes aos focos de calor, são disponibilizados no Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, o período da série histórica analisada se deu a partir da série histórica disponibilizada no referido site.

3.2.1. A coleta, organização, tabulação e preenchimento de falhas do banco de dados pluviiais

Para a análise da distribuição espacial de anomalias da chuva na bacia hidrográfica do rio Nioaque, inicialmente efetuou-se um levantamento das estações pluviométricas que compõem a bacia do rio Nioaque e as estações situadas em suas imediações. Utilizando-se do sistema Hidroweb, disponível nos sites da Agência Nacional de Águas – ANA, figura 04 e do Mapa de estações automáticas, disponível no site Instituto Nacional de meteorologia – INMET, Figura 03. Foram selecionadas 17 estações, conforme dispostas nos quadros abaixo.

Quadro 5 – Lista de estações pluviométricas na bacia Hidrográfica do Rio Nioaque e Circunvizinhanças/MS

Estação	Código	Coordenadas		Dados Climatológicos	
		Latitude	Longitude	Reg. Pluv.	Chuva
Aquidauana	ANA - 2055000	-20,456667	-55,671389	mar/12	1913 - 1998
Aquidauana - MS-A719	INMET - MS-A719	-20,475420	-55,784006	nov/06	2006 - 2017
Bonito	ANA - 2156000	-21,118333	-56,48	jul/68	1968 - 2018
Bonito - MS-S704	INMET - MS-S704	-21,2467	-56,4504	ago/18	2018 - 2018
Estrada MT-738	ANA - 2056003	-20,764444	-56,093056	nov/96	1969 - 2018
Fazenda Lajeado	ANA - 2055003	-20,292222	-55,445278	jan/53	1977 - 2018

Fonte: ANA, (2018), INMET, (2018), Organização do Autor.

Quadro 6 – Continuação, Lista de estações pluviométricas na bacia Hidrográfica do Rio Nioaque e Circunvizinhanças/MS

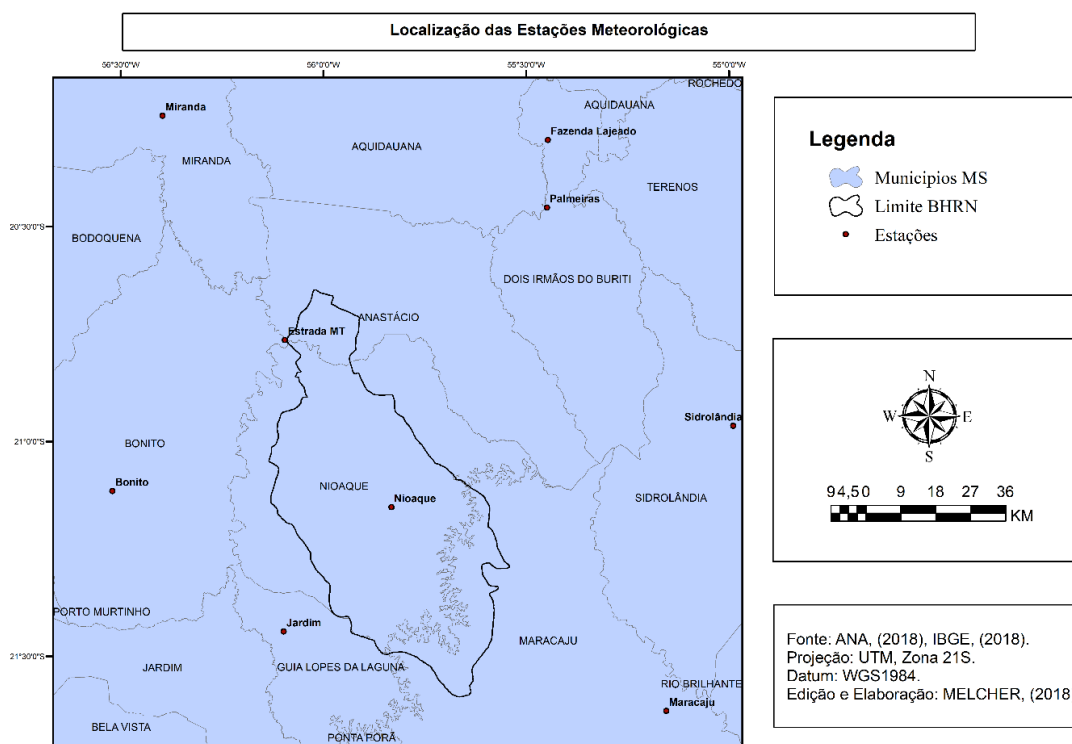
Estação	Código	Coordenadas		Dados Climatológicos	
		Latitude	Longitude	Reg. Pluv.	Chuva
Miranda - MS-A722	INMET - MS-A722	-20.395530	-56.431736	nov/06	2006 - 2017
Jardim	ANA - 2156001	-21,440556	-56,090833	jul/68	1968 - 2018
Jardim - MS-A758	INMET - MS-A758	- 21.478529	-56.137717	ago/11	2011 - 2017
Maracaju	ANA - 2155000	-21,618611	-55,136944	out/72	1972 – 2018
Maracaju - MS-A731	INMET - MS-A731	-21.609036	-55.177531	dez/06	2006 - 2017
Miranda	ANA - 2056001	-20,240833	-56,395833	nov/65	1965 - 2018
Nioaque	ANA - 2155001	-21,149167	-55,825	ago/68	1968 - 2018
Palmeiras	ANA - 2055002	-20,448889	-55,430833	nov/78	1971 - 2018
Sidrolândia - MS-A754	INMET - MS-A754	-20.981637	-54.971870	set/08	2008 - 2017
Sidrolândia	ANA - 2054021	-20,951389	-54,971667	abr/84	1984 - 2018
Cipolândia	ANA - 2055001	-20,127778	-55,393333	nov/69	1969 - 2018

Fonte: ANA, (2018), INMET, (2018), Organização do Autor.

Durante a verificação das informações organizadas nos quadros 5 e 6, inicialmente descartou-se as estações com menos de 30 anos de operação, excluindo assim as estações do INMET. Nos dados deste levantamento inicial optou-se por excluir da relação também a estação de Aquidauana, pois esta tem dados coletados até o ano de 1998, ficando então com 10 estações para o levantamento da série histórica.

A partir das estações selecionadas elaboramos um mapa para vislumbrar a posição desta estações em relação a nossa área de estudo, observamos que dentro da bacia hidrográfica do rio Nioaque, somente a estação Nioaque se encontra dentro da bacia, próximo da borda a jusante da foz encontra-se a estação Estrada MT-738, as demais estações se encontram no entorno da bacia.

Figura 9 – Localização das estações meteorológicas próximas a bacia hidrográfica do rio Nioaque/MS, em 2018.



Após a aquisição dos dados meteorológicos no sistema Hidroweb, estes foram organizados na forma de uma planilha, sintetizando os anos em que se encontravam falhas nos dados. Durante a tabulação dos dados, verificou-se também a duplicidade dos dados da ANA devido ao nível de consistência, classificados como bruto ou consistido. Entretanto os dados consistidos se apresentavam somente até o ano de 2006. Observou-se que os valores mensurados em ambos os níveis de consistência eram iguais, optando por utilizar os dados mais completos do ano, em análise.

Após a tabulação dos dados da ANA, verificou-se em várias estações a existência de falhas nas series históricas bem como e interrupção na coleta de dados. Em algumas estações as falhas compreendiam períodos de até 5 anos. Diante deste fato, optou por trabalhar com o período de maior extensão e menor número de falhas.

Figura 10 – Estação Meteorológica automática Estrada MT-738 – instalada próxima a foz do rio Nioaque/MS.



Fonte: O próprio autor.

Vale ressaltar que as estações do INMET entraram em operação a partir do ano de 2006, contendo uma série histórica muito curta para fins de estudos climatológicos, porém servem de suporte para uma possível complementação de dados em outras estações. A partir desta verificação optou-se por utilizar os dados das estações do INMET para auxiliar na complementação dos dados da série histórica.

Estes dados foram organizados em um quadro onde os anos foram classificados de acordo com os registros das estações meteorológicas, sendo estes fora de operação, completos, incompletos e sem registro de dados.

Quadro 7 - Sequência de dados das estações pluviométricas na bacia Hidrográfica do Rio Nioaque e Circunvizinhanças/MS.

Estações	Anos																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Nioaque																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													

Legenda

	Fora de Operação
	Incompleto
	Completo
	Sem dados

Fonte: ANA, (2018), INMET, (2018), Organização do Autor.

Após a análise do quadro 07, foi possível a identificação dos períodos com falhas. Verificou-se que entre os anos de 1984 e 1992 foi o período com o maior número de falhas, sendo que entre os anos de 1984 e 1988, as estações de Nioaque, Bonito, Estrada MT-738, Miranda, Palmeiras, Jardim e Cipolândia não tinham nenhum registro de dados pluviométricos.

Entre os anos de 1989 a 1992, existem estações sem nenhum registro ou com registro de somente 2 meses, para este período somente a estação de Sidrolândia contém o registro completo de dados de todos os meses, inviabilizando assim o preenchimento das falhas.

Os dados para o ano de 2018 não estavam disponibilizados em sua totalidade no site da ANA, e as estações do INMET não abrangem toda a área de pesquisa, assim optou-se por trabalhar com a série histórica de 1993 a 2017, mesmo contendo falhas estas seriam possíveis de serem preenchidas através de técnicas estatísticas ou geoestatísticas, descritas posteriormente. Assim elaborou-se um quadro contendo as estações e os meses com falhas.

Quadro 8 – Meses com falhas por estação ANA.

Nº	Município	Prefixo estação	Anos sem falhas	Anos com falhas												
				Ano	Mês											
					J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	Nioaque	ANA - 2155001	1993 a 2006, 2008 a 2014 e 2017	2007	X	X										
				2015									X	X	X	X
				2016	X	X						X				
				2017												
2	Bonito	ANA - 2156000	1993 a 2006, 2008 a 2014 e 2017	2007		X										
				2015									X	X	X	X
				2016	X											
				2017												
3	Faz. Lajeado	ANA - 2055003	1993 a 1998, 2000 a 2005, 2008 a 2012	1999												X
				2006												X
				2007	X	X	X									
				2013			X	X	X		X	X	X	X	X	X
				2014	X	X	X	X	X	X	X		X	X		X
				2015	X	X		X	X		X	X		X	X	X
				2016	X		X	X	X				X	X		
				2017								X	X			
4	Estrada MT-738	ANA - 2056003	1993 a 2006, 2008 a 2011, 2013 e 2017	2007			X									
				2012		X										
				2014								X				X
				2015	X	X								X	X	X
				2016	X											
5	Maracaju	ANA - 2155000	1993 a 2006, 2009 a 2014, e 2016	2007	X											
				2008				X	X							
				2015			X									
				2017			X									
6	Miranda	ANA - 2056001		2009	X											
				2016							X					
7	Palmeiras	ANA - 2055002	1994 a 2014	1993								X	X	X	X	X
				2015										X	X	X
				2016	X											
				2017	X											

Fonte: ANA, (2018), INMET, (2018), Organização do Autor

Quadro 9 – Continuação, meses com falhas por estação ANA.

Nº	Município	Prefixo estação	Anos sem falhas	Anos com falhas												
				Ano	Mês											
					J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
8	Jardim	ANA - 2156001	1993 a 1998, 2000 a 2005, 2008 a 2012	2013		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
				2014	X		X			X	X	X	X	X	X	X
				2015	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X
				2016	X		X	X	X				X	X	X	X
				2017	X					X		X	X	X		
9	Sidrolândia	ANA - 2054021	1993 a 2013 e 2015 a 2017	2014			X									
10	Cipolândia	ANA - 2055001	1993 a 2006, 2010 a 2013 e 2017	2007		X										
				2008										X		
				2009		X										
				2014		X				X						
				2015										X	X	X
				2016	X											

Fonte: ANA, (2018), INMET, (2018), Organização do Autor

Quadro 10 – Meses com falhas por estação do INMET.

Nº	Município	Prefixo estação	Anos sem falhas	Anos com falhas												
				Ano	Mês											
					J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
11	Bonito -	INMET MS-704		2018								X				
12	Jardim	INMET MS-758	2013, 2015 e 2017	2011								X				
				2012						X	X					
				2014					X							
				2016					X	X						
				2006												X
13	Maracaju	INMET MS-731	2008 a 2010, 2014 a 2015	2007			X	X	X	X						
				2011							X					
				2012	X	X		X	X							
				2013					X							
				2016	X	X	X	X								
				2017								X				X
				2006												X
14	Miranda	INMET MS-722	2007 a 2010, 2012 a 2014 e 2016	2011	X	X	X	X	X							
				2015			X	X	X	X	X					
				2017					X							
				2008									X			
15	Sidrolândia	INMET MS-754	2009 a 2010 e 2012 a 2014	2011	X	X	X	X	X	X		X	X			
				2015		X						X		X	X	
				2016	X	X										
				2017					X	X	X	X	X			

Fonte: INMET, (2018), Organização do Autor

Para o preenchimento destas falhas utilizou-se como referência os trabalhos de Zavattine, (2009), ANA, (2012), Amador, (2017) a partir da análise das abordagens dos autores foi elaborada a tabela com o auxílio do software Microsoft Excel, onde buscou-se relacionar os dados com o banco de dados pluviométrico da série histórica de 1993 a 2017, apontando os meses com falhas, em cada estação, conforme apresentado nos Quadros 8 e 9.

Quadro 11 - Dados Pluviométricos da Estação Nioaque/MS - ANA – 2155001, no período de 1993 a 2017.

Estação: Nioaque - ANA-2155001																									
Mês	Anos																								
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Janeiro	108,30	108,90	155,00	181,50	212,20	29,90	209,40	124,20	111,40	59,70	202,70	70,10	277,70	95,20		200,80	177,50	264,00	130,30	96,10	82,20	183,90	157,10		110,00
Fevereiro	25,50	60,90	161,00	79,90	148,30	184,80	77,90	207,40	93,50	317,20	147,90	67,30	33,60	88,60		141,30	105,90	72,50	165,30	167,20	122,60	137,40	164,70		149,30
Março	34,90	57,60	60,00	205,40	85,90	232,10	143,70	182,90	247,30	73,60	88,40	19,40	63,90	238,20	24,80	149,90	139,50	179,10	184,00	161,60	205,40	235,70	2,30	113,20	90,60
Abril	46,50	89,40	92,00	97,40	208,30	148,00	39,30	34,00	91,80	81,30	132,30	97,00	117,40	138,50	70,60	55,20	1,50	10,30	137,50	81,20	267,80	40,10	139,40	37,90	232,90
Maio	8,80	133,50	14,40	137,80	55,10	99,60	32,90	28,40	56,00	57,20	48,30	127,30	56,00	10,80	82,60	42,10	34,70	115,10	4,30	78,30	102,50	194,70	81,60	154,60	247,80
Junho	12,50	38,50	0,60	4,60	67,70	7,90	80,60	30,30	60,90	0,00	61,40	53,60	55,70	15,20	2,70	10,10	50,60	3,50	61,00	135,40	285,70	64,60	61,70	47,20	33,80
Julho	22,00	6,00	20,10	0,00	0,00	15,30	29,30	39,60	9,30	134,80	27,60	94,00	4,70	18,40	70,80	1,70	116,50	39,30	51,90	23,30	18,80	138,40	110,10	36,10	0,00
Agosto	22,00	11,00	3,50	0,00	90,70	214,40	0,00	69,60	0,00	16,00	58,30	0,00	0,00	14,40	9,10	54,90	157,00	0,00	14,20	0,00	0,00	37,30	12,10		65,70
Setembro	25,00	109,90	3,50	76,90	50,90	154,70	80,60	116,30	196,60	32,30	114,10	79,60	47,80	85,70	0,00	30,70	50,40	76,50	119,20	34,50	65,70	62,00		14,20	8,50
Outubro	100,40	155,90	289,80	119,90	94,50	31,70	38,20	122,60	135,30	94,00	188,70	136,80	143,30	125,40	132,00	110,00	195,80	73,80	108,80	91,60	194,00	16,90		59,80	343,00
Novembro	84,50	91,40	37,80	37,40	106,50	93,90	91,20	72,50	208,00	125,60	146,40	227,70	197,00	257,70	175,40	84,40	165,30	164,70	111,50	139,70	150,90	335,60		62,10	155,20
Dezembro	229,90	140,60	145,80	116,80	309,30	133,90	159,60	121,90	206,10	94,50	94,50	185,20	261,60	85,30	265,90	191,00	310,60	106,30	116,00	134,60	82,20	251,20		276,40	317,30

Fonte: ANA, Organização do Autor.

A partir deste levantamento observou-se que as estações da ANA nos municípios de Jardim, Maracaju, Miranda e Sidrolândia, continham anos com falhas que poderiam ser preenchidas pelos dados das estações do INMET, pela proximidade das estações e por estes anos estarem completos, então se optou por substituir o ano inteiro destas estações.

Para os anos em que a substituição não pode ser utilizada, principalmente pelo pouco tempo de operação/instalação das estações do INMET, criou-se no software Spring/INPE um plano de informação (MNT) com pontos amostrais. Para cada estação conhecida e com registro de dados pluviométricos. A partir destes pontos amostrais foi gerada uma grade regular, utilizando como interpolador de amostras, a média ponderada por quadrante.

Segundo Câmara, *et al.*, (1996), no interpolador de média ponderada por quadrante, o valor de cota de cada ponto da grade é calculado a partir da média ponderada das cotas dos 8 vizinhos mais próximos ao ponto. Neste interpolador atribui-se pesos variados para cada ponto amostrado, através de uma função que considera a distância do ponto cotado ao ponto da grade. É considerada uma amostra e o número de pontos amostrados é igual para cada um dos quadrantes, conforme pode ser verificado na Figura 11. Segundo o autor este interpolador é indicado para amostras do tipo ponto.

Figura 11 – Seleção de amostras do interpolador - Numero de vizinhos por quadrante.



Fonte: Câmara, Souza, *et al.*, (1996)

Os valores desta média ponderada são obtidos pelas equações:

$$d = ((x - x_0)^2 + (y - y_0)^2)^{1/2}$$

$$w(x,y) = (1/d)^{u=1}$$

$$f(x,y) = \frac{[\sum_1^8 W(x,y)] * z}{[\sum_1^8 W(x,y)]}$$

Onde:

d = distância euclidiana do ponto interpolante ao vizinho i

$u = 1$ = expoente da função de ponderação

$w(x,y)$ = função de ponderação

$f(x,y)$ - função de interpolação

O valor de cota por quadrante com peso é proporcional ao inverso da distância dos valores amostrados, para este preenchimento, inicialmente foi utilizado um raio de 60 KM, porém em alguns casos a grade interpolada não preenchia com valores o ponto da estação próxima, então adotou-se o raio de 80 km para todas as análises. Seguindo as diretrizes recomendadas para a consistência de dados pluviométricos da Agência Nacional de Águas - ANA, que indica que as estações secundárias devem estar localizadas quando possível, a distâncias máximas de 200 km. (ANA, 2012).

Após a geração da grade foi utilizada a ferramenta posicionar cursor de ponto e através desta, foram inseridas as coordenadas da estação para a coleta do dado do ponto, e através do cursor de informação, clicando sobre o ponto este apresenta o valor gerado para aquela coordenada. Este valor é copiado para a planilha complementando os dados, para posterior validação e aplicação.

Posteriormente ao preenchimento das falhas se faz necessário à validação destes dados, para tanto foi analisado a consistência dos dados. Para esta análise foi utilizado método da dupla massa, apresentado nas diretrizes recomendadas para a consistência de dados pluviométricos da Agência Nacional de Águas – ANA.

Este método, segundo ANA, (2012), Tucci, (2013) e Sanches, Verdum e Flach, (2014), é válido apenas para séries mensais e anuais, sendo válido para a nossa pesquisa. Esta metodologia consiste em selecionar os postos da região em estudo, acumular os dados acumular para cada um deles os valores mensais, ou anuais, e plotar num gráfico cartesiano os valores acumulados correspondentes ao posto a validar (nas ordenadas) e de um outro posto confiável adotado como base de comparação (nas abscissas).

Tucci, (2013), aponta um aprimoramento do método que consiste em obter os valores médios dos dados de precipitação mensal ou anual e acumular os valores, obtendo-se assim uma nova série a ser adotada como base de comparação (nas abscissas). Se os valores dos pontos do posto a se consistir forem proporcionais ao da série base, estes devem se alinhar sobre uma reta, a declividade da reta indica o fator de proporcionalidade entre as séries.

Por esse método é possível identificar erros sistemáticos (mudança de declividade ou tendência), erros de transcrição ou postos sujeitos a diferentes regimes pluviométricos. (ANA, 2012).

Para tanto, após o cálculo das médias anuais das estações pluviométrica, estes dados foram organizados em uma tabela para cada estação, vide Figura 21. Destas tabelas foram gerados os gráficos de dupla massa para cada estação, buscando detectar eventuais erros de inconsistência dos dados da série histórica. Para cada estação foi gerado um gráfico através do software Microsoft Excel, onde no eixo das abscissas foi colocado o total de chuva média anual acumulada de todas as estações analisadas e no eixo das ordenadas o total anual de chuva acumulada da estação analisada. Este procedimento foi realizado para cada estação pluviométrica analisada.

A aplicação de técnicas estatísticas com base no cálculo de anomalias de precipitação nos permitirá analisar o grau de variabilidade da chuva na bacia hidrográfica do rio Nioaque. A avaliação da intensidade e duração dos períodos secos e úmidos será feita com base em um Índice de seca. Para tanto dentre os vários tipos de índice de seca observamos que o Índice de Anomalia de Chuva - IAC, Índice de Porcentagem Normal – PN e Índice de Seca de Bhalme & Mooley – BMDI, atendem os nossos parâmetros quanto as variáveis climáticas utilizadas e escala temporal.

Segundo Fernandes, *et al.*, (2009), todos os índices apresentam vantagens e desvantagens em sua utilização, O índice de Porcentagem normal – PN, apresenta uma forma simplificada de cálculo e é indicado para comparação entre uma única região ou estação, porem por considerar a normal climatologia, e esta é baseada em um número limitado de anos, não pode refletir a tendência climática da região. O índice de Bhalme e Mooley – BMDI, foi adaptado do algoritmo de Palmer, onde o índice de umidade, foi substituído por um índice mais simples calculado através das precipitações mensais, é indicado para análise de regiões tropicais, porém não é um bom indicador regional de seca.

Oladipo, (1985), também observa que a diferença entre o Índice de Anomalia de Chuva – RAI, e os índices mais complexos de seca como o de Palmer e Bhalme e Mooley, são insignificantes. Fernandes, *et al.*, (2009), observa que mesmo que o IAC, indique um ano seco, o índice não garante a ausência de ocorrências de cheias na área estudada. Este índice desenvolvido e testado por Rooy, (1965), adota um procedimento de classificação simples, para

ordenar a amplitude das anomalias de precipitação, em positivas, quando trata de períodos chuvosos, ou negativa, ao tratar dos períodos secos.

O IAC foi escolhido como método de análise por sua simplicidade, segundo Gross, (2016), este índice consiste simplesmente da determinação de anomalias extremas de precipitação, é calculado na escala de tempo semanal, mensal ou anual. Esta escala do tempo é feita com base na distribuição da precipitação.

Os valores são obtidos segundo as equações (1) e (2) definidas por Rooy, (1965).

Onde:

$$RAI = 3 \left[\frac{N - \bar{N}}{\bar{M} - \bar{N}} \right], \text{ para anomalias positivas; (1)}$$

$$RAI = -3 \left[\frac{N - \bar{N}}{\bar{X} - \bar{N}} \right], \text{ para anomalias negativas; (2)}$$

Em que:

- N é precipitação da série histórica (anual, trimestral, mensal ou diária) atual;
- $\bar{N}$ a precipitação média da série histórica (anual, trimestral, mensal ou diária) (mm);
- $\bar{M}$ a média das dez maiores precipitações da série histórica e
- $\bar{X}$ a média das dez menores precipitações da série histórica.

Para a análise e classificação dos resultados obtidos utilizou-se a classificação da intensidade dos períodos secos e úmidos de acordo com a média local, conforme a proposta de Rooy, (1965), apresentada por Fernandes, *et al.*, (2009).

Quadro 12 – Classes de intensidade do índice de anomalia de chuva da Bacia hidrográfica do rio Nioaque.

Índice de Anomalia de Chuva (IAC)	Classificação da Pluviosidade
$X \geq 4$	Úmido Extremo
$X \geq 2$ e $X < 4$	Úmido Moderado
$X > 0,49$ e $X < 2$	Úmido
$X \leq 0,49$ e $X \geq -0,49$	Sem Anomalias
$X < -0,49$ e $X > -2$	Seca
$X \leq -2$ e $X > -4$	Seca Moderada
$X \leq -4$	Seca Extrema

Fonte: (ROOY, 1965).

Para a classificação utilizou-se o software Excel 2016, onde programou-se uma fórmula para a classificação, inicialmente efetuou-se o cálculo da precipitação total anual para cada ano em cada estação, calculou-se também a média de precipitação da série histórica, utilizando a

função maior calculou-se a média das dez maiores precipitações e a através da função menor média das dez menores precipitações, com todas as variáveis calculadas e utilizando a função SE aplicou-se a formula proposta por ROOY, (1965), onde a função analisa se a precipitação total mensal é maior que a média da série histórica e aplica o cálculo para anomalias positivas se não para anomalias negativas.

Para o recorte espacial utilizou-se o software Spring® (Sistema para processamento de Informações Georreferenciadas) que é um banco de dados geográfico de 2º geração, desenvolvido pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). (CÂMARA, *et al.*, 1996). E o software ARCGIS, utilizado para a interpolação espacial dos dados, bem como a geração dos produtos cartográficos. (ARCGIS/ARCINFO, 2012).

Após a elaboração dos gráficos para uma melhor análise, os valores dos índices foram inseridos anualmente nas coordenadas das estações e especializados, este procedimento possibilitou estimar os dados para os pontos não amostrados sobre a área de estudo, e a partir da classificação destes dados de acordo com a quadro 12, foi possível a subdivisão das áreas por classes, assim demarcando a participação dos índices de anomalia pela área de estudo.

Para esta espacialização utilizou-se o interpolado Inverse Distance Weighted - IDW, ou Inversa Distância Ponderada - IDP, por ser um interpolador apropriado para espacialização de dados pluviométricos, aplicando modelos estatísticos baseados no inverso da distância, conforme demonstrado e aplicado por, (AMORIM, *et al.*, (2008), RABELO, *et al.*, (2018) e CALDANA, *et al.*, (2019)).

Como produto da espacialização dos dados do IAC, produziu-se 25 mapas, com o índice de anomalia de chuva para os anos da série histórica, apresentados nas Figuras 15 a 39. Destes mapas buscou-se avaliar, a participação das classes no ano e sua distribuição pela área de estudo, a identificação de anos classificados com as classes seca ou úmido, a identificação de eventos extremos na ocorridos no ano e a ocorrência dos fenômenos El Niño e La Nina

Os dados de focos de calor foram obtidos do banco de dados de imagens de satélite disponibilizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, estes dados foram coletados pelos satélites NOAA-12 que utiliza o sensor Advanced Very High Resolution Radiometer - AVHRR e o AQUA-TARDE, que utiliza o sensor Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer - MODIS, estes sensores captam a faixa termal-média 3,7 a 4,1 μm do espectro ótico e geram as imagens para a detecção dos focos de calor. Estes satélites são considerados satélites de referência, cujos dados diários de focos detectados são usados para

compor a série temporal ao longo dos anos, permitindo assim a análise de tendências nos números de focos para mesmas regiões e entre regiões em períodos de interesse. (INPE, 2018)

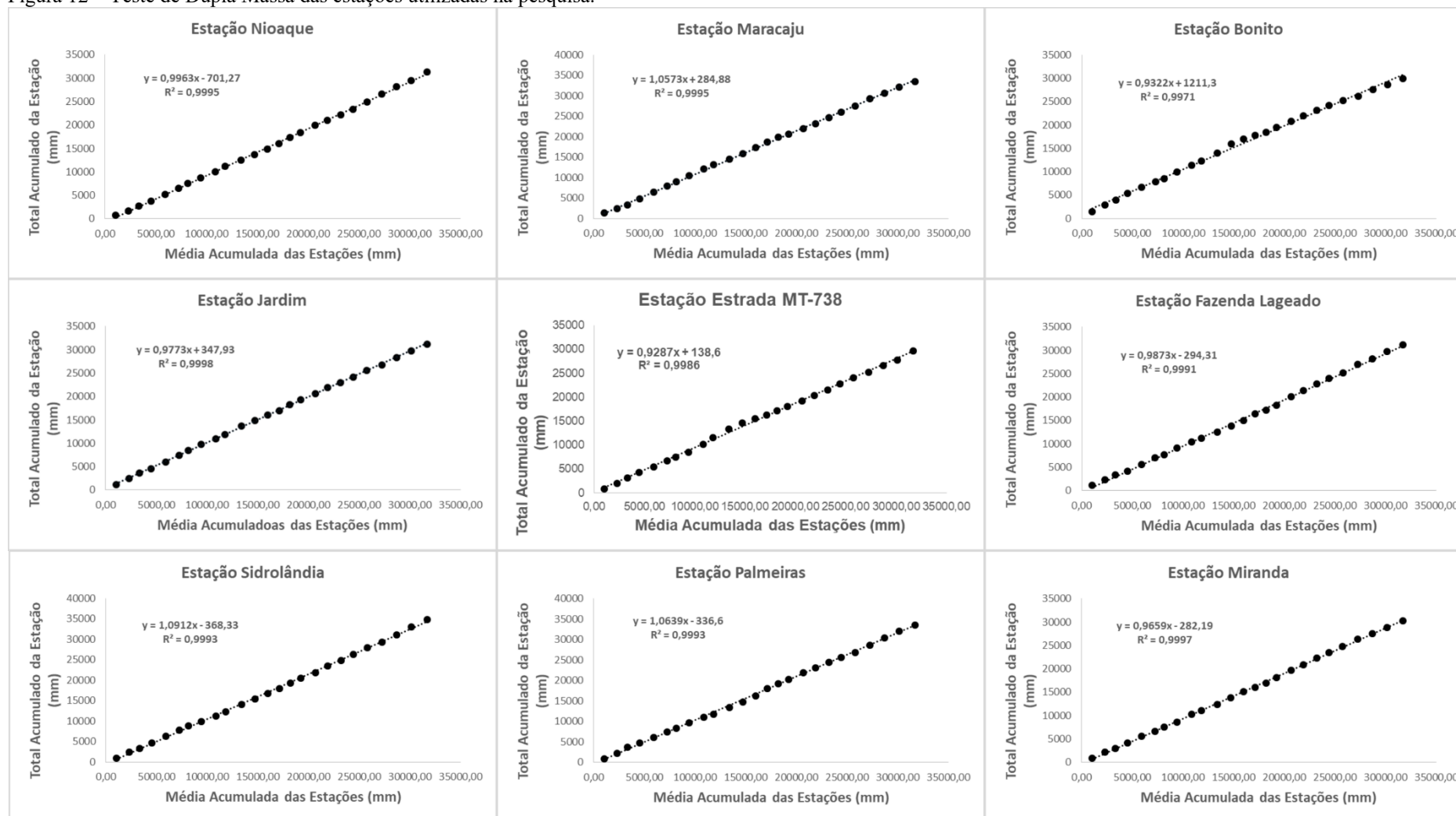
Sobre o período de dados de focos de calor disponível para a área de estudo, a plataforma BDQueimadas dispô nível no site do INPE, dados a partir de junho de 1998, em contato com a equipe mantenedora da plataforma, os mesmos informaram que dados coletados anteriores a esta data não podem ser validados pelos algoritmos utilizados, e portanto, indisponíveis para utilização. Desta forma optamos por utilizar as séries anuais completas, desta forma descartamos o ano de 1998, adotando a série histórica de 1999 a 2017. Os dados foram importados no formato shapefile, dispostos em bases de dados anuais e sobrepostos a área de estudo especializada com o índice de anomalia de chuvas.

A partir dos produtos cartográficos gerados através do índice de anomalia de chuvas, espacializou-se os dados de focos de calor para cada ano sobre o gráfico gerado, e fizemos o recorte espacial da área de estudo, desta espacialização e recorte foram gerados 18 gráficos correlacionando-os os pontos de calor para cada ano de 1999 a 2017, com a área classificada pelo índice, apresentados nas Figuras 40 a 58. Destes gráficos buscou-se avaliar, a quantidade de focos no ano e sua distribuição pela área de estudo, a correlação de eventos extremos na ocorridos no ano com os focos de calor e a ocorrência dos fenômenos El Niño e La Nina, nos anos com a ocorrência dos focos de calor, pela área de estudo.

Os dados sobre a ocorrência dos fenômenos El Niño e La Nina, forma adquiridos através do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, estes dados foram organizados em uma tabela, com a utilização do software Excel 2016, para posterior análise conjunta com a espacialização do índice anuais de anomalias de chuva e a ocorrência de focos de calor.

Após aplicar o teste de dupla massa, geramos os gráficos apresentados na figura 12, este procedimento foi realizado para cada estação pluviométrica utilizada na pesquisa, dentre os gráficos observamos que não houveram mudanças de declividade das retas e nem mudanças na tendência dos dados.

Figura 12 – Teste de Dupla Massa das estações utilizadas na pesquisa.



Fonte: o próprio autor

Conforme observou-se nos gráficos, apresentados na Figura 12, todas as retas dos gráficos apresentaram os valores de coeficiente de variação (R^2) maior ou igual a 0,9971, isto é, apenas 0,0039 % da variância da regressão não depende das variáveis estudadas. O que indica que os dados da série histórica não apresentaram erros significativos, validando assim o método de utilizado para complementação da série histórica.

4. RESULTADOS FINAIS: Análise e Discussão

4.1. ANÁLISE DOS DADOS DE PRECIPITAÇÃO E APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE ANOMALIA DE CHUVA – IAC

As médias obtidas dos dados de precipitação das 09 series históricas avaliadas, para o cálculo do índice de Anomalia de chuva são apresentadas nos Quadros 13 e 14, analisando as médias da série histórica de cada estação, observa-se que a estação Estrada MT – 873 apresentou menor média histórica de precipitação anual, registrando 1192,65 mm, em condição oposta à estação Palmeiras, apresentou a maior média histórica de precipitação anual, registrando 1339,03 mm.

Quadro 13 – Médias de precipitação das estações na série histórica de 1993 a 2017.

Estação	Anos												
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Nioaque	720,3	1003,6	983,5	1057,6	1429,4	1346,2	982,7	1149,7	1416,2	1086,2	1310,6	1158,0	1258,7
Estrada	823,9	1123,3	1197,8	1126,8	1213,2	1259,5	773,0	989,6	1685,0	1358,8	1834,6	1200,9	889,8
Maracaju	1350,5	1109,8	889,3	1403,7	1679,5	1540,2	1041,7	1450,0	1639,7	1050,8	1402,8	1363,6	1440,2
Sidrolândia	995,1	1470,6	881,1	1374,4	1526,2	1529,3	1049,8	1098,5	1244,8	1026,1	1809,5	1376,7	1392,0
Bonito	1458,5	1444,5	1002,2	1489,4	1250,0	1237,6	581,3	1540,6	1340,9	912,8	1758,0	1952,4	1015,1
Jardim	1108,0	1357,1	1182,5	923,9	1454,7	1354,1	1089,1	1342,4	1208,9	863,1	1812,6	1147,2	1148,7
Fazenda Lajeado	1144,2	1159,9	1042,7	843,1	1359,4	1421,5	719,9	1351,4	1372,0	746,6	1339,6	1298,6	1147,1
Miranda	873,7	1343,3	728,1	1253,2	1351,0	1120,9	867,1	1106,8	1593,4	771,1	1432,4	1327,4	1340,9
Palmeiras	852,7	1398,6	1433,7	1022,8	1349,5	1358,2	875,3	1311,8	1453,3	769,6	1515,3	1409,4	1492,0

Fonte: ANA, (2018), INMET, (2018), organização do Autor

Quadro 14 – Continuação, Médias de precipitação das estações na série histórica de 1993 a 2017.

	Anos												
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Média
Nioaque	1173,4	1259,6	1072,1	1505,3	1105,1	1204,0	1143,5	1577,8	1697,8	1490,4	1416,0	1754,1	1252,1
Estrada	760,7	968,6	823,9	1189,6	1086,8	1248,9	1160,5	1284,7	1249,2	1490,3	1125,8	1951,0	1192,6
Maracaju	1287,6	1199,0	841,2	1308,6	1218,9	1418,0	1371,7	1476,4	1787,4	1342,8	1569,1	1248,2	1337,2
Sidrolândia	1188,8	1346,8	1143,1	1439,8	1534,1	1425,4	1416,8	1620,5	1423,4	1758,4	1902,5	1857,4	1393,2
Bonito	770,3	662,6	1019,4	1411,1	1108,0	1142,8	1033,3	1080,0	961,4	1401,4	1096,5	1261,6	1197,3
Jardim	953,6	1262,4	1106,5	1355,4	1195,4	1075,3	1198,5	1493,8	1147,8	1551,2	1436,5	1454,0	1248,9
Fazenda Lajeado	1520,1	785,9	1043,9	1774,6	1313,2	1445,6	1138,7	1425,5	1805,6	1213,9	1595,8	1402,1	1256,4
Miranda	949,2	931,2	1113,9	1623,0	1129,8	1388,5	1287,2	1278,3	1540,8	1134,6	1312,8	1529,1	1213,1
Palmeiras	1842,4	1120,2	1120,0	1530,5	1183,2	1366,9	1191,6	1273,0	1773,1	1784,8	1595,2	1452,7	1339,0

Fonte: ANA, (2018), INMET, (2018), organização do Autor

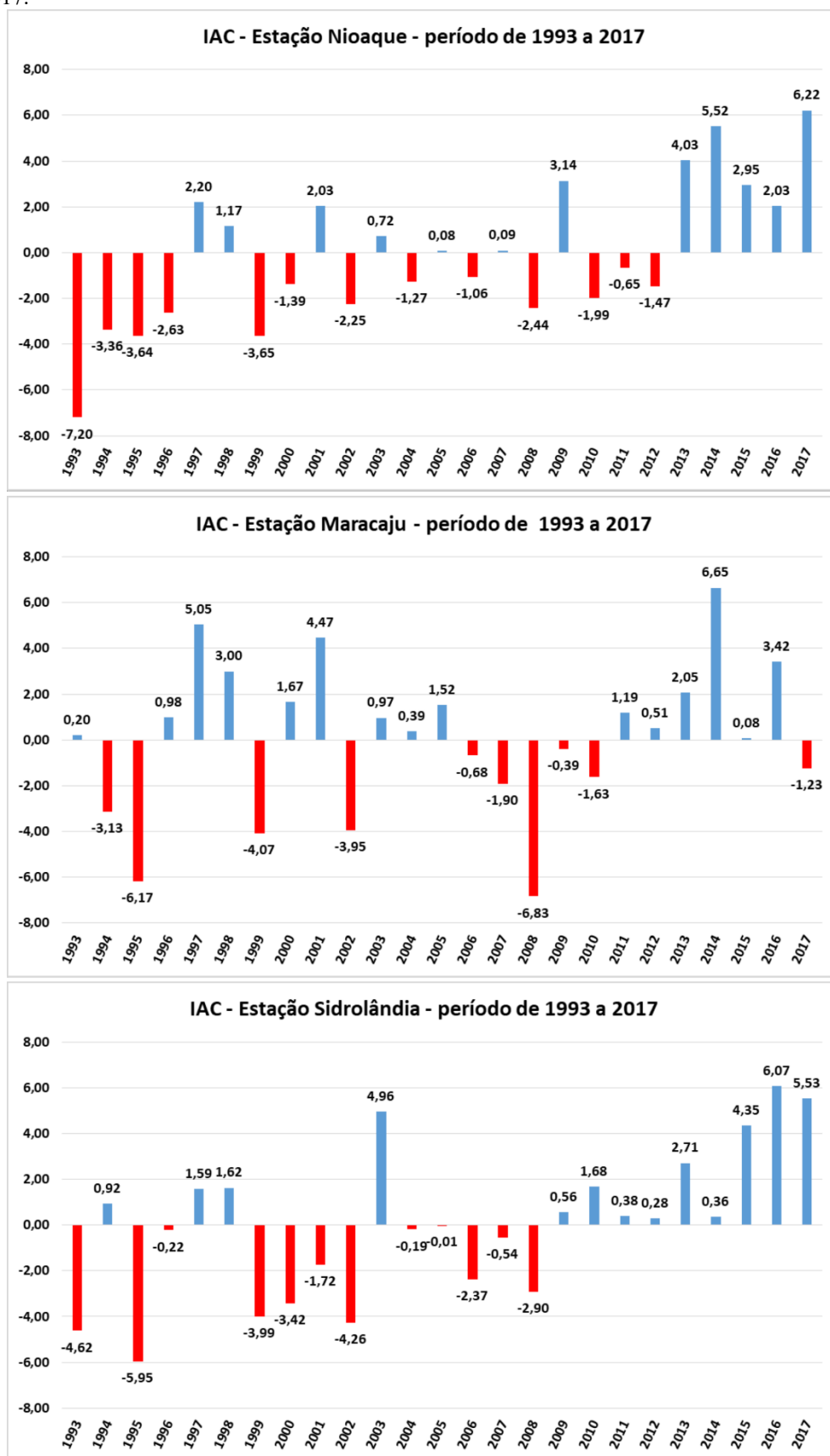
Dentre os valores anuais registrados um fato que mostra a variabilidade anual da precipitação na região, ao verificar as a menor média anual dentre todas as estações, observamos que está se deu no ano de 1999 na estação Bonito, registrando 581,03 mm. Fazendo a mesma verificação quanto a maior média anual dentre todas estações, observamos que está também foi registrada na estação Bonito, no ano de 2004, registrando 1952 mm,

Cabe destacar os dados da estação de Nioaque, pois se encontra no médio curso da bacia, desta estação observou-se como média pluviométrica da série histórica é 1252,10 mm, dentre as médias anuais desta estação, temos a menor média anual registrada no ano de 1993, com o

valor de 720,30 e a maior média anual no ano de 2017, registrando 1754,10 mm. A partir destas oscilações nos dados apontadas acima, pode-se verificar uma grande variabilidade pluviométrica anual na bacia e regiões circunvizinhas.

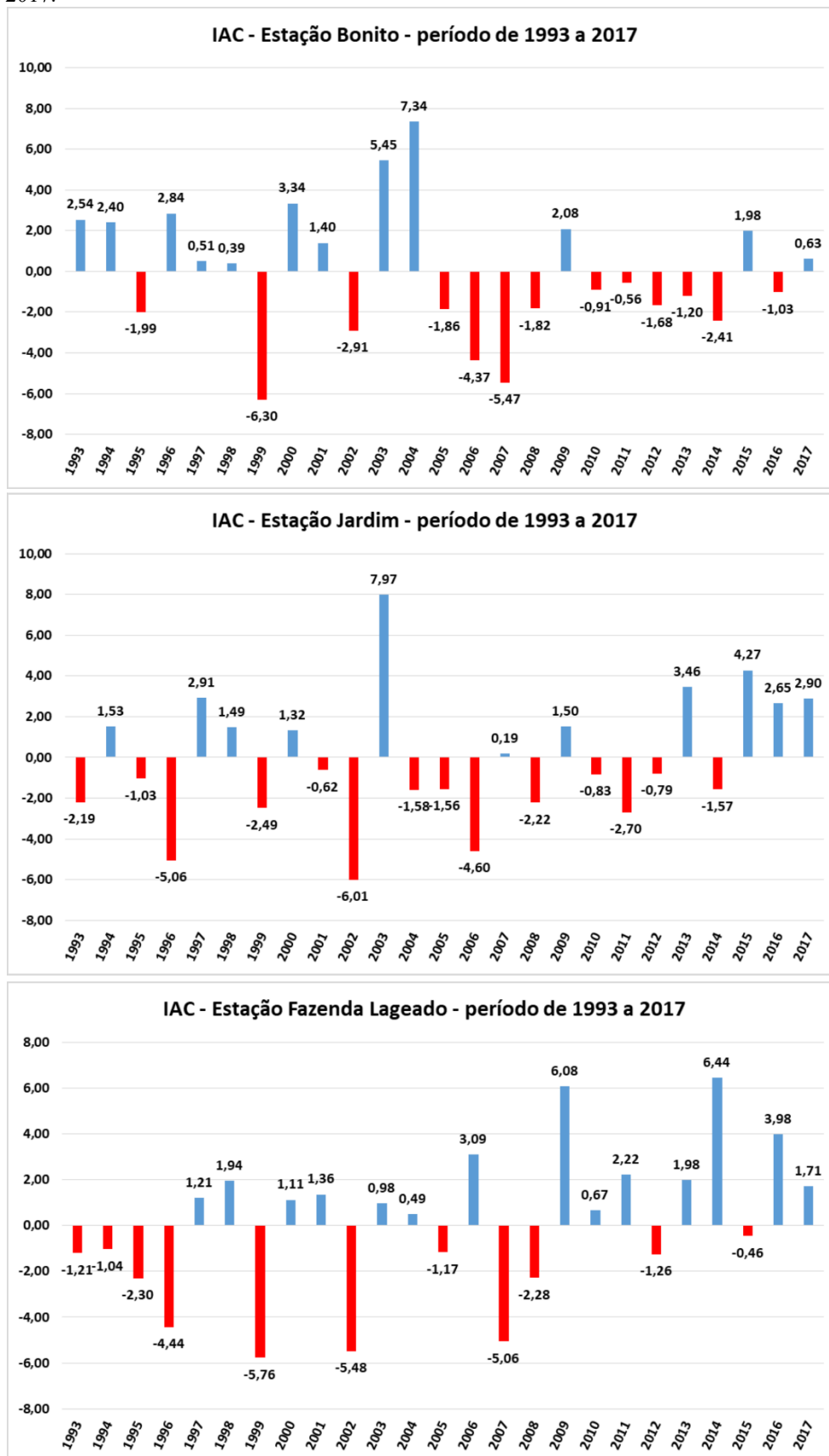
Os valores do índice de anomalias de chuvas, foram calculados a partir dos dados anuais de precipitação de cada estação meteorológica e foram organizados em tabelas, vide Apêndice A, e destas elaboramos os gráficos do índice de anomalia de chuva da série histórica anual para cada estação analisadas, conforme apresentados na Figuras 13 a 15.

Figura 13 – Índice anuais de Anomalia de Chuva para as estações Nioaque, Maracaju e Sidrolândia, no período de 1993 a 2017.



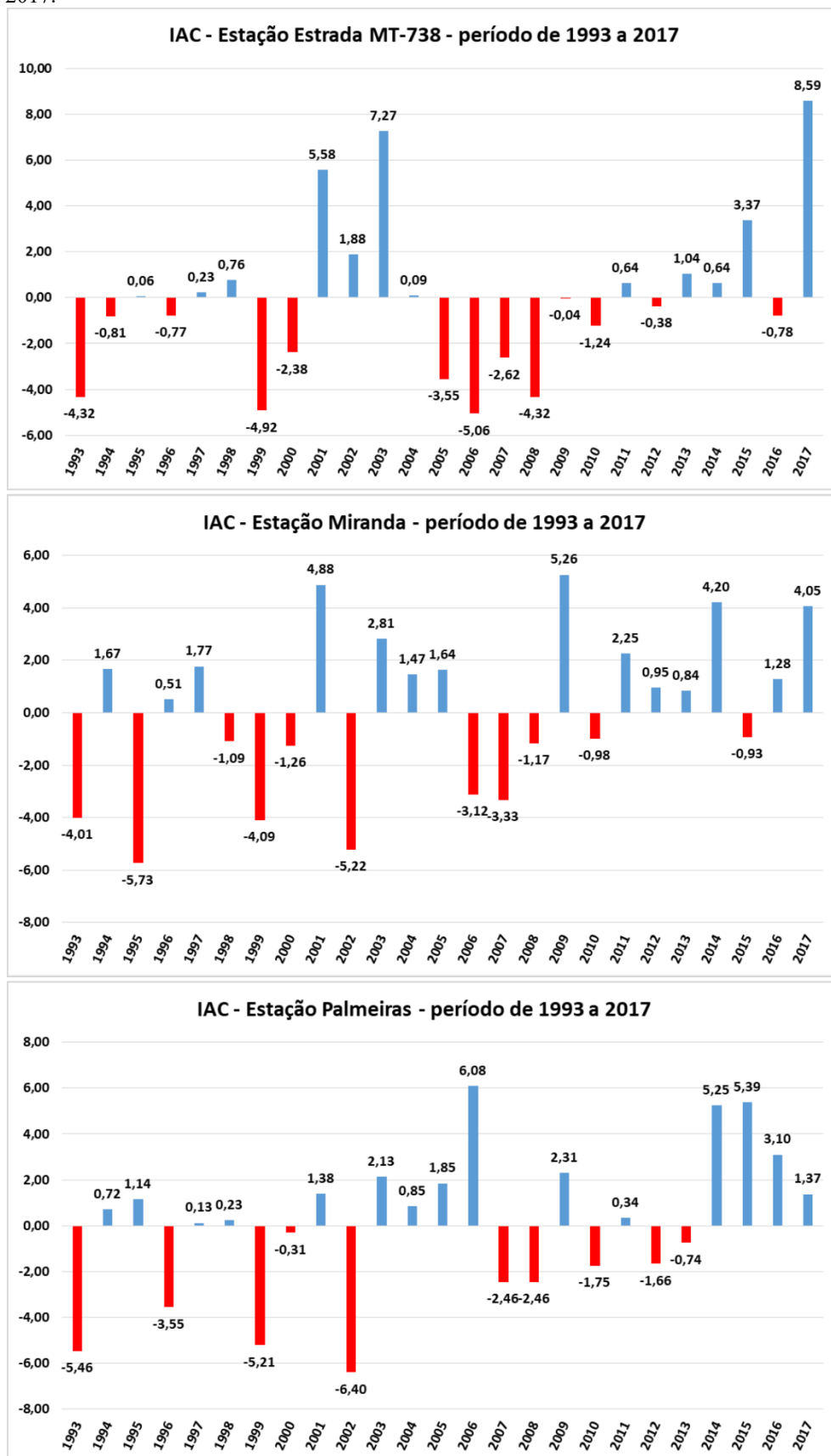
Fonte: o próprio autor

Figura 14 – Índice anuais de Anomalia de Chuva para as estações Bonito, Jardim e Fazenda Lageado, no período de 1993 a 2017.



Fonte: o próprio autor

Figura 15 – Índice anual de Anomalia de Chuva para as estações Estrada-MT738, Miranda e Palmeiras, no período de 1993 a 2017.



Fonte: o próprio autor

Dos gráficos gerados, verificou-se entre os 25 anos da série histórica, que houve um maior registro de anos com índices positivos, do que índices negativos, dentre as estações que estão inseridas na bacia, Estrada MT -873 e Nioaque esta situação se inverte, com um maior registro de anos com índices negativos, do que índices positivos.

Esta variabilidade ficou mais evidente após o cálculo do índice de anomalia de chuvas e sua classificação, conforme apresentado nas figuras 13 a 15, verificou-se uma variação entre anos Úmidos e Secos, entre todos os anos calculados, e dentre as nove estações analisadas, temos cinco estações com o predomínio de anos classificados como Úmidos e quatro com o predomínio de anos classificados como Secos. Dentre as estações dentro da bacia, as estações Nioaque e Estrada-MT-873, tem-se uma maior incidência de anos classificados como anos de Seca, com 13 registros, contra o registro de 12 anos de classificados como Úmidos.

Figura 16 – Ocorrência dos fenômenos El Niño e La Niña no período da série histórica.

Ocorrência do El Niño	Ocorrência do La Niña	El Niño - Legenda	La Niña - Legenda
1992 - 1993	1998 - 1999	 Fraca	 Fraca
1997 - 1998	1999 - 2000	 Moderada	 Moderada
2002 - 2003	2007 - 2008	 Forte	 Forte
2006 - 2007	2010 - 2011		
2009 - 2010	2017 - 2018		
2015 - 2016			

Fonte: INPE, (2018), organização do Autor.

Devido a este fato de todas as estações registrarem somente índices positivos ou negativos, buscou-se verificar se a ocorrência dos fenômenos El Niño e La Niña influenciaram nestes eventos. Para tanto organizou-se os dados dos fenômenos em uma tabela que se apresenta na Figura 16.

Dentre a série histórica analisada, observando o índice de anomalia de chuva, pode-se destacar os anos de 1997 e 1999. O ano de 1997 registrou em todas as estações somente índices positivos indicando um período úmido. Pode-se também observar que o ano de 1997 houve a ocorrência do fenômeno El Niño, classificado como um evento de intensidade forte, responsável pelo aumento da precipitação no verão, e aumento da temperatura.

Entretanto o ano de 1999 apresentou somente o registro de índices negativos, mesmos que em algumas regiões este seja classificado como sem anomalia, porem ficou dentro da variação negativa, porém neste ano houve a ocorrência do fenômeno La Niña, com intensidade classificado como moderado, em geral os anos com a ocorrência do fenômeno são mais secos, nos demais anos houve pelo menos um registro de um índice oposto.

4.2. ANÁLISE DA ESPACIALIZAÇÃO DOS DADOS DO IAC.

Para a análise dos dados especializados utilizou-se os mapas apresentados nas Figuras de 17 a 41. Os gráficos apresentam os índices de anomalia de chuva para cada estação meteorologia utilizada na pesquisa e especializados pela bacia e circunvizinhanças.

Nesta análise, podemos verificar que na série histórica analisada tem-se 15 anos com o predomínio do índice negativo classificando-os entre as classes Seca, Seca Moderada e Seca Extrema, e 10 anos com o predomínio do índice positivo, sendo estes classificados entre as classes Úmido, Úmido Moderado e Úmido Extremo. Nota-se também uma oscilação entre a frequência de períodos úmidos e de seca, nesta série histórica foram identificados anos classificados como Sem Anomalias, porém não trataremos como sem anomalias positivas ou negativas.

Observa-se que nos anos 1998, 2003, 2013, 2015 e 2017, classificados somente com o índice positivo, entre as classes Úmido, Úmido Moderado e Úmido Extremo. Da mesma forma que os anos 1993, 1996, 1999, 2006, 2008 e 2010, foram classificados somente com índices negativos entre as classes Seca, Seca Moderada e Seca Extrema, observa-se que nestes anos não houve a ocorrência da classe sem anomalias.

Verificou-se que os anos 1995, 2005, 2007 e 2012, classificados com o predomínio das classes Seca, Seca Moderada e Seca Extrema, houve a ocorrência extremos de períodos classificados como sem anomalia na área da bacia. Da mesma forma que nos anos classificados com o predomínio das classes Úmido, Úmido Moderado e Úmido Extremo, observou-se nos anos de 1997, 2001, 2009 e 2014 a ocorrência na área da bacia de porções classificados como sem anomalias.

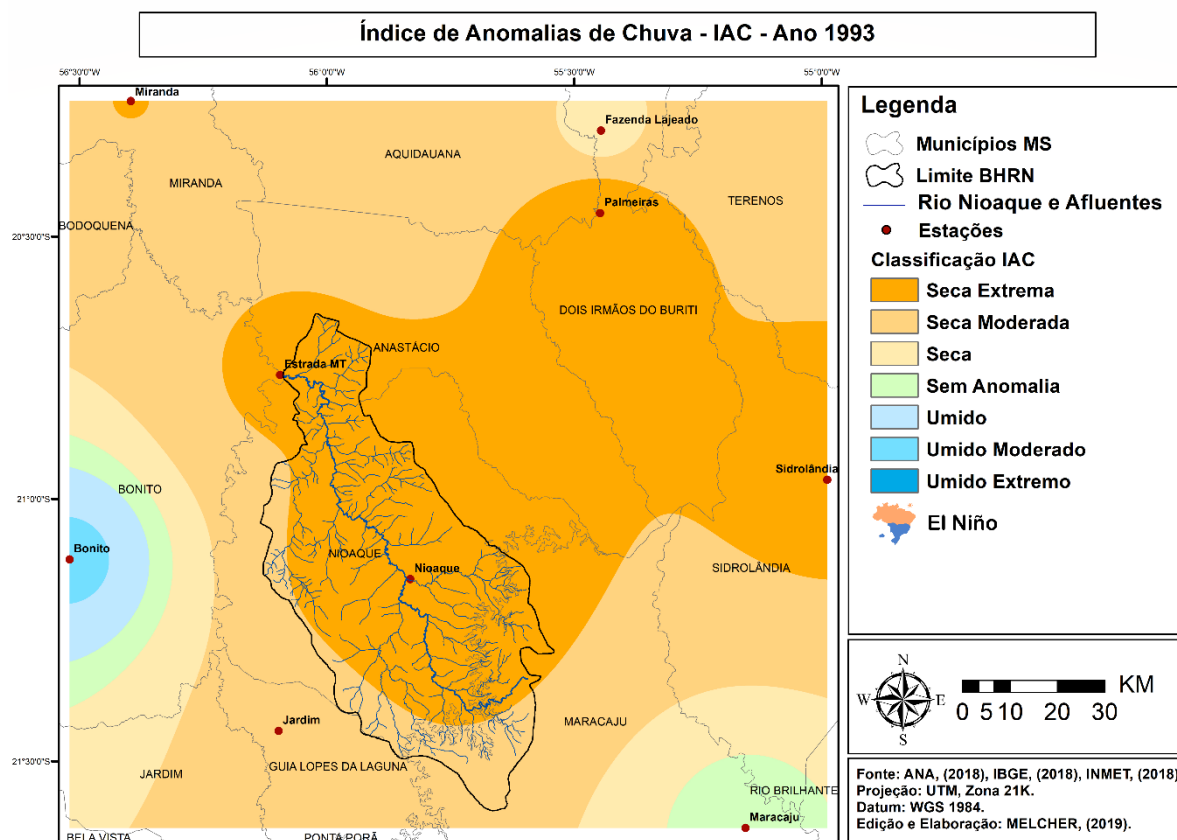
Nota-se nos anos 1994, 2000, 2002 e 2011 o predomínio das classes de Seca, com a ocorrência da classe sem anomalias, mas com extremos na área da bacia das classes Úmido. Da mesma forma que no ano de 2016 com predomínio das classes Úmido e com extremo das classes de seca. Observou-se no ano de 2004 o predomínio da classe sem anomalia com extremos das classes de seca e úmido.

Na série histórica analisada observa-se que dentre os 10 anos com predomínio das classes Úmido, Úmido Moderado e Úmido Extremo, destacam-se os anos de 1998 e 2015 em que a classificação da área total da bacia foi de um índice de anomalia positivo, 1998 com a classe Úmido e 2015 com a classe Úmido Moderado. Do mesmo modo, dentre os 15 anos em

que o predomínio foi das classes de Seca, Seca Moderada e Seca Extrema, destacam-se os anos de 1993 e 2010 pois nestes, a área total da bacia foi classificada somente com índice de anomalia negativo, 1993, com as classes Seca Moderada e Seca Extrema e 2010 com a área total da bacia com a classe Seca.

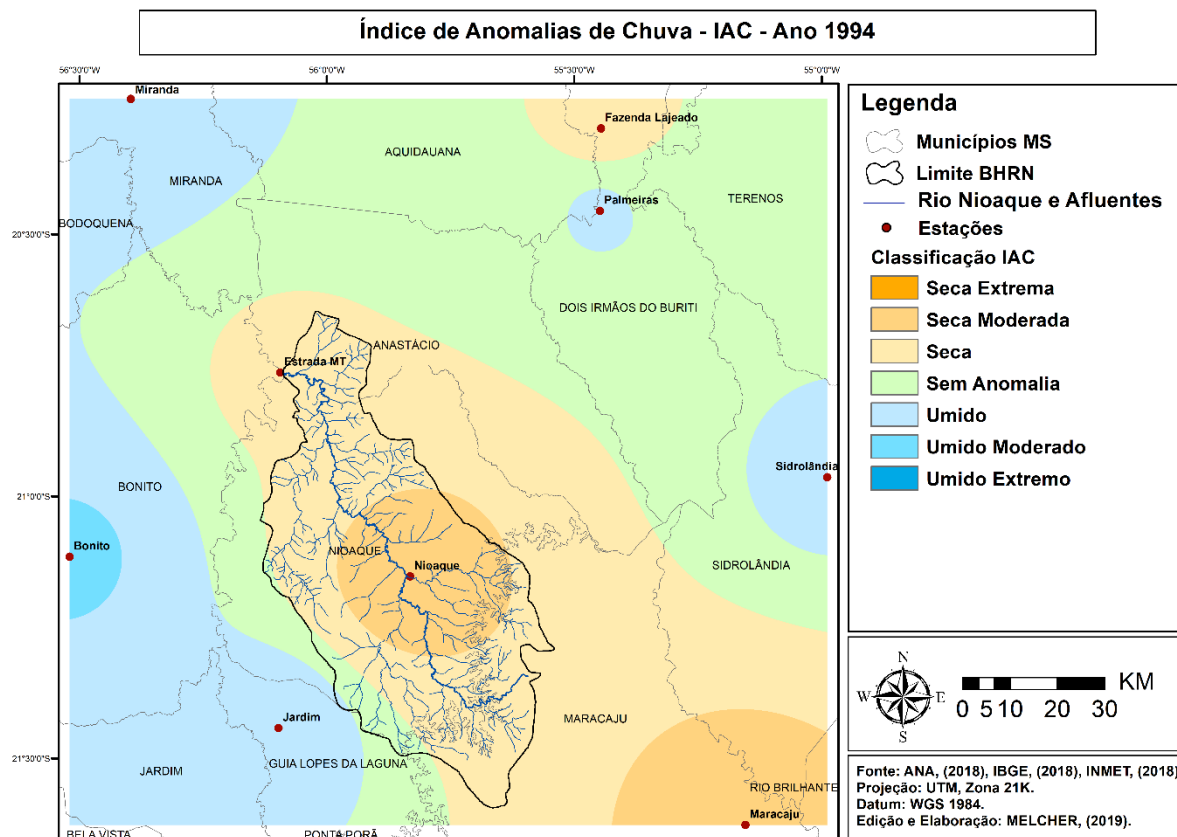
Observa-se que nesta série histórica, nos anos 1998, 1999, 2000, 2007, 2008, 2010 e 2017, houve a ocorrência do fenômeno La Niña. Da mesma forma que nos anos 1993, 1997, 1998, 2002, 2003, 2006, 2007, 2010, 2011, 2015 e 2016 a ocorrência do fenômeno El Niño. Vale ressaltar que os anos de 1998, 2007 e 2010 houve a ocorrência de ambos os fenômenos.

Figura 17 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 1993.



Ao analisar o mapa, (Figura 17), com a espacialização dos índices de anomalia de chuva, temos o ano de 1993, início da série histórica, observa-se o predomínio da classe Seca Extrema, abrangendo um total de 80% da área da bacia, com uma pequena participação da classe Seca Moderada, abrangendo 20% da área, na porção Sul e Sudoeste da Bacia. Desta análise destaca-se a estação de Bonito que no período foi a única com índice positivo dentre as estações analisadas.

Figura 18 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 1994.



O ano de 1994, (Figura 18) foi caracterizado pelo predomínio da classe Seca Moderada, com participação em 64% da área da bacia, abrangendo área dos três municípios. Na área central, cede do município de Nioaque a participação expressiva da classe Seca Extrema, abrangendo 30% da área da bacia. Em uma faixa a sudoeste e sul-sudoeste tem-se pequena participação da classe Sem Anomalias, 5,5% abrangendo áreas dos municípios de Nioaque e Maracaju, e pela influência dos dados da estação Jardim, uma pequena faixa na borda da bacia, com o registro da classe Úmido representando 0,5% da área da bacia.

Sob influência dos dados da estação Estrada MT-738, no ano de 1995, (Figura 19), abrangendo parte da área do município de Anastácio e representando 5% da área na foz da bacia, tem-se como destaque a participação da classe Sem Anomalia. Observa-se também o predomínio da classe Seca Moderada abrangendo 79% da área da bacia, abrangendo toda a área do município de Maracaju e grande parte do município de Nioaque. Também uma pequena participação da classe Seca, representando 16% da área de estudo, em porções do município de Anastácio e Nioaque.

Figura 19 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 1995.

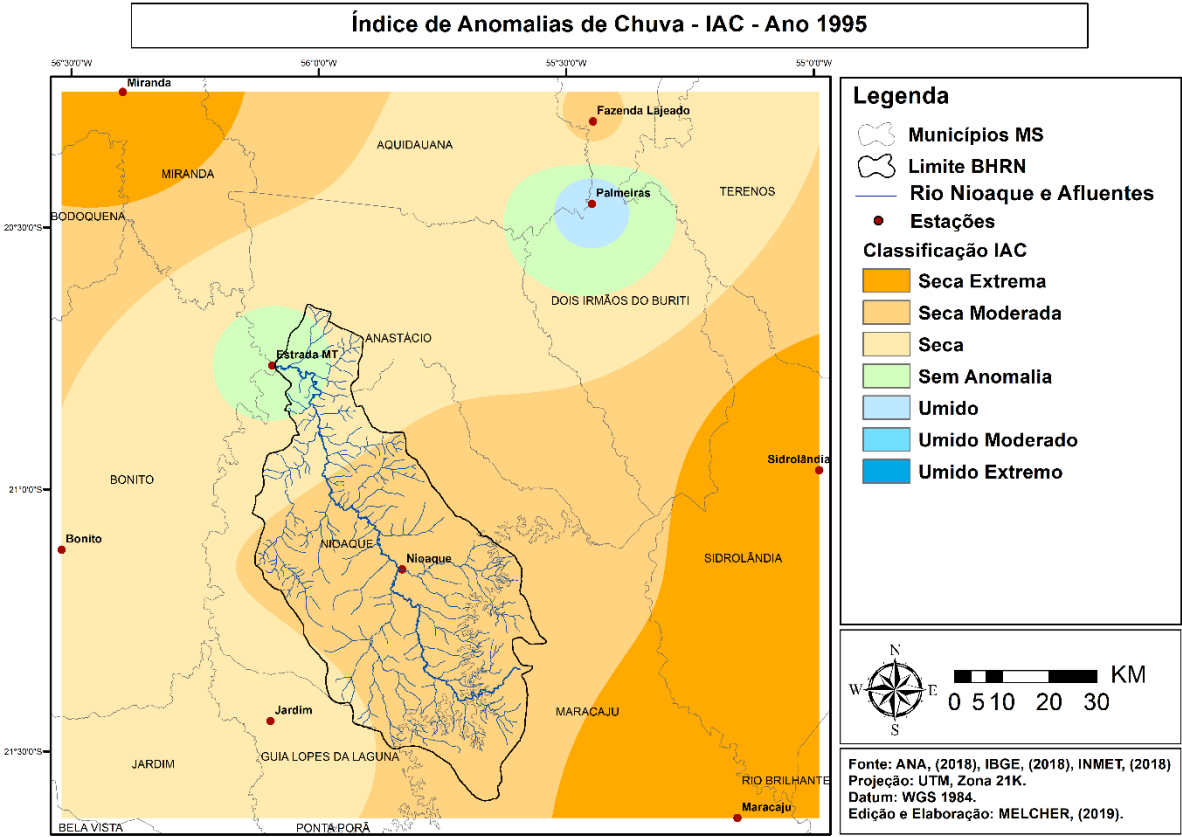
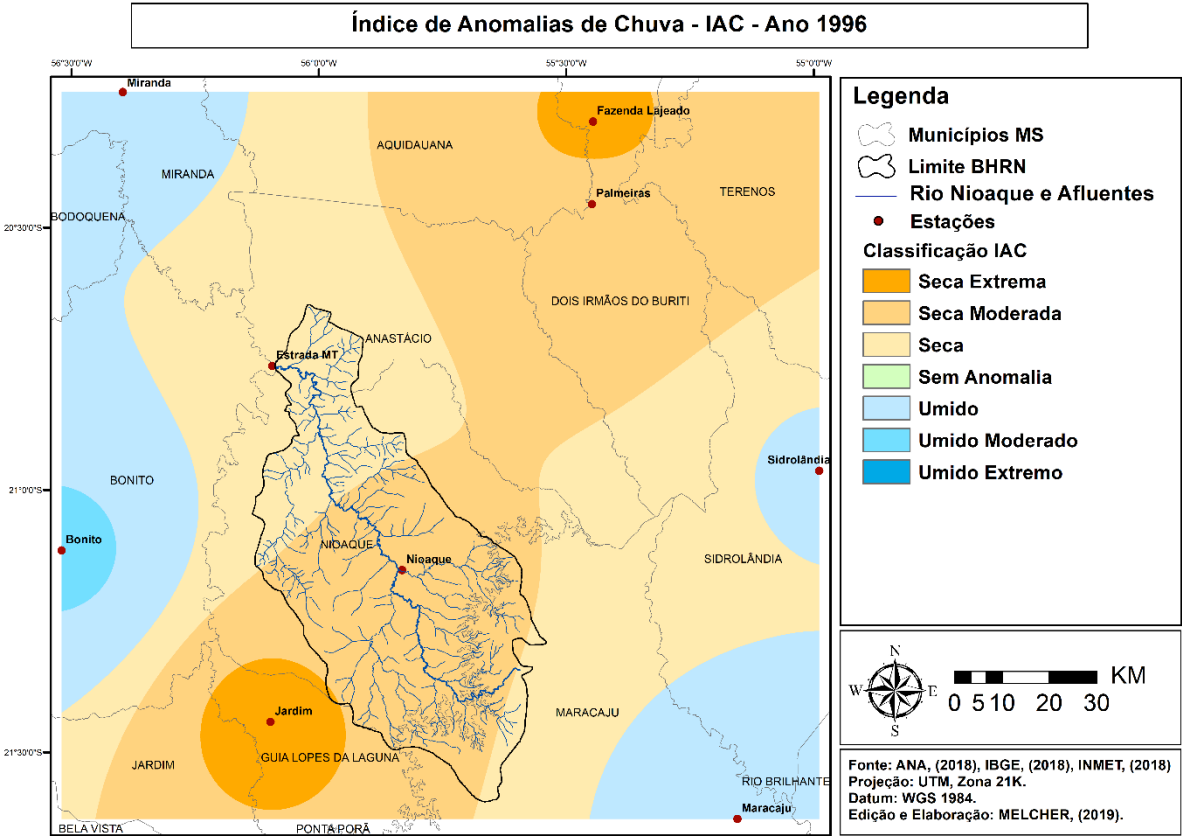
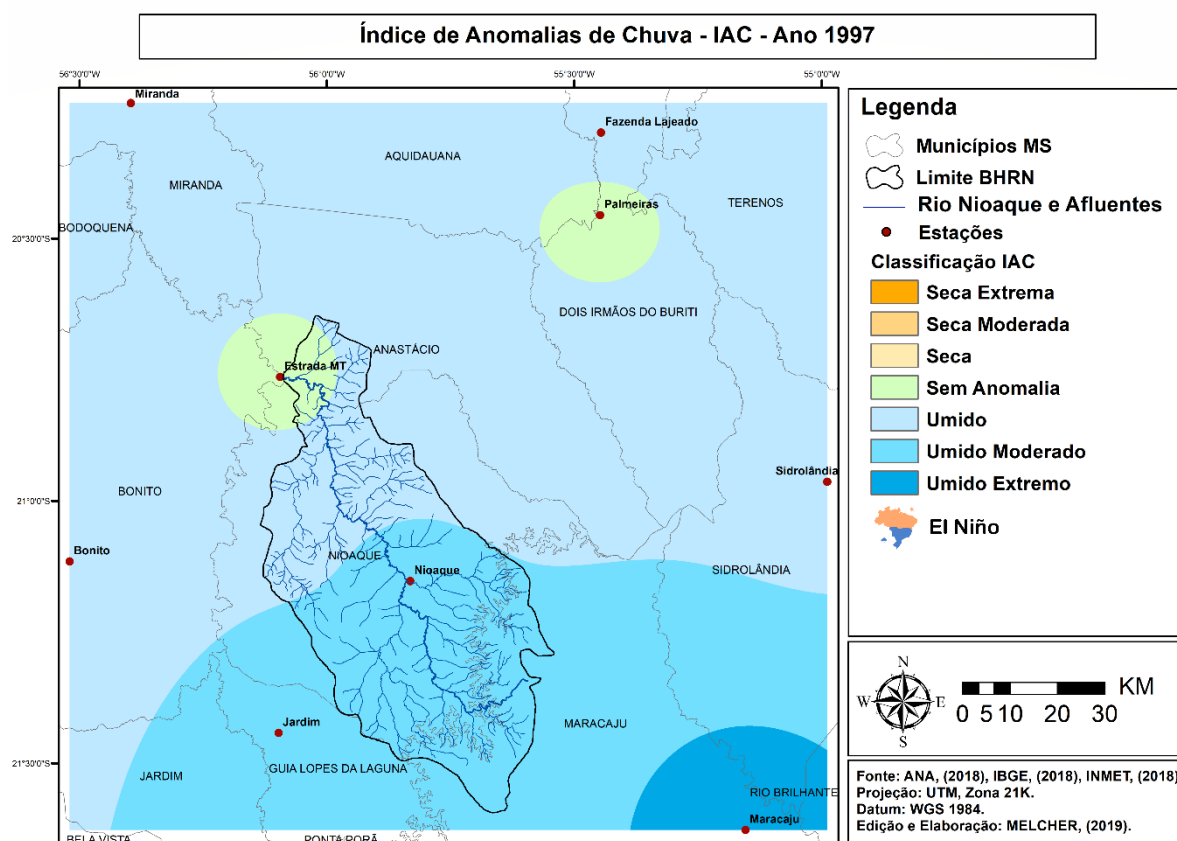


Figura 20 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 1996.



Predominando, no ano de 1996, (Figura 20), e representando 56,8% da área de estudo a participação da classe Seca Moderada em regiões dos municípios de Nioaque e Maracaju, nas porções dos municípios de Anastácio e em parte de Maracaju, apresenta-se o predomínio da classe Seca com 43% da área, observa-se também na porção Sudoeste da bacia uma pequena faixa da classe Seca Extrema, 0,2% na divisa com o município de Guia Lopes da Laguna, pela ação dos dados da estação de Jardim.

Figura 21 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 1997.



A distribuição do índice no ano de 1997, (Figura 21), apresenta o predomínio da classe Úmido Moderada, abrangendo 64% da área, ocupando as regiões do município de Maracaju e Nioaque da área central a porção sul. Do centro ao norte da área do município de Nioaque e atingindo uma porção do município de Anastácio, representando 31,5% da área da bacia tem-se o predomínio da classe Úmido. Na foz da bacia uma pequena participação da classe Sem Anomalias, representando 4,5% da área total da bacia, com a ocorrência do fenômeno El Niño. Bem como o ano de 1998, (Figura 22), apresentou o domínio da classe Úmido para toda a área da bacia, com a ocorrência dos fenômenos El Niño e La Nina.

Figura 22 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 1998.

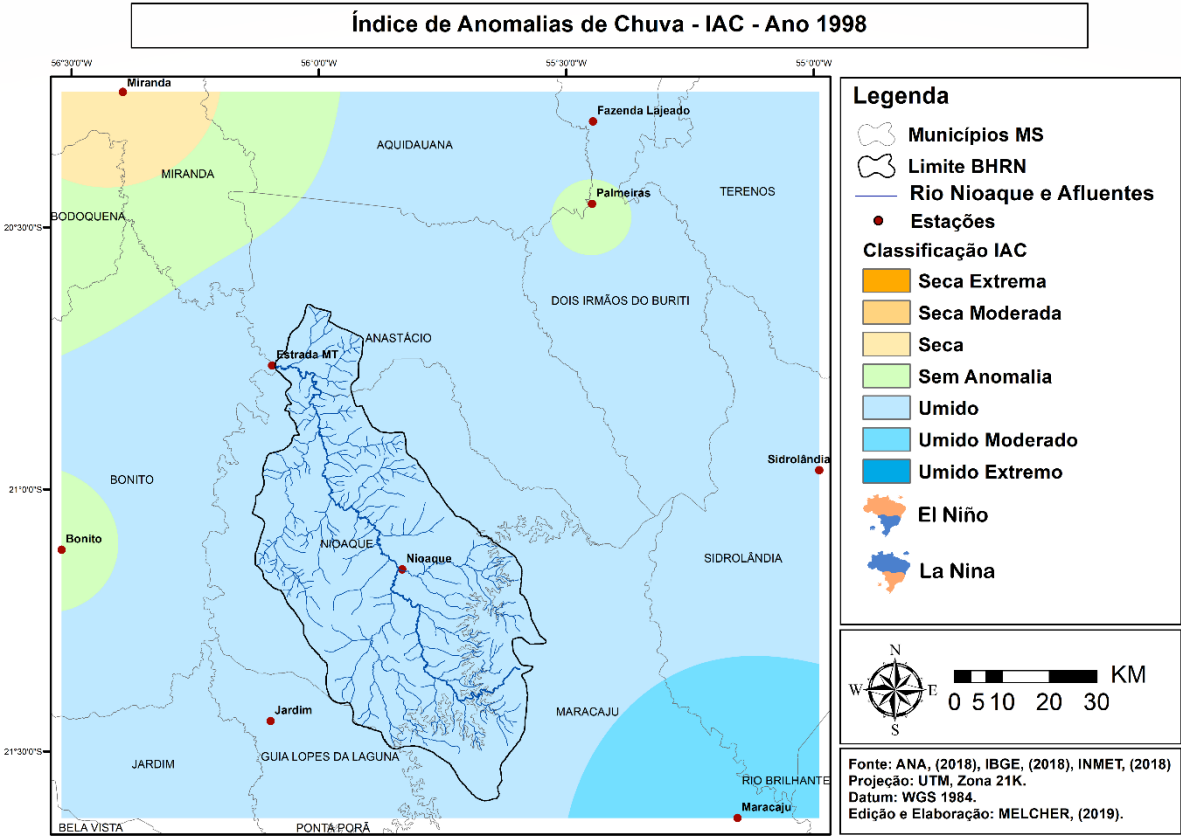
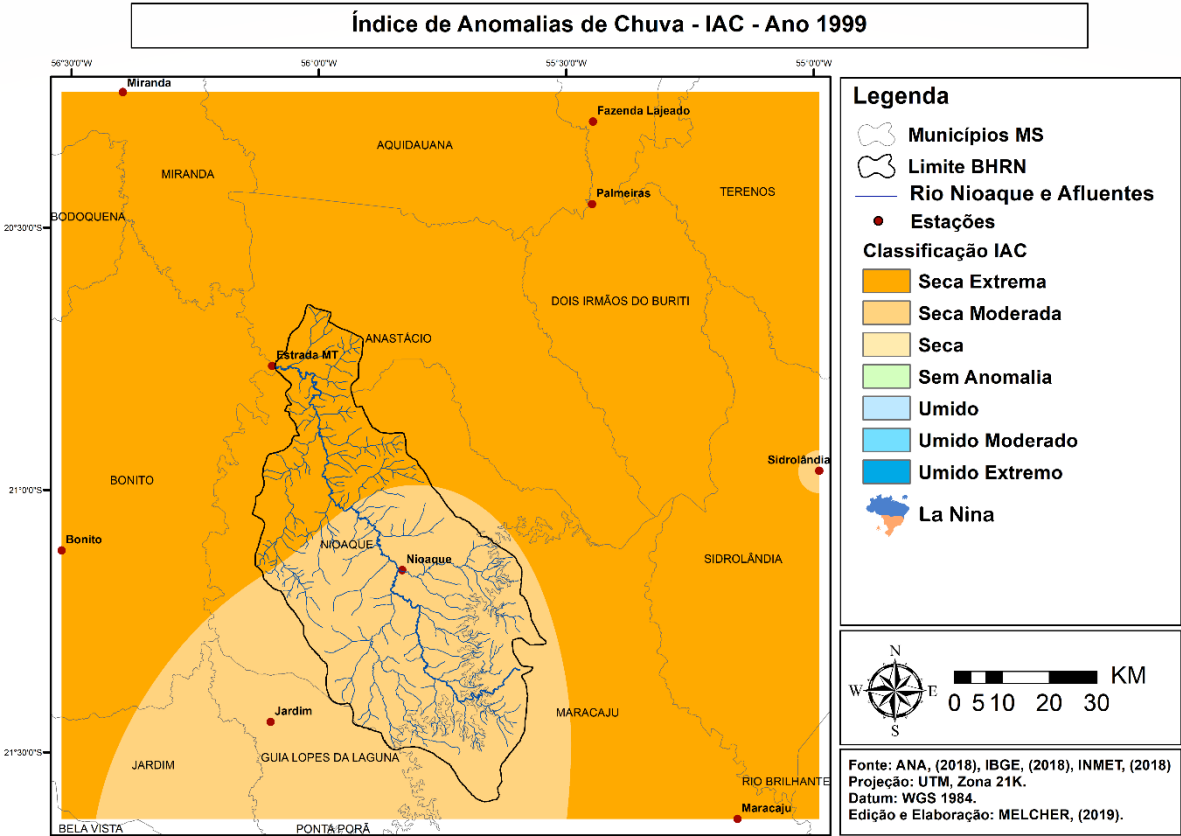


Figura 23 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 1999.



Apresentado na Figura 23, com a incidência de índices negativos pela área da bacia o ano 1999 caracteriza-se pela ocorrência da classe Seca Extrema na área do município de Anastácio e uma pequena porção do município de Nioaque ao norte, abrangendo 29% da área da bacia. As demais áreas da bacia, 71%, apresentam o predomínio da classe Seca Moderada.

Em 2000, (Figura 24), destaca-se pelo predomínio da classe Seca na bacia, com 64% da área total, ocupando áreas dos três municípios Anastácio, Nioaque e Maracaju, observa-se também a norte-noroeste, no município de Anastácio, na foz da bacia, sob a atuação dos dados da estação Estrada-MT 738, a participação de 4% da classe Seca Moderada. Neste gráfico, destaca-se também a incidência da classe Sem Anomalia, totalizando 31% da área total da bacia. E sob influência dos dados da estação Jardim, uma faixa da borda da bacia, correspondente a 1% da área na divisa dos municípios de Guia Lopes da Laguna com Nioaque a ocorrência da classe Úmido, neste ano há registro de ocorrência do fenômeno La Nina.

Figura 24 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2000.

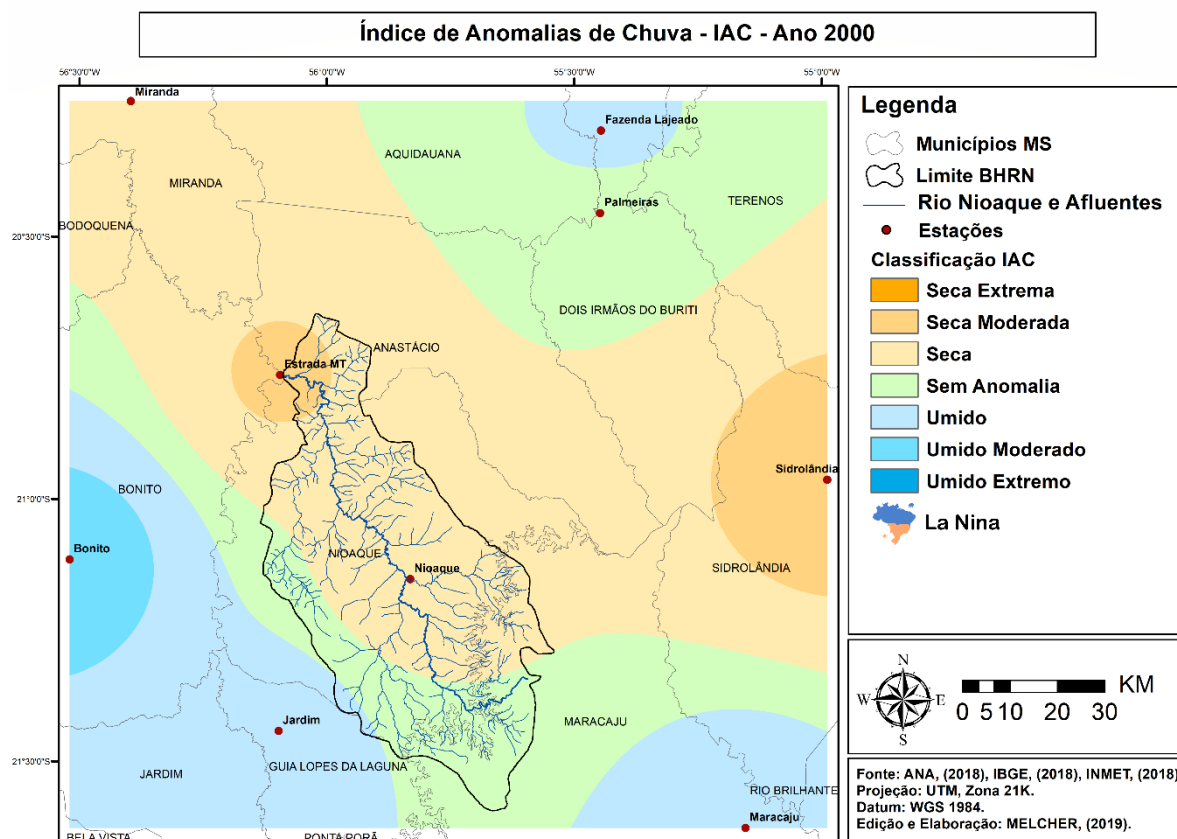


Figura 25 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2001.

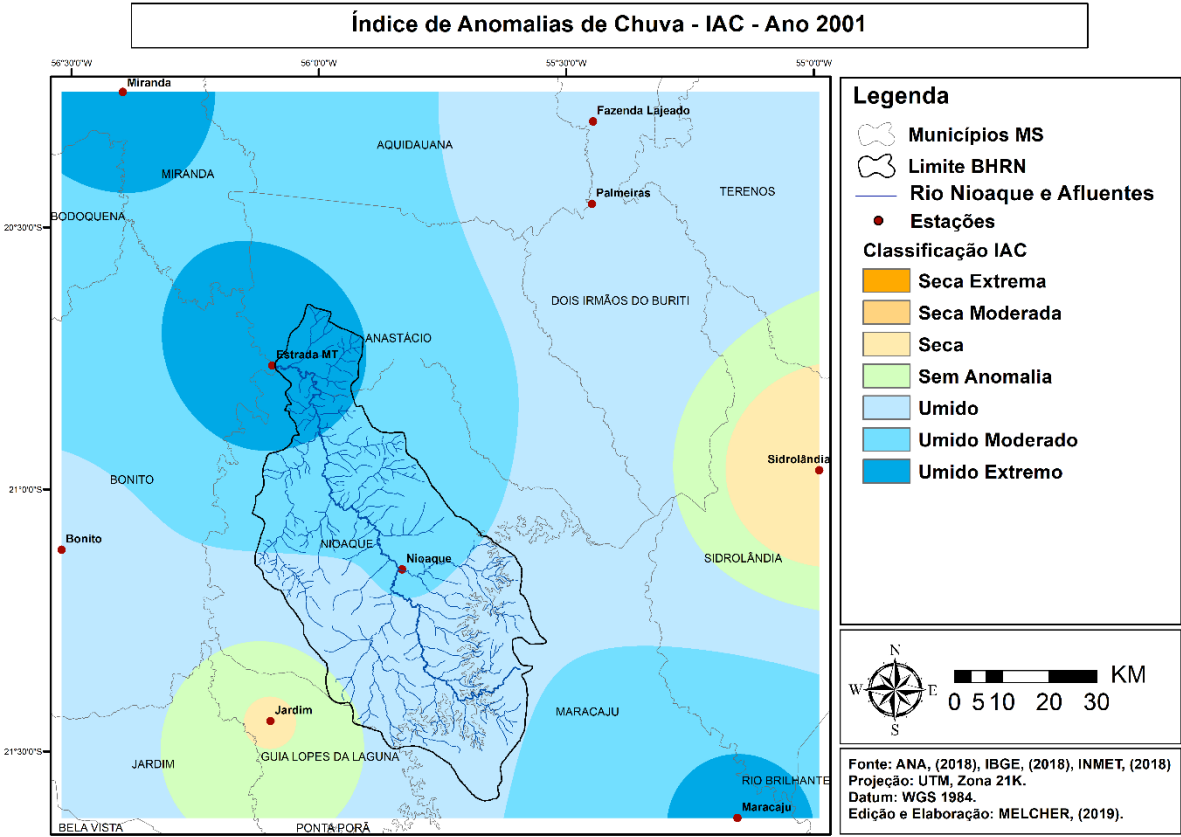
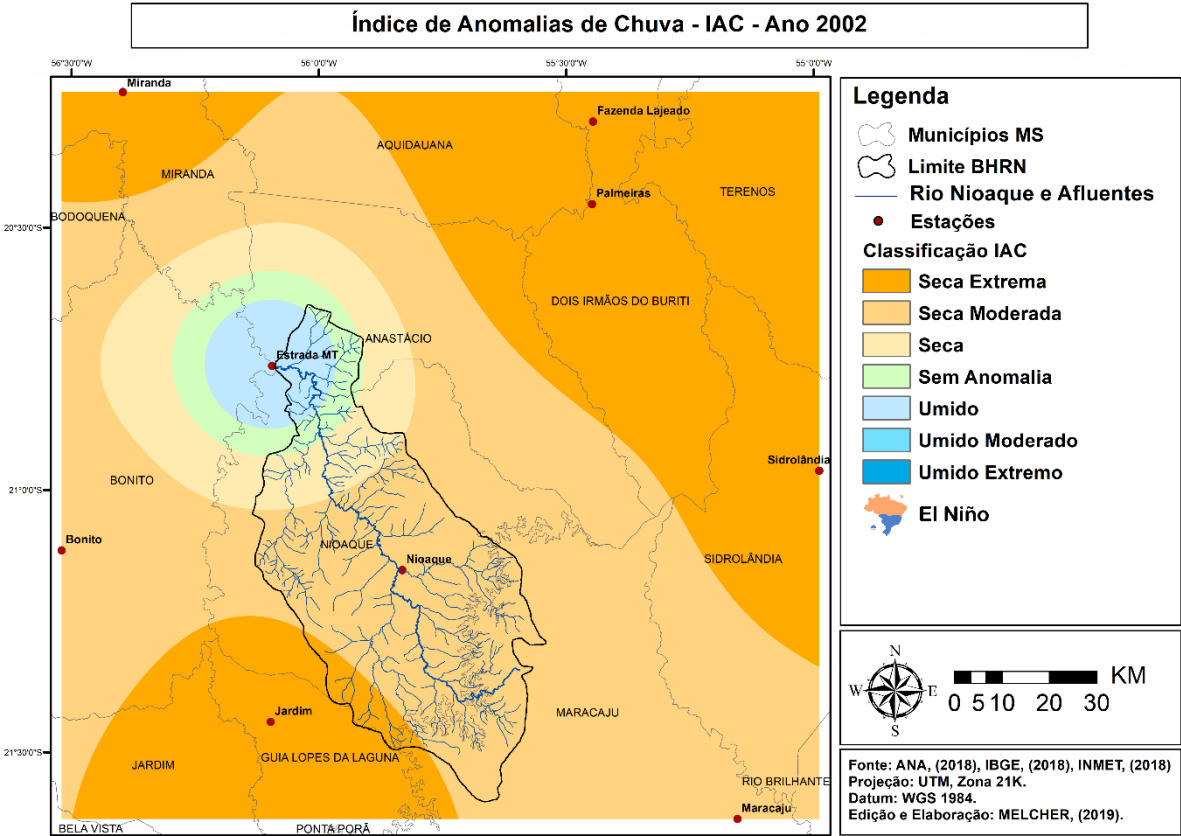


Figura 26 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2002.



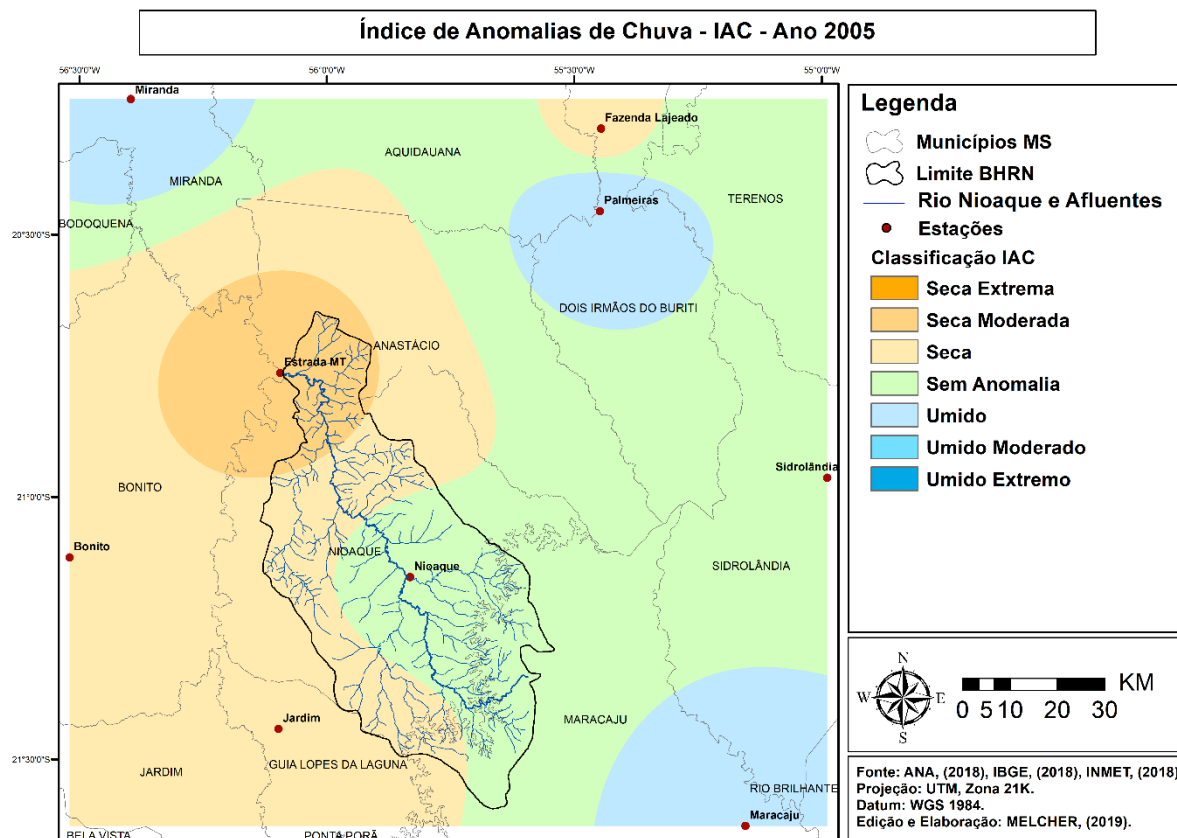
Caracterizando o ano de 2001, (Figura 25), com uma área de 10% da bacia, porção correspondente ao município de Anastácio, na foz da bacia, e norte de Nioaque, sob a influência dos dados da estação Estrada-MT 738, o predomínio da classe Úmido Extremo. De oeste a leste na região central, próximo à sede do município de Nioaque, uma área que representa 35% do total da bacia, esta apresenta a participação da classe Úmido Moderado. Sob influência dos dados da estação Jardim, uma faixa da borda da bacia, correspondente a 1% da área na divisa dos municípios de Guia Lopes da Laguna com Nioaque a ocorrência da classe Sem Anomalias, e no restante da bacia até o sul, 54% da área total da bacia a participação da classe Úmido.

Influenciado pelos dados da estação Estrada-MT 738, o ano de 2002, (Figura 26) apresenta no baixo curso da bacia, em uma área de 6%, da área total da bacia, a participação da classe Úmido, e com uma faixa do extremo norte a leste no município de Anastácio e na porção norte do município de Nioaque, em uma área total de 5% a participação classe Sem Anomalias. Na transição do médio para o baixo curso, de oeste a leste da bacia, correspondendo a 10% da área, temos uma faixa da classe Seca. Se estendendo do médio ao alto curso da bacia, cobrindo uma área de 73% da bacia, o predomínio da classe Seca Moderada, e uma faixa na borda da bacia representando 6% da área, se estendendo de na divisa entre os municípios de Maracaju e Nioaque com Guia Lopes da Laguna, com a classe Seca Extrema, induzida pelos dados da estação Jardim, neste ano houve o registro do fenômeno El Niño.

Com a incidência de índices positivos (Úmidos) o ano de 2003, (Figura 27) está caracterizado pela participação da classe Úmido Extremo em uma faixa que está entre a porção norte, cobrindo toda a área do Município de Anastácio e com uma faixa contornando a borda da bacia passando pelo oeste até ao sul, representando 33% da área da bacia. E outra faixa, que abrange 47% da área, entre o médio e o alto curso da bacia, com a participação da classe Úmido Moderado, e uma área no entorno da sede do município de Nioaque, que influenciada pelos dados da Estação Nioaque foi classificada com a classe Úmido, cobrindo um total de 20% da área da bacia, neste ano houve o registro do fenômeno El Niño.

Em função dos dados das estações Nioaque e Jardim, no ano de 2004, (Figura 28), observa-se o predomínio da classe Seca, esta representa uma área de 46% do total da bacia, localizada na transição do alto para o médio curso, em uma faixa na borda da bacia, na transição do médio para o baixo curso, em uma área de 2% da bacia a ocorrência da classe Úmido, nas demais áreas, representando 52% da bacia o predomínio da classe Sem Anomalias.

Figura 29 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2005.



Analisando a Figura 29, do ano de 2005, tem-se o predomínio, na maior porção da bacia, da classe Sem Anomalia, está representando 49% da área, em uma faixa compreendida entre o sul na divisa entre o município de Maracaju e Guia Lopes da Laguna, contornando a sede e se estendendo até o sul do município de Nioaque a participação da classe Seca, cobrindo uma área de 39% da bacia, e em função dos dados da estação Estrada MT-738, a área do município de Anastácio bem como a região norte do município de Nioaque, compreendendo uma área de 12% do total da bacia, que apresenta o predomínio da classe Seca Moderada.

Figura 30 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2006.

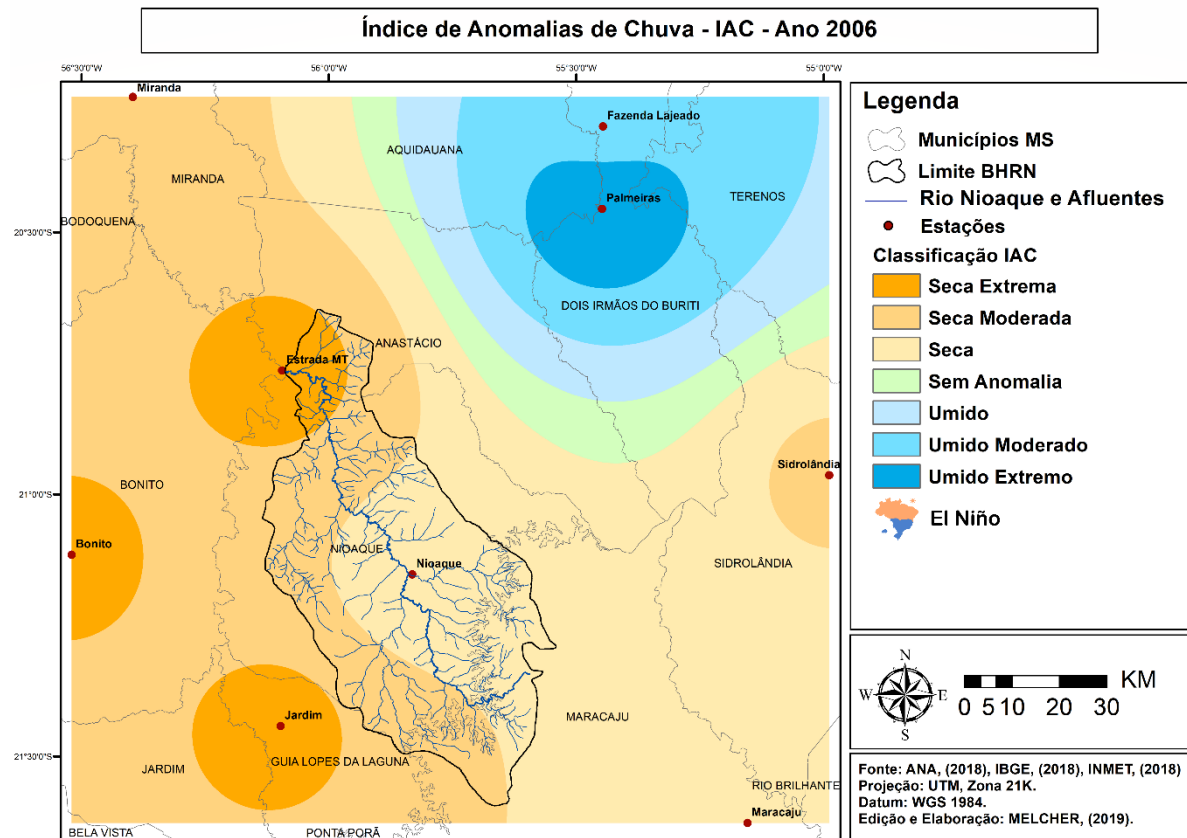
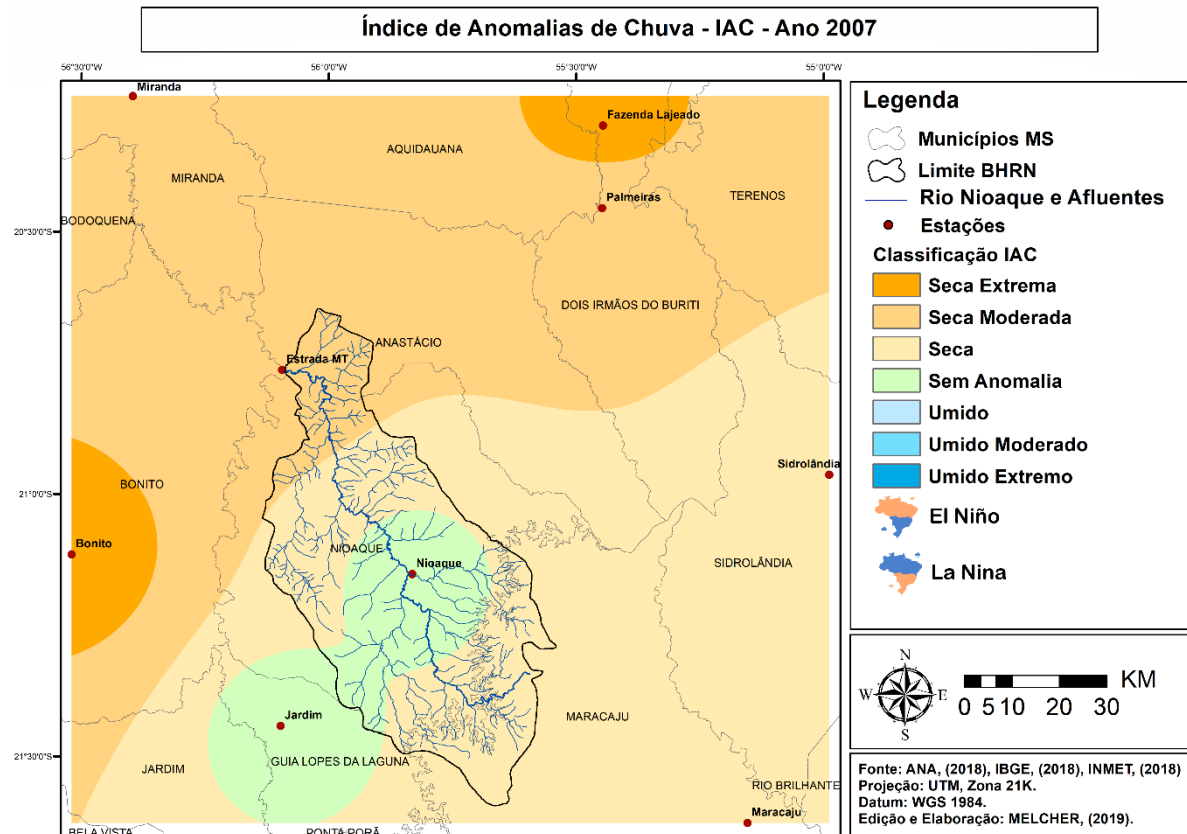


Figura 31 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2007.



Com a incidência de índices negativos pela área da bacia o ano 2006, (Figura 30), apresenta na foz, uma área de 6% da bacia, entre os municípios de Anastácio e Nioaque a participação da classe Seca Extrema. Influenciado pelos dados da estação Estrada MT-873, avançando entre o norte do município de Anastácio em uma faixa que contorna a oeste até o sul do município de Nioaque a participação da classe Seca Moderada, representando uma área de 46% da bacia. Em função dos dados da estação Nioaque, partindo da região central para o leste até o sul, representando uma área de 48% da bacia, tem-se o predomínio da classe seca. Observa-se ainda a ocorrência do fenômeno El Niño neste ano.

O ano de 2007 (Figura 31), apresenta na no baixo curso em uma área de 14% da bacia a participação da classe Seca Moderada, no centro da bacia, pela influência da estação Nioaque, se estendendo até a divisa da bacia com o município de Guia Lopes da Laguna, a oeste uma área de 30,5% da bacia, classificada como Sem Anomalias, nas demais áreas, totalizando 55,5% da área total da bacia, o predomínio da classe Seca, e a ocorrência de ambos os fenômenos El Niño e La Nina. No ano de 2008, (Figura 32) na foz da bacia, tem-se uma pequena faixa, representando 3,5% da área da bacia, com a classe Seca Extrema, em função dos dados da estação Estrada MT-738. No restante da bacia, totalizando uma área de 96,5% o predomínio da classe Seca Moderada. Observa-se ainda a ocorrência do fenômeno El Niño neste ano.

Figura 32 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2008.

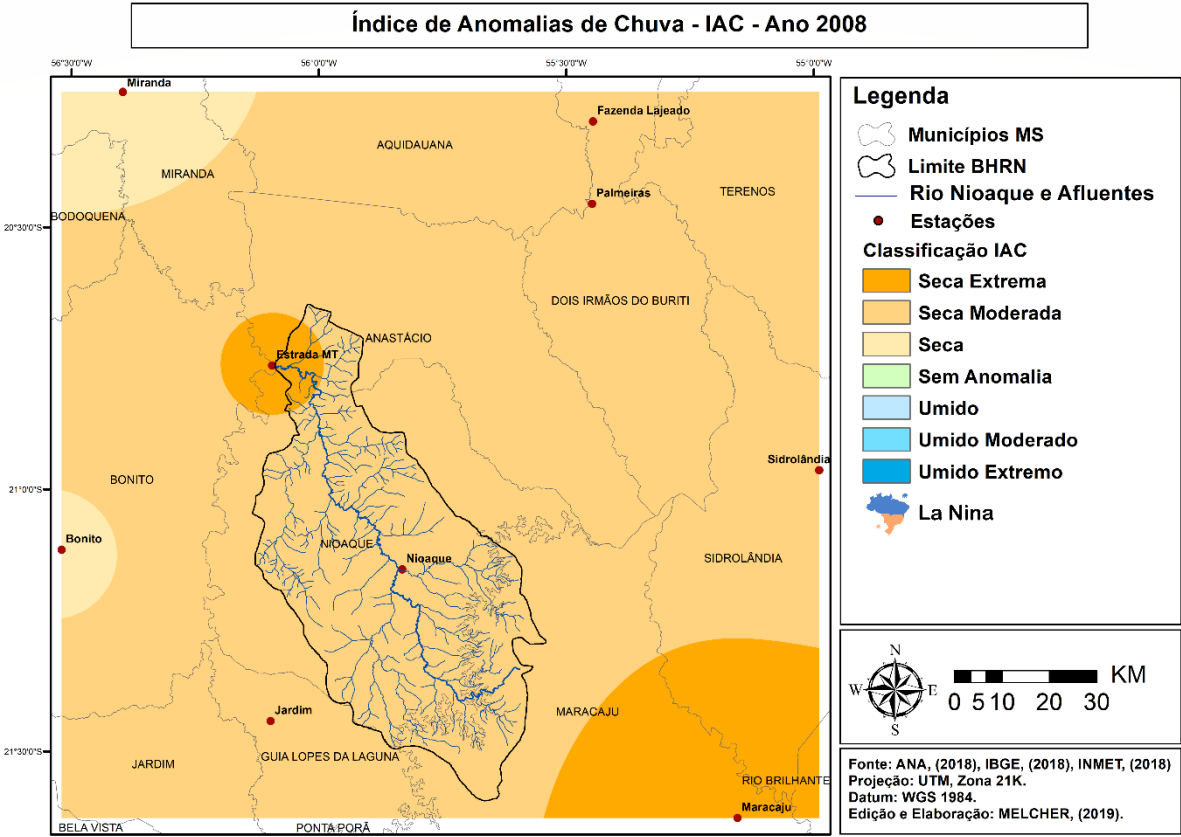
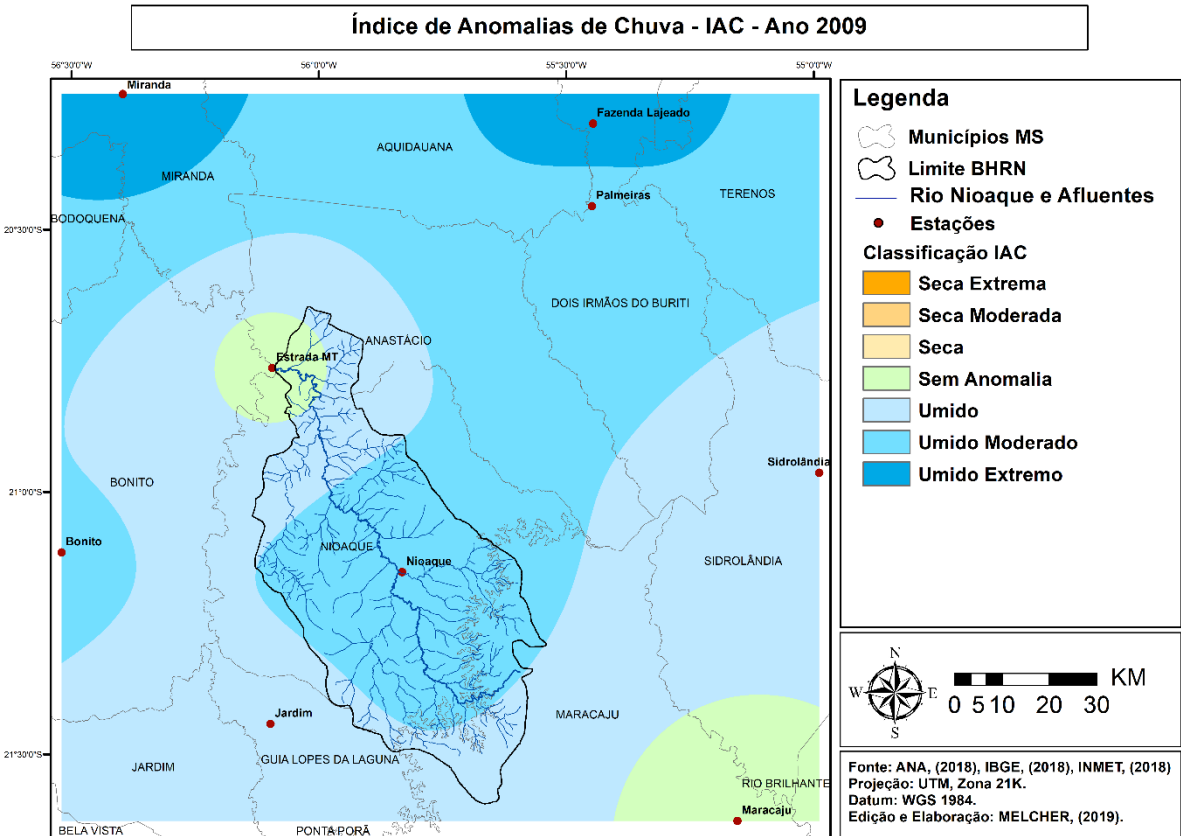


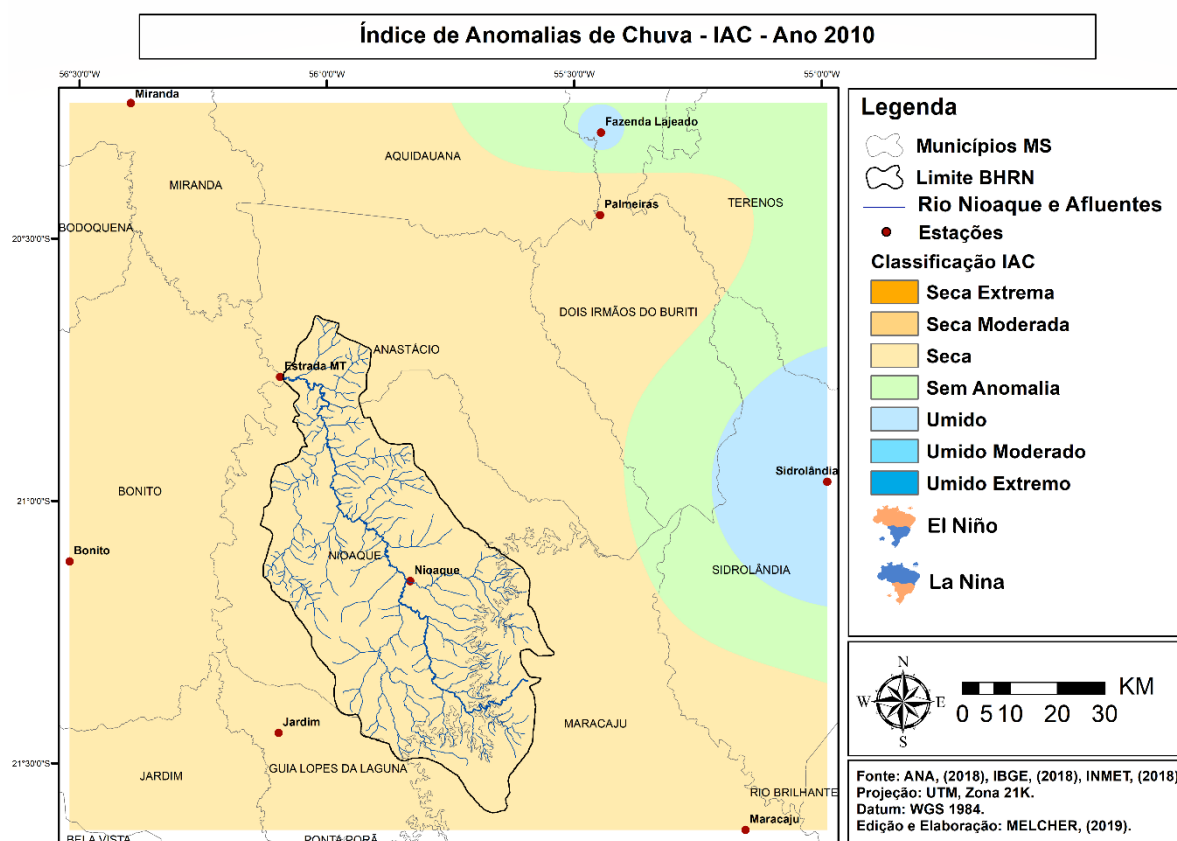
Figura 33 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2009.



Caracterizando o ano de 2009, (Figura 33) observa-se a participação dos dados da estação Estrada MT-738 na foz da bacia, em uma área de 4% da bacia a ocorrência da classe Sem Anomalia. Em uma faixa entre o médio e o alto curso da bacia, abrangendo 66% do total da bacia, com o predomínio da classe Úmido Moderado. Os 30% restantes estão classificados com a classe Úmido, divididos em duas faixas uma no alto curso, no extremo sul e outra no baixo curso.

O ano de 2010, (Figura 34), apresenta a incidência de um índice negativo em toda a área da bacia, predominando a classe Seca. Observa-se também que no ano de 2010 temos a ocorrência dos dois fenômenos El Niño e La Nina.

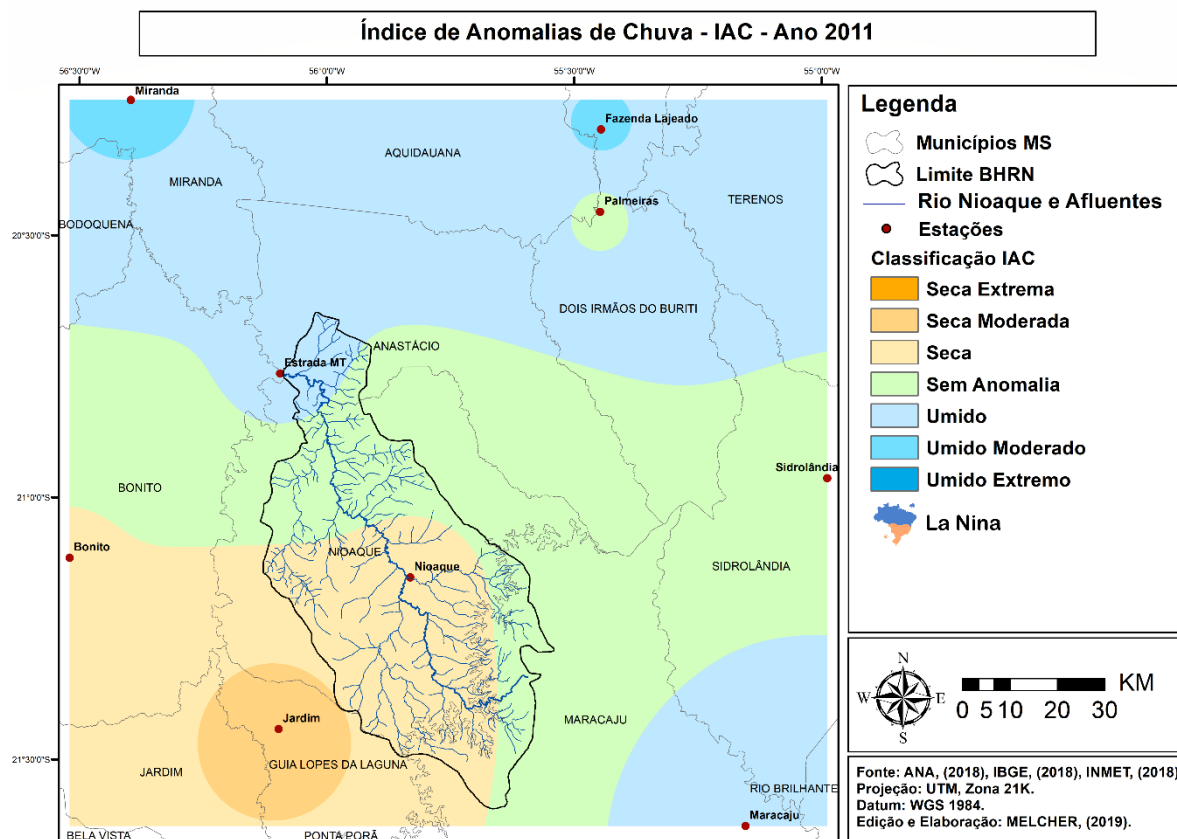
Figura 34 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2010.



Com a incidência de índices positivos e negativos o ano de 2011 (Figura 35), na porção sul da bacia, em uma área total de 6%, dos município de Anastácio e Nioaque, o predomínio da classe Úmido, sob influência da estação Estrada MT-738. Na porção restante do baixo curso, contornando a leste até o sul pela borda da bacia, em uma área de 37,5%, a participação da classe Sem Anomalias. Na borda da bacia na divisa com o município de Guia Lopes da laguna, uma pequena participação de 0,3% da classe Seca Moderada, em função dos dados da estação

Jardim, nas demais áreas totalizando 56,2% da área total da bacia o predomínio da classe Seca. Além da incidência do fenômeno El Niño.

Figura 35 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2011



Com o predomínio em 95% da área da bacia o ano de 2012, (Figura 36), foi classificado com a classe Seca, e uma pequena participação de 5% da área na foz da bacia, sob influência dos dados da estação Estrada-MT738, da classe Sem Anomalias.

Contudo no ano de 2013, (Figura 37), tem-se somente a incidência de índices positivos, em uma porção de 16,5% da bacia, que compreende o baixo curso da bacia com a participação da classe Úmido, em uma pequena área de 1%, no centro da bacia com a participação da classe Úmido Extremo, sob influência dos dados da estação Nioaque, e nas demais áreas, totalizando 82,5% da bacia, o predomínio da classe Úmido Moderado.

Figura 36 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2012

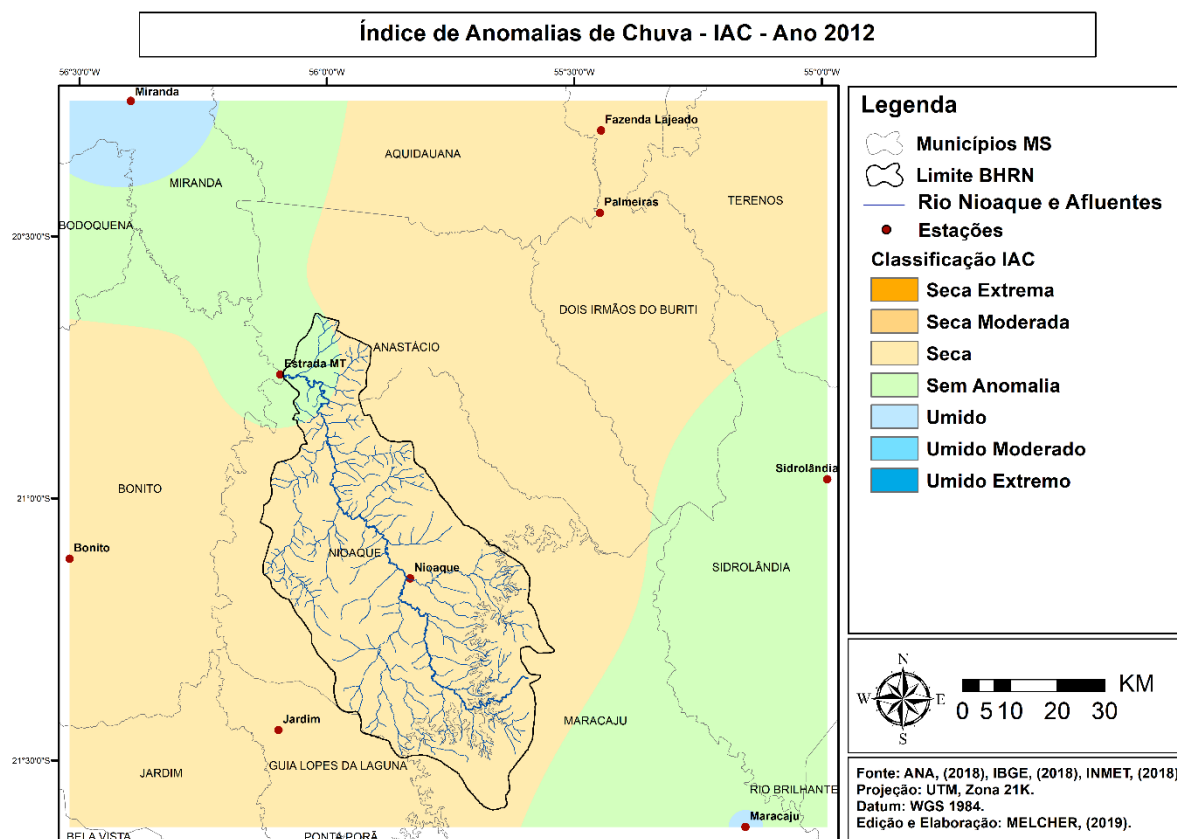
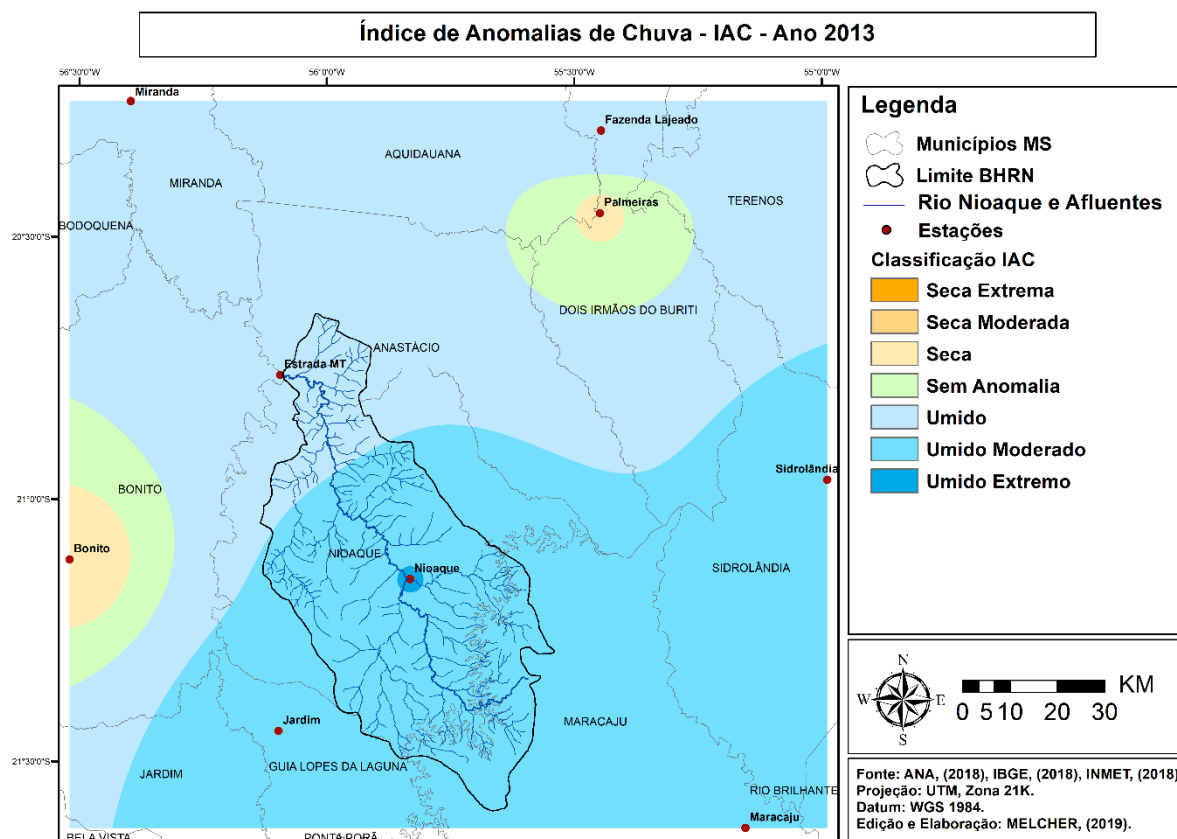


Figura 37 - Espacialização do Índice de anual Anomalia de Chuva da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2013



A distribuição do índice no ano de 2014, (Figura 38) se apresenta como a participação da classe Sem Anomalia na borda da bacia ocupando uma área de 1% na divisa com o município de Guia Lopes da Laguna, do extremo norte passando pelo leste na borda da bacia com uma área total de 23% da classe Úmido. Sob a influência dos dados da estação Nioaque na região central a participação da classe Úmido Extremo, nos demais 48% da área da bacia temos a participação da classe Úmido Moderado. O ano de 2015, (Figura 39), em toda a área da bacia observa-se o predomínio da classe Úmido Moderado. E a ocorrência do fenômeno El Niño.

Figura 38 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2014

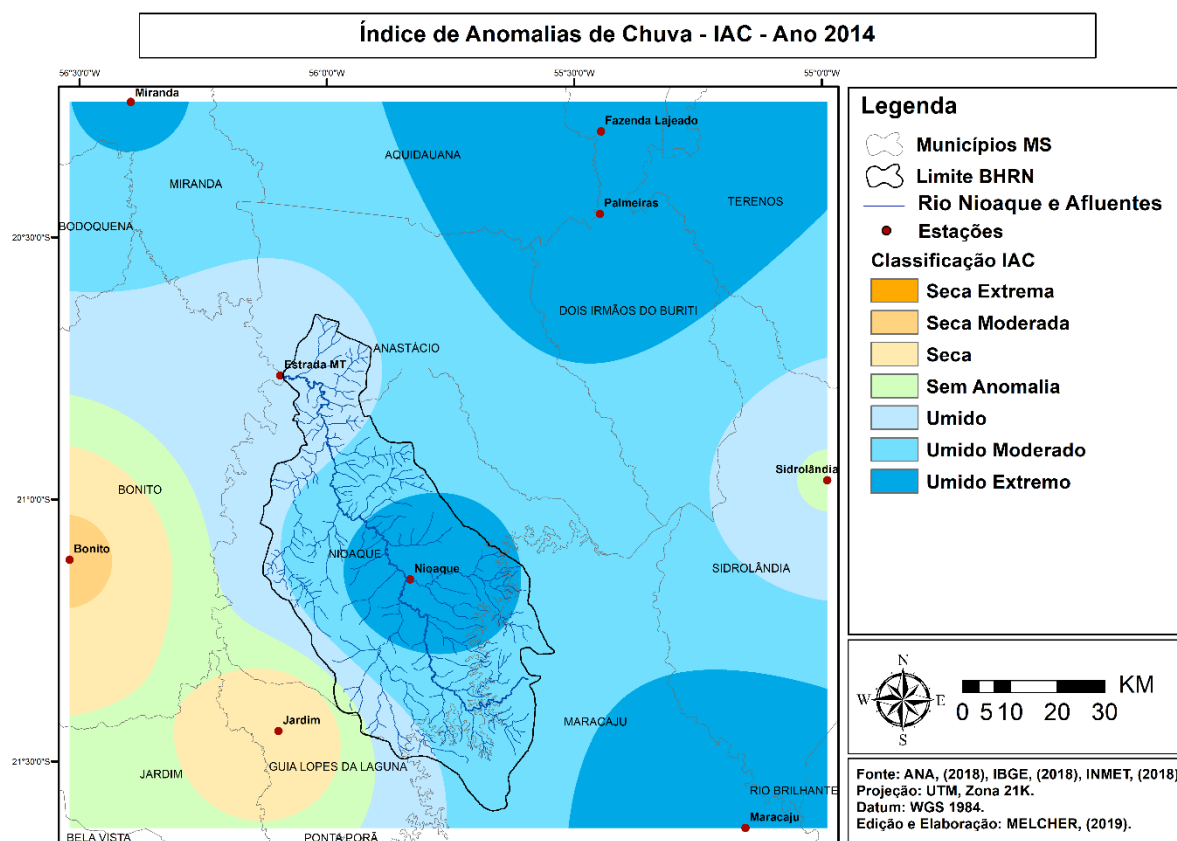


Figura 39 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2015

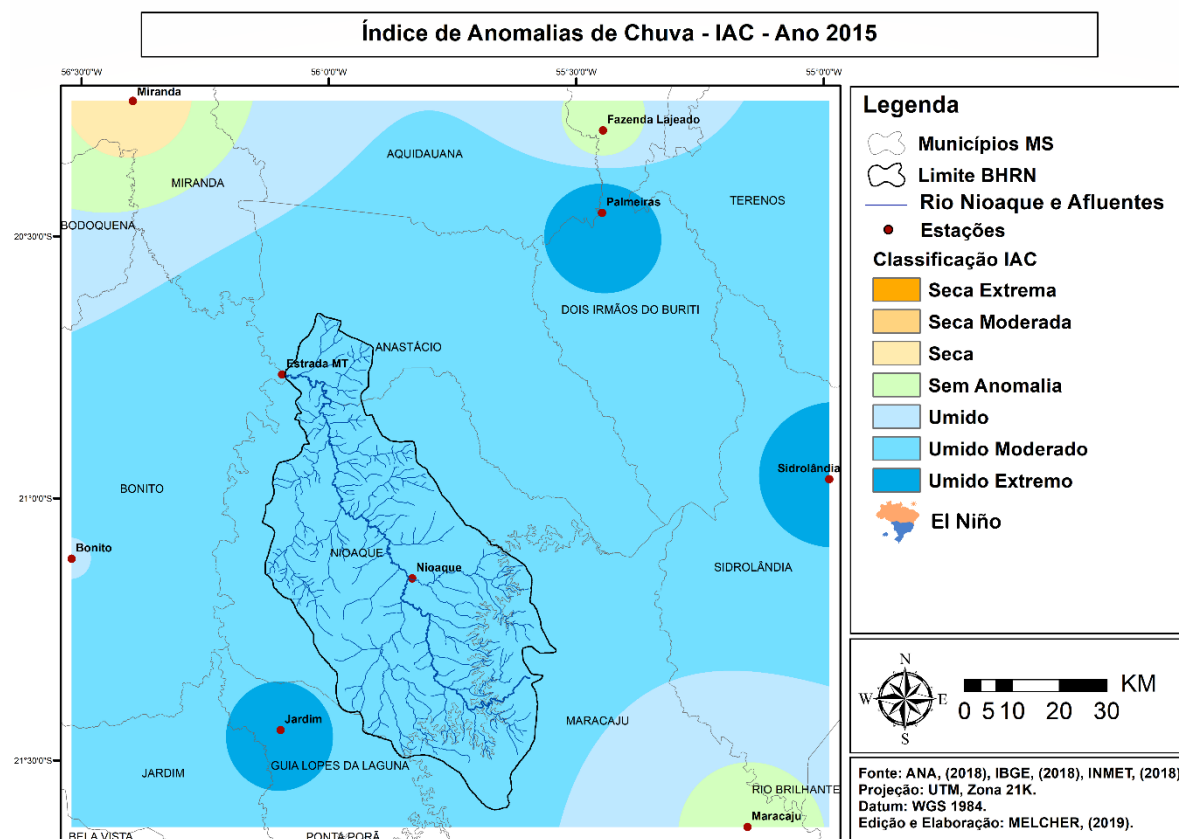
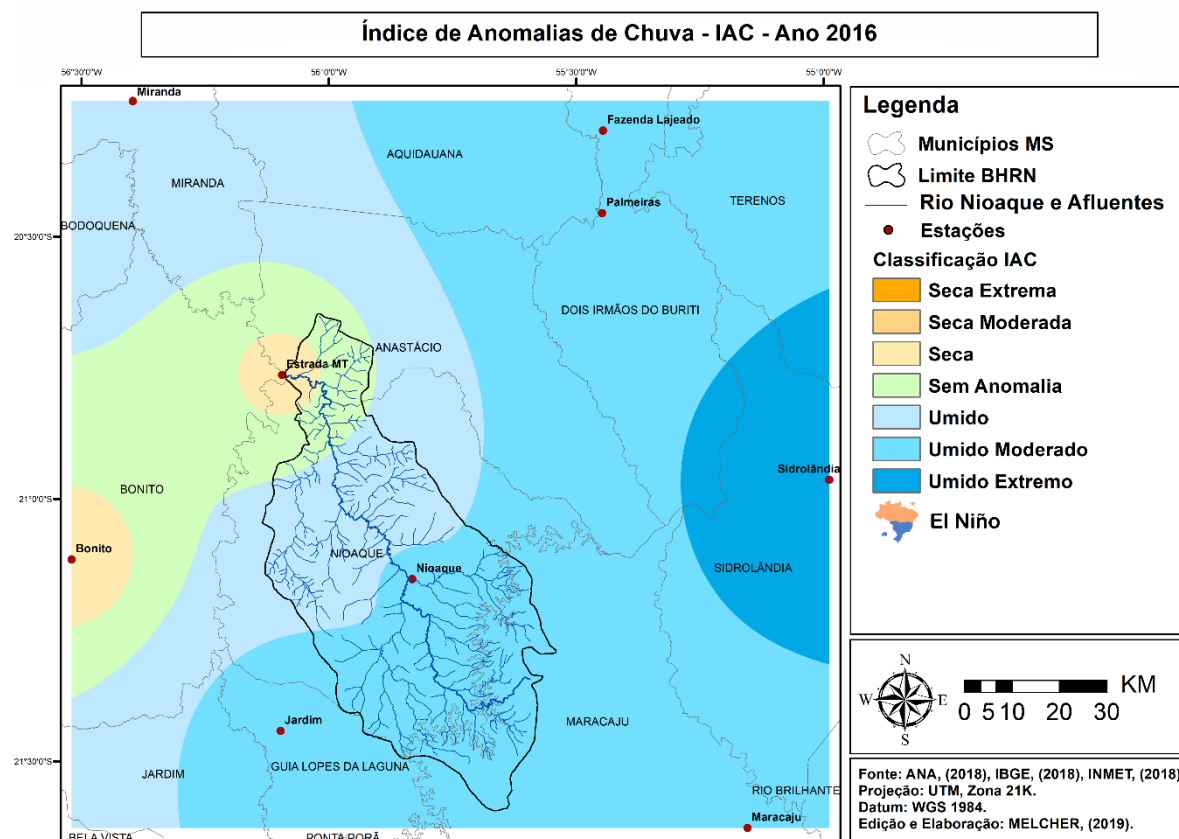
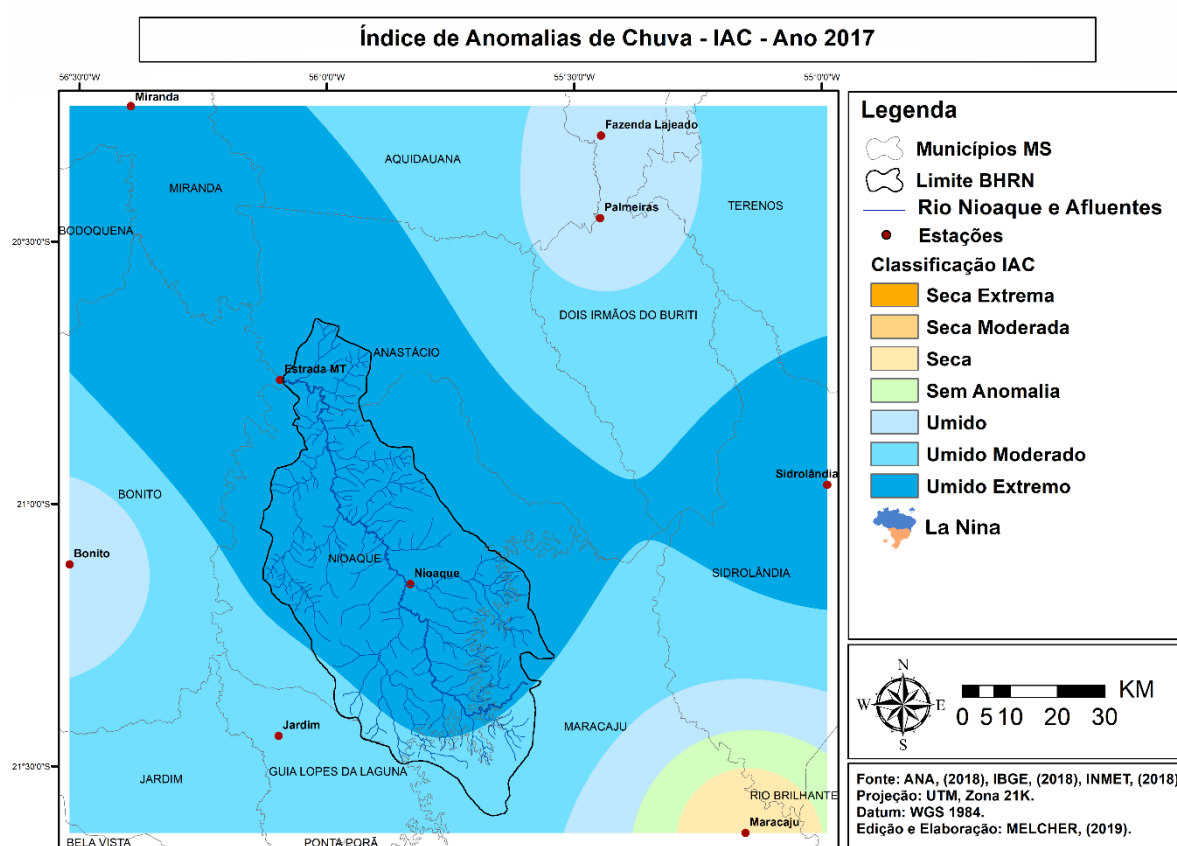


Figura 40 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2016



Em 2016, (Figura 40), em uma área de 2% da bacia classificada com classe Seca, na foz da bacia, influenciado pelos dados da estação Estrada MT-738, em uma faixa que inicia ao norte abrangendo áreas dos municípios de Anastácio e Nioaque, totalizando 10% da área total da bacia, tem-se a ocorrência da classe Sem Anomalias. Com 33,5% da área da bacia, localizado entre baixo e médio curso da bacia tem-se a participação da classe Úmido, nos demais 54,5% da área da bacia, predomina a classe Úmido Moderado. Observa-se ainda a incidência do fenômeno El Niño.

Figura 41 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2017



Encerrando a série histórica, o ano de 2017 (Figura 41), apresenta uma faixa na borda da bacia no sul e se estendendo até o sudeste, correspondendo a 14% da área, classificado com a classe Úmido Moderado, nos 86% restantes da área da bacia temos o predomínio da classe Úmido Extremo. Neste ano tem-se a ocorrência do fenômeno El Niño.

Destes 25 anos temos apenas 10 anos classificados como úmidos e 14 anos classificados como secos, e um ano classificado como sem anomalias, para a área da bacia.

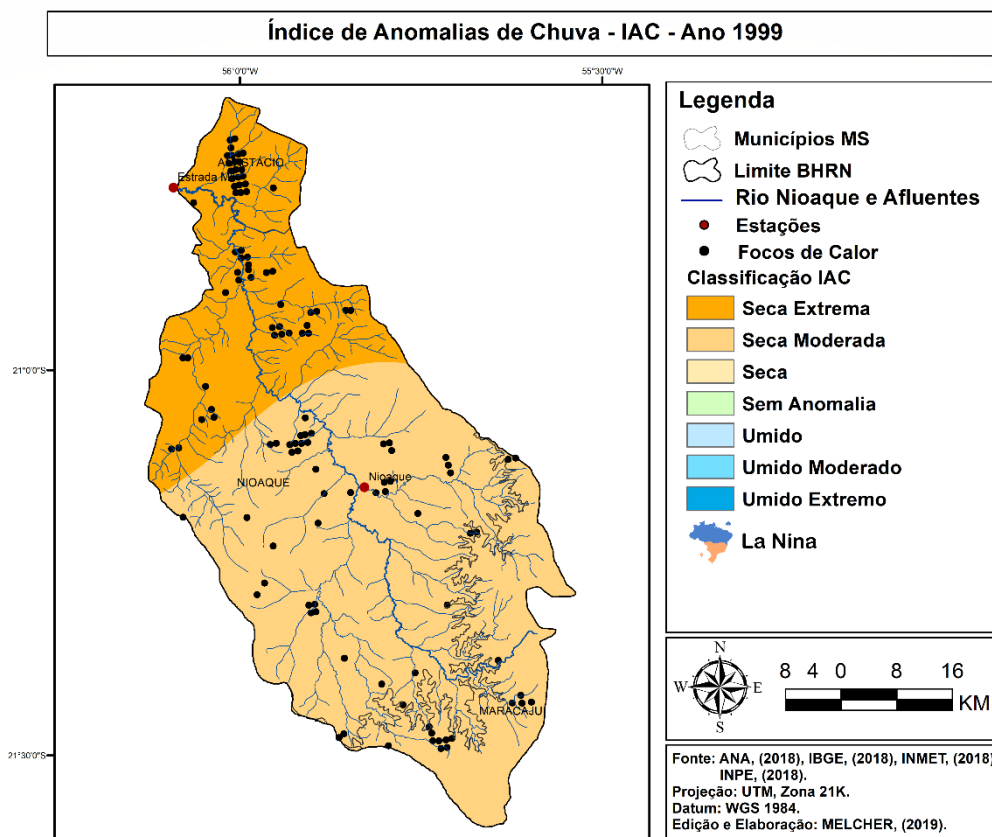
4.3. ANÁLISE DOS FOCOS DE CALOR E SUA CORRELAÇÃO COM O IAC E A OCORRÊNCIA DOS FENÔMENOS EL NIÑO E LA NIÑA.

Para a análise dos dados utilizou-se os gráficos apresentados nas Figuras de 40 e 58 que representam os dados da espacialização dos pontos de calor sobre a bacia correlacionados com a espacialização classificada do índice.

Na análise, pode-se verificar que na série histórica analisada tem-se 11 anos com o predomínio do índice negativo, Seco, classificando-os entre as classes Seca, Seca Moderada e Seca Extrema, e 7 anos com o predomínio do índice positivo, Úmido, sendo estes classificados entre as classes Úmido, Úmido Moderado e Úmido Extremo. Nota-se também uma oscilação entre a frequência de períodos úmidos e de Estiagem, nesta série histórica foram identificados anos classificados como Sem Anomalias, porém não trataremos como sem anomalias positivas ou negativas.

De acordo com as figuras 42 a 60, observa-se que nos anos 1999, 2000, 2008 e 2017, houve a ocorrência do fenômeno La Niña. Da mesma forma que nos anos 2002, 2003, 2006, 2011, 2015 e 2016 a ocorrência do fenômeno El Niño. Observa-se também que nos anos de 2007 e 2010 houve a ocorrência dos dois fenômenos, El Niño e La Niña.

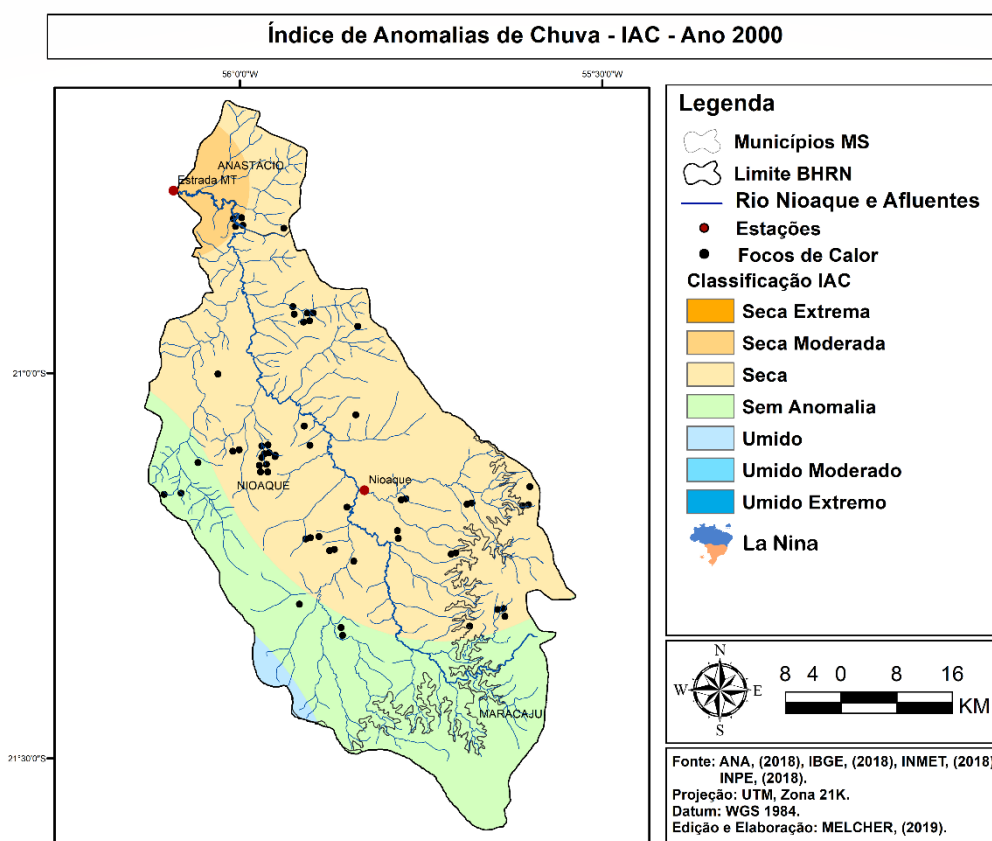
Figura 42 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva e Focos de Calor da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 1999.



Analisando os dados de mapa de calor espacializados no mapa, apresentado na Figura 42, observa-se que o ano de 1999, ano inicial de nossa série histórica de focos de calor, é o ano com a maior ocorrência de focos registrando um total de 118 focos distribuídos pela área da bacia. De forma oposta, o ano de 2015 é o que houve o menor número de registros para o período, foram registrados somente 03 focos para a área da bacia.

Registrando um total de 118 focos de calor, o ano de 1999 ficou caracterizado na porção classificada com a classe Seca Extrema, que representa 29% da área total da bacia, um total registrados de 57 pontos de focos de calor, na maior porção da área, de 71%, onde predominou a classe Seca Moderada, tem-se o registro de 61 pontos de focos de calor.

Figura 43 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva e Focos de Calor da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2000.



Caracterizado pela variação entre índices positivos, Úmidos e negativos Secos, o ano de 2000, (Figura 43), destaca o predomínio da classe Seca, ocupando uma área de 64% da bacia, onde registrou-se 48 pontos de foco de calor, na porção classificada como Sem Anomalias, área de 31% da bacia, tem-se o registro de 6 focos de calor, na foz da bacia, em uma área correspondente a 4% predominando a classe Seca Moderada registrou-se 3 focos de calor, nas demais áreas não houve o registro de focos, Ano com a ocorrência do fenômeno La Nina.

Figura 44 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva e Focos de Calor da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2001.

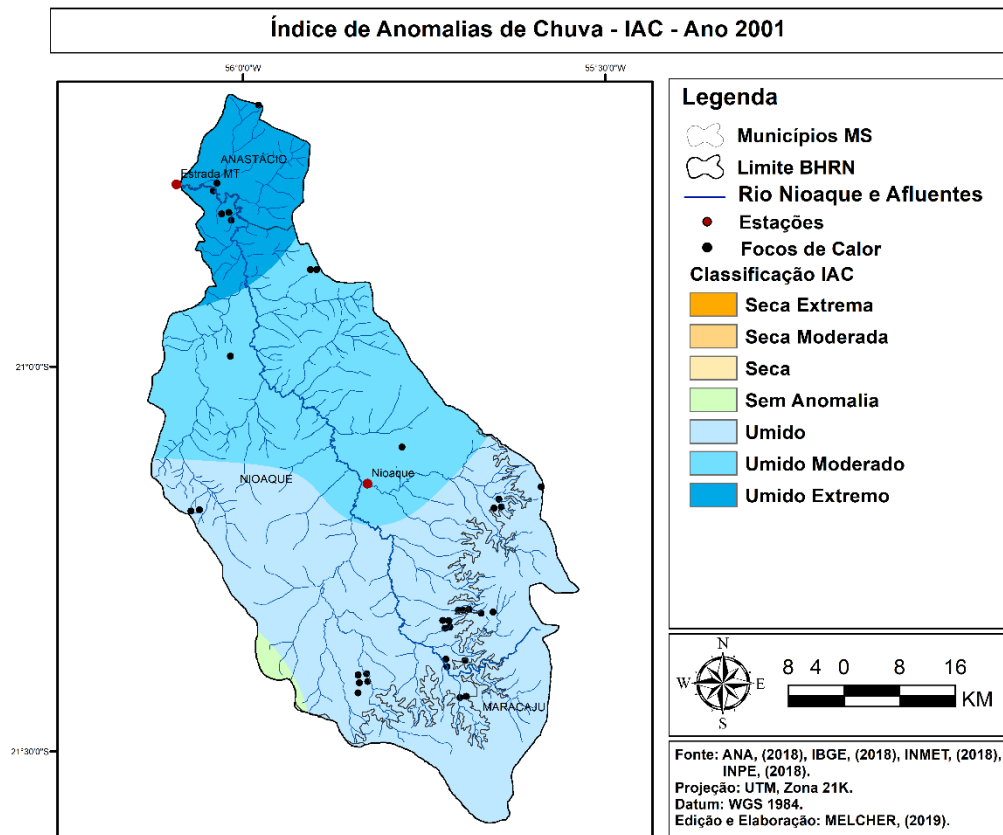
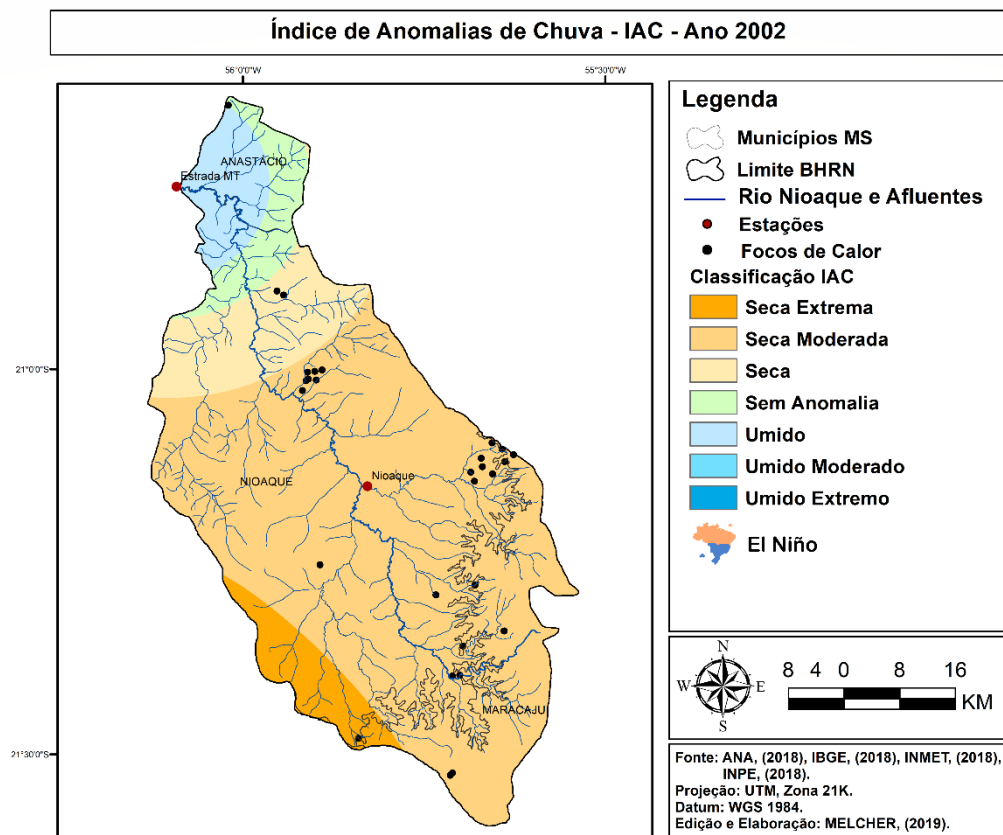


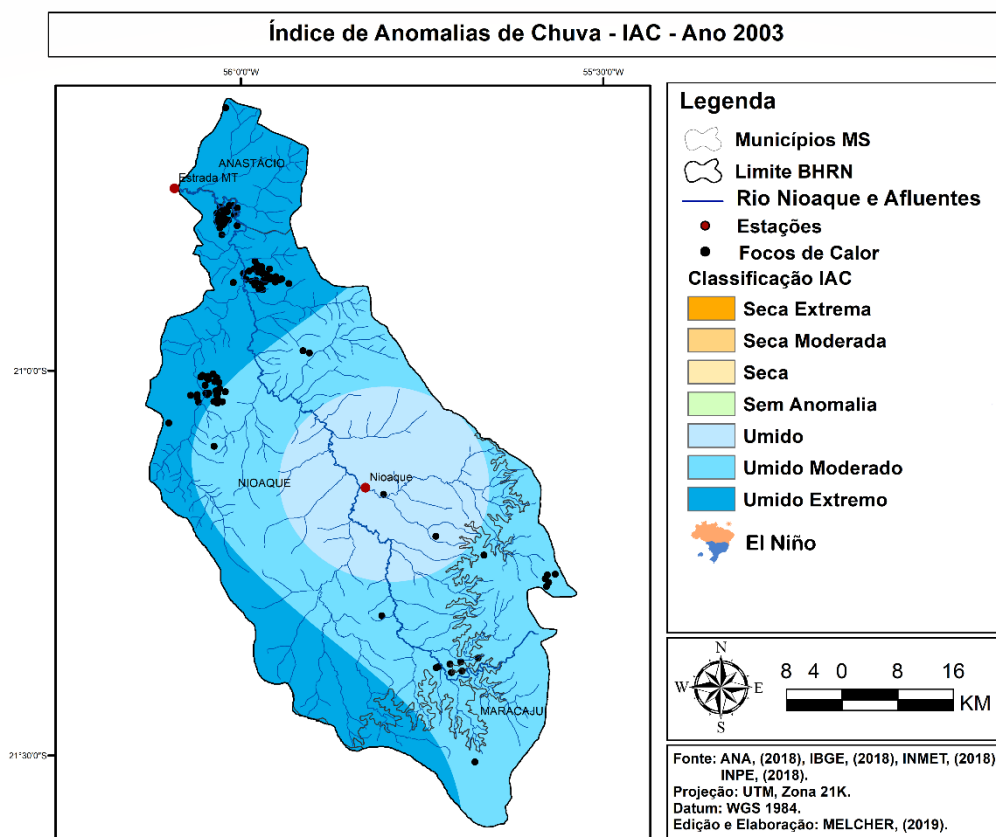
Figura 45 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva e Focos de Calor da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2002.



Classificado somente com classes de índice positivo, Úmidos o ano de 2001, (Figura 44), apresenta a ocorrência de 35 pontos de focos de calor pela área da bacia, sendo que na porção próxima a foz da bacia, correspondendo a 6%, da área da bacia, classificada com a classe Úmido Extremo, tem-se o registro de 06 pontos de focos de calor, na área mais central, a porção classificada como Úmido Moderado, ocupa 35% da área da bacia e registra de 4 pontos de focos de calor, a menor porção com área de 1%, classificada como sem anomalias não possui o registro de focos de calor, no restante dos 54% área da bacia, classificados com a classe Úmido, registra-se a maior incidência dos focos, com um total de 25, concentrados em sua maioria na porção mais a Sul da bacia, na divisa entre os municípios de Maracaju e Nioaque.

Com a participação de índices positivos, Úmidos e negativos Secos o ano de 2002, representado na Figura 45, registrou a ocorrência de 29 pontos de foco de calor. No extremo norte da bacia, em uma porção de área de 6% do total da bacia e classificada como Úmido, temos 01 registro de foco de calor. Na porção classificada como Sem Anomalias, não houve o registro de focos para o ano. Na faixa localizada de leste a Oeste, entre o baixo e médio curso, ocupando 10% da bacia, tem-se o registro de 02 focos de calor. Cobrindo a maior porção da área da bacia, 73%, com 25 pontos de focos de calor registrados, temos a porção de área classificada como Seca Moderada. E uma faixa na borda a leste da bacia, com 6% do total da bacia, a classe Seca Extrema com 01 único registro de focos de calor no período, na divisa com os municípios de Nioaque e Maracaju.

Figura 46 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva e Focos de Calor da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2003.



Representado por índices positivos, Úmidos, e com a ocorrência do fenômeno El Niño, no ano de 2003, (Figura 46), foram registrados 105 focos de calor distribuídos pela bacia, a região classificada com a classe Úmido Extremo, que corresponde a 33% da área da bacia, registrou 79 pontos de foco de calor, em sua maioria na porção Norte, próximo à divisa com o município de Anastácio. Abrangendo a maior área da bacia, 47%, a participação da classe Úmido Moderado, com registro de 24 pontos de foco de calor distribuídos pela área, na região, influenciados pelos dados da estação Nioaque, com uma área de 20%, na área central que abrange a cede do município de Nioaque, temos uma faixa com a participação da Úmido, com o registro de 02 pontos de focos de calor.

Apresentando índices positivos, Úmidos e negativos, Secos, 2004, (Figura 47) registrou uma faixa na porção central com 46% da área total da bacia, classificada com a classe Seca, onde registrou-se 22 pontos de focos de calor, com concentrações na divisa dos municípios de Maracaju e Nioaque. Na maior porção da área com 52%, tem-se o predomínio da classe Sem Anomalias, com o registro de 17 pontos de focos de calor, totalizando na região da bacia 39 focos. Observa-se também uma pequena faixa na borda da bacia classificada com a classe Úmido, porém sem registro de focos.

Figura 47 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva e Focos de Calor da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2004.

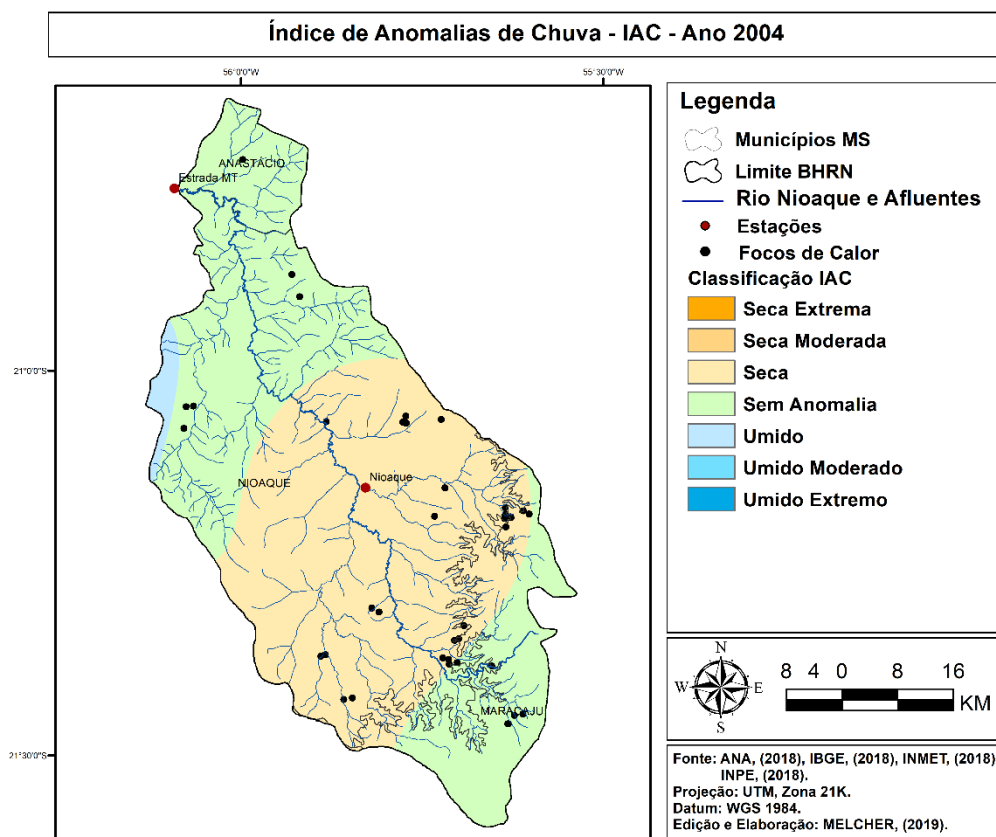
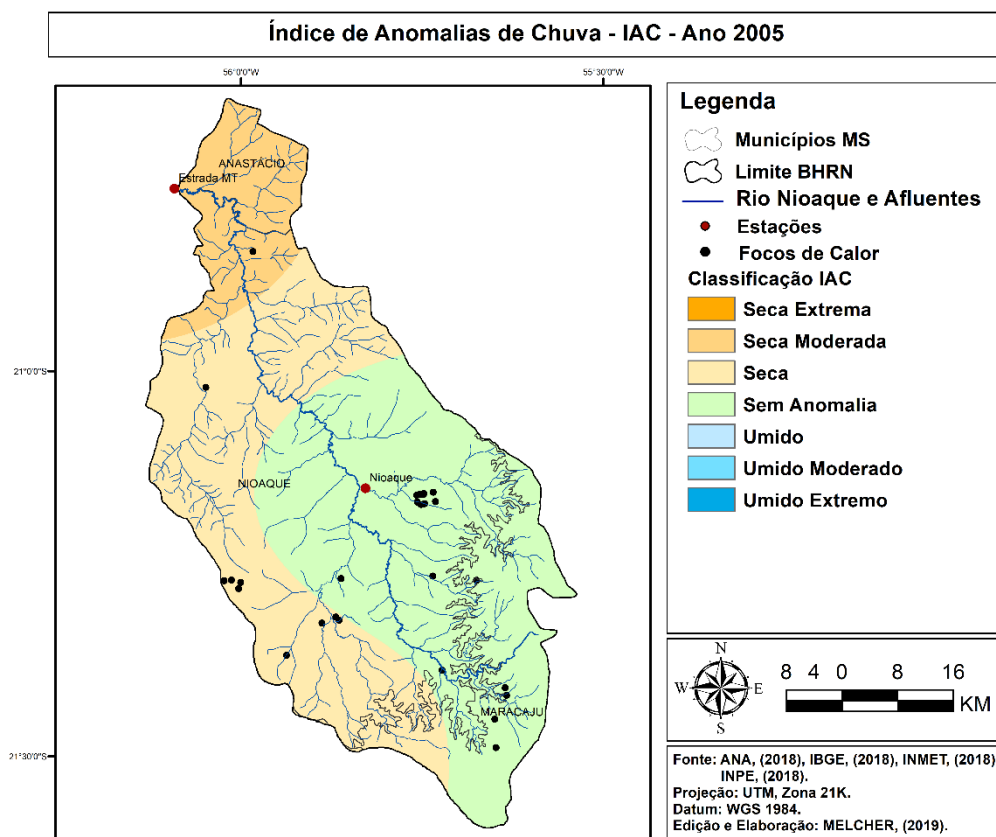


Figura 48 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva e Focos de Calor da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2005.



Apresentado na Figura 48, o ano de 2005, na região central da bacia em uma faixa que se estende pela borda a leste até o sul, totalizando 49% da área total da bacia e classificada com a classe Sem Anomalias, temos o registro de 17 de focos de calor, com uma concentração próxima a sede do município de Nioaque, já na porção classificada como seca, que corresponde a 39% da área, houve o registro de 9 foco de calor. Na faixa, mais ao norte, próxima a borda da bacia, correspondendo a 12%, da área total da bacia, temos o predomínio da classe Seca Moderada, registrando somente 01 foco de calor.

Classificado como um ano de estiagem, Seca, 2006, (Figura 49), registrou um total de 42 pontos de focos de calor, na foz da bacia, com uma área que corresponde a 6% do total da bacia, região classificada com a classe Seca Extrema, não houve registros. Com uma área de 46%, tem-se uma faixa classificada com a classe Seca Moderada, que se entende de norte a sul, passando pelo oeste, temos o registro de 03 pontos de focos de calor distribuídos pela área. A porção classificada com a classe Seca, registrou 39 pontos de focos de calor, esta porção representa 48% da área da bacia e se estende da área central até o sul, concentrando-os em uma faixa na divisa dos municípios de Nioaque e Maracaju.

Figura 49 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva e Focos de Calor da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2006.

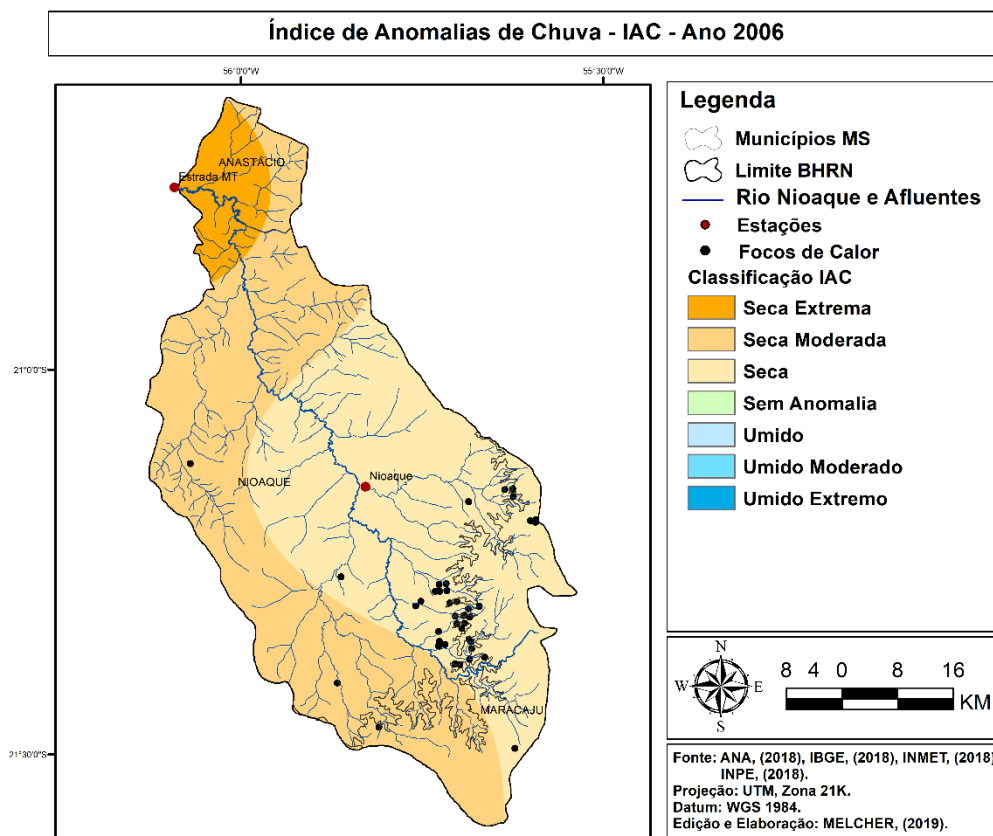


Figura 50 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva e Focos de Calor da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2007.

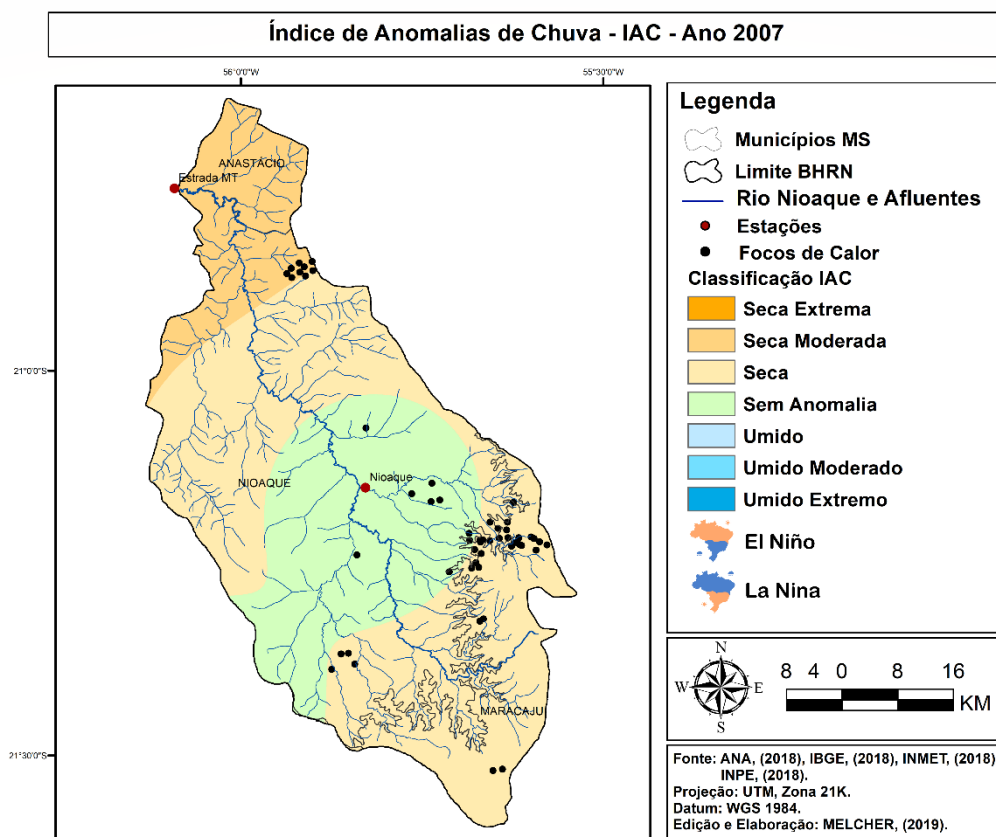
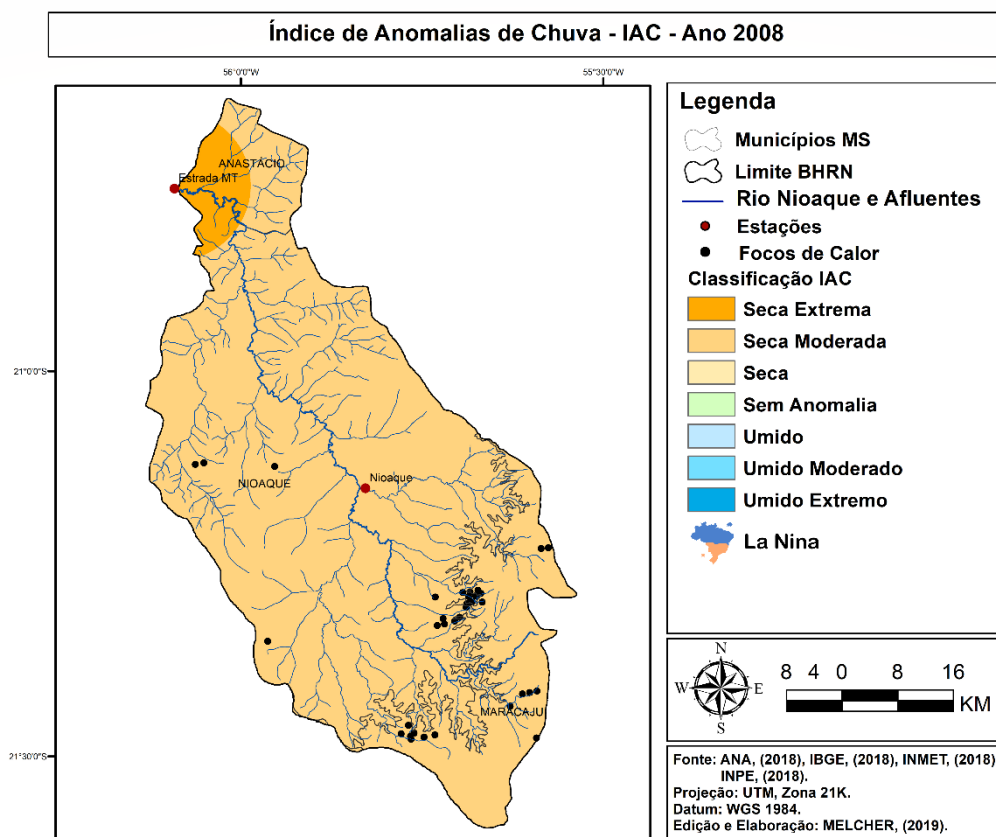


Figura 51 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva e Focos de Calor da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2008.



O ano de 2007, (Figura 50), registrou a ocorrência de ambos os fenômenos El-Niño e La Niña, neste ano na porção norte evidencia a participação da classe Seca moderada, em uma área de 14% do total da bacia, nesta área na porção norte-nordeste temos o registros de 7 pontos de focos de calor, no centro da bacia tem-se uma área que se estende a oeste, classificada com a classe Sem Anomalias, que representa 30,5% da área da bacia, e registrou a ocorrência de 9 pontos de focos de calor, nas demais áreas, totalizando 55,5% do total da bacia, o predomínio da classe Seca com o registro de 36 pontos de focos de calor, com maior concentração na divisa dos municípios de Nioaque e Maracaju.

Caracterizado por índices negativos, Seco, evidenciando um ano de estiagem, 2008, (Figura 51) apresenta na foz da bacia uma pequena área que representa 3,5% do total da área da bacia, o predomínio da classe Seca Extrema, no restante da área, 96,5% o predomínio da Seca Moderada, neste ano verificou-se 34 focos de calor com os episódios se concentrando em sua maioria na porção sul na divisa dos municípios de Nioaque e Maracaju. Neste ano registrou-se a ocorrência do fenômeno La Nina.

Retratando uma variação dos índices o ano de 2009, (Figura 52) revela na foz da bacia, uma pequena faixa, com uma área de 4% do total da bacia, classificada como Sem Anomalias, com o registro de dois pontos de focos de calor. Na região central com o predomínio da classe Umido Moderado, representando 66% da área, evidencia-se a ocorrência de 12 pontos de focos de calor, distribuídos pela área, Dividida em duas porções uma ao sul e outra ao norte, com uma área total de 30% do total da bacia, temos a ocorrência da classe Úmido, registrando a ocorrência de 01 pontos de focos de calor.

Figura 52 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva e Focos de Calor da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2009.

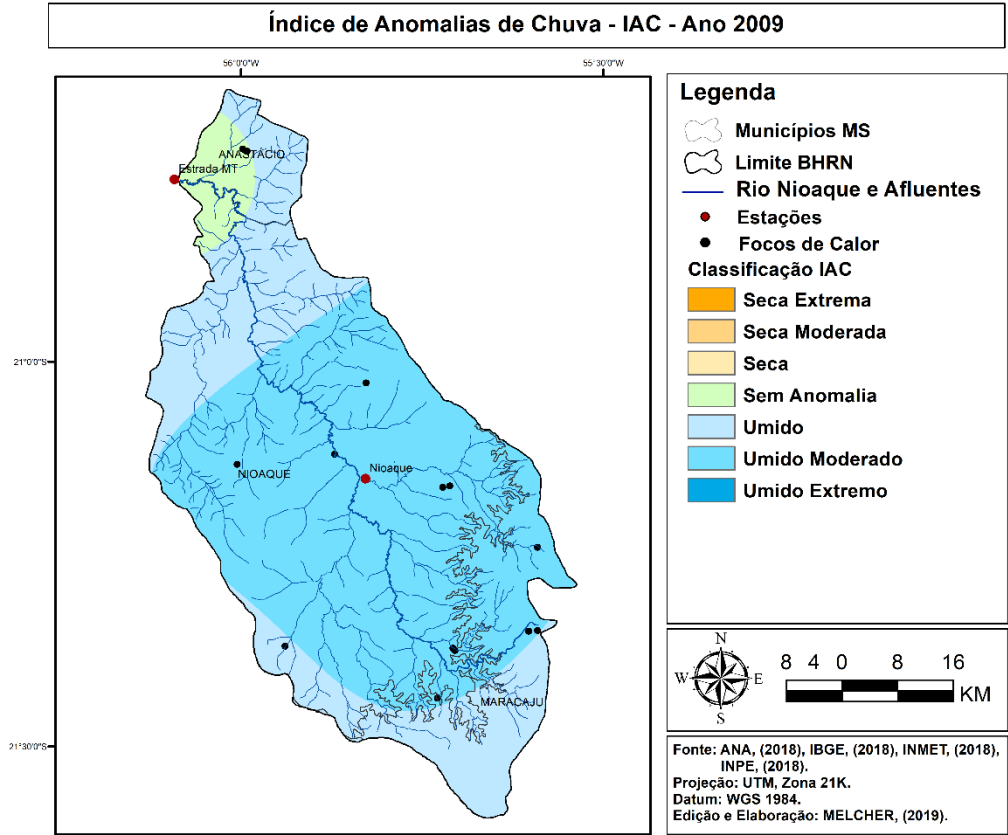
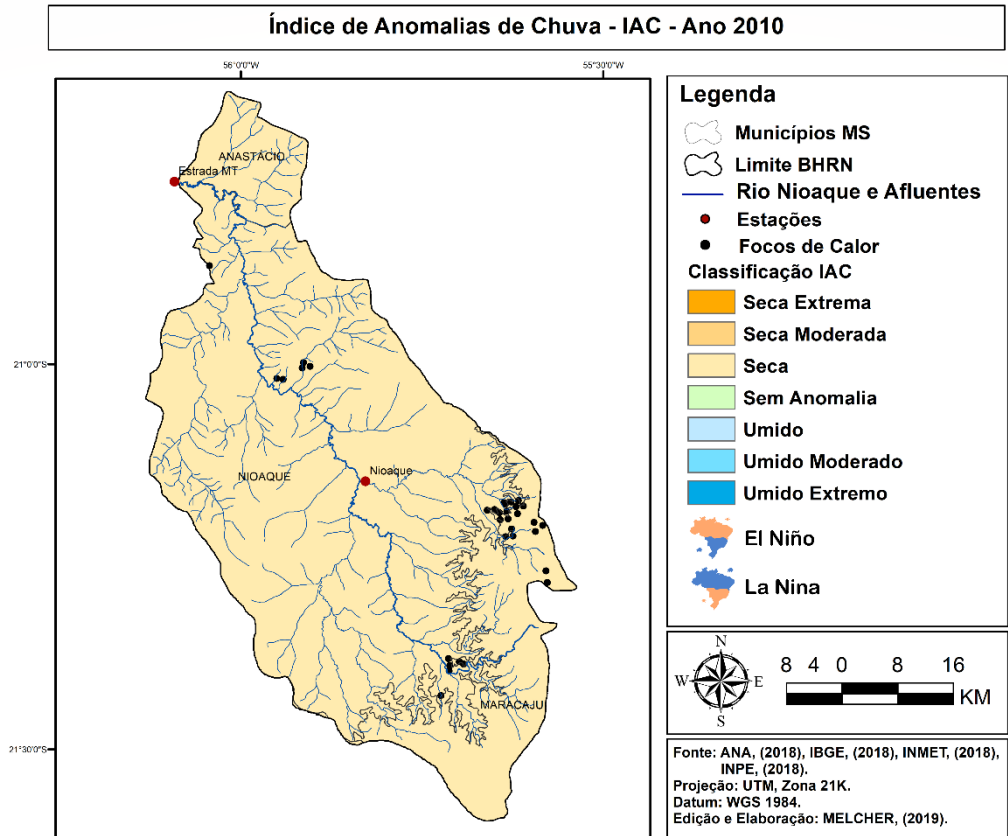


Figura 53 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva e Focos de Calor da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2010.



Evidenciando o predomínio da classe Seca, por toda a área da bacia, no ano de 2010, (Figura 53) registrou-se a ocorrência de 33 pontos de focos de calor, com a maior incidência na divisa dos municípios de Nioaque e Maracaju.

Com uma variação nos índices, e a ocorrência do fenômeno La Nina, o ano de 2011, (Figura 54), apresenta na porção localizada na foz da bacia, em uma área de 6% do total da área da bacia, o predomínio da classe Úmido, na porção Sudoeste uma pequena faixa, na borda da bacia, com 0,3% da área, classificada como Seca Moderada. Da área central se estendendo ao sul e a oeste, uma área de 56,2%, classificada com a classe Seca, e com o registro de 05 focos de calor, Nas demais áreas, 37,5%, o predomínio da classe Sem Anomalias, concentrando 08 pontos de focos de calor, com uma concentração na borda da bacia.

Figura 54 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva e Focos de Calor da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2011.

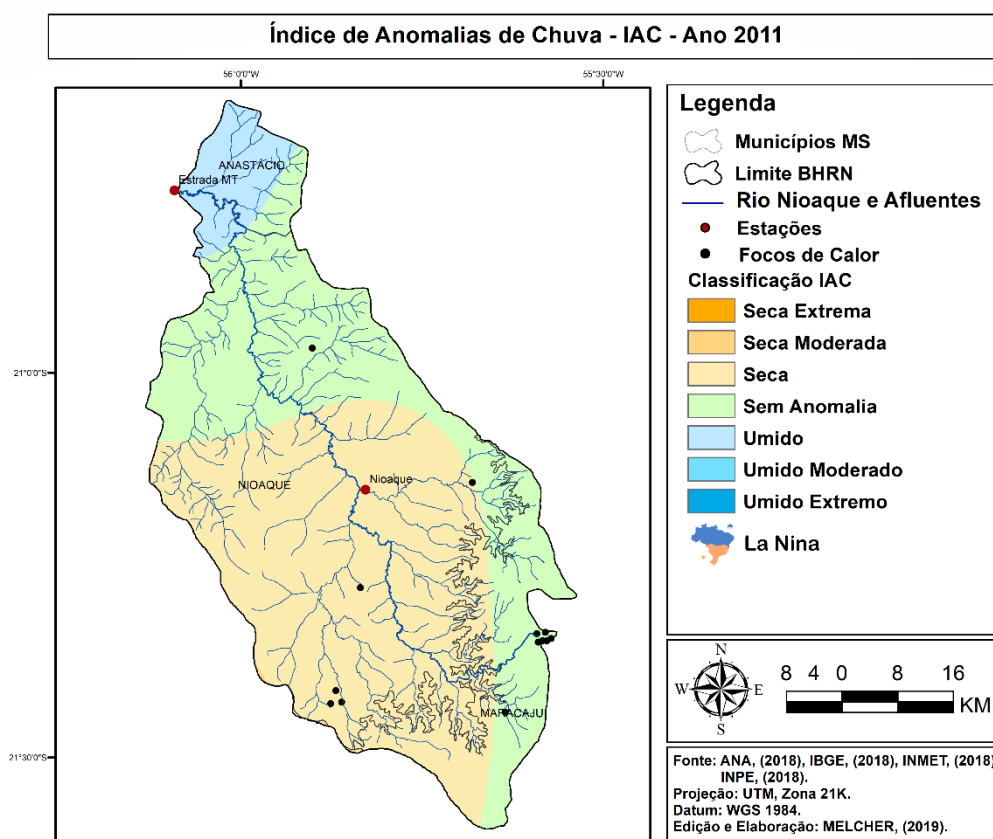


Figura 55 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva e Focos de Calor da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2012.

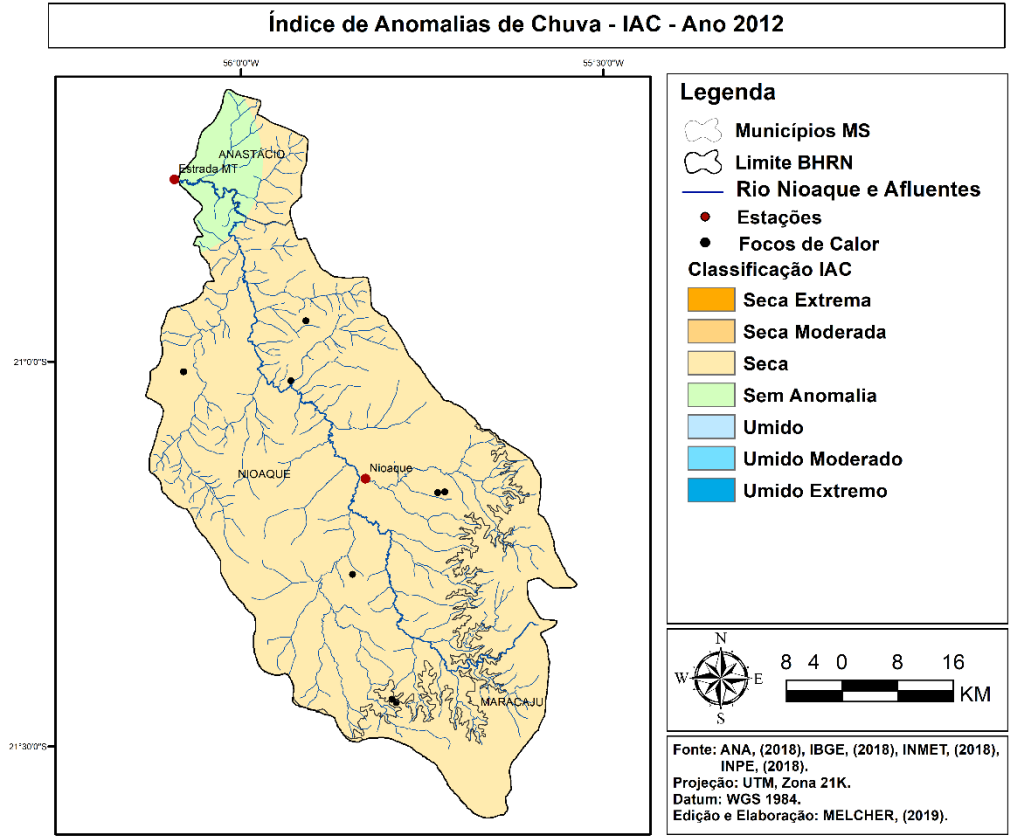
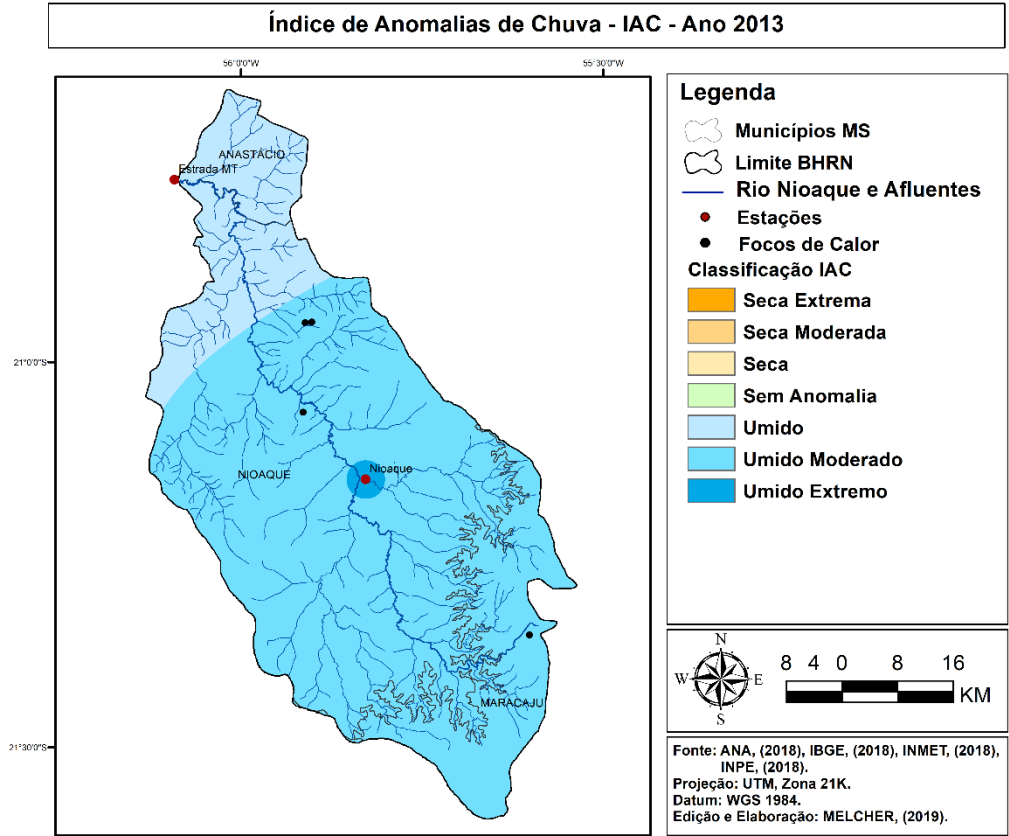
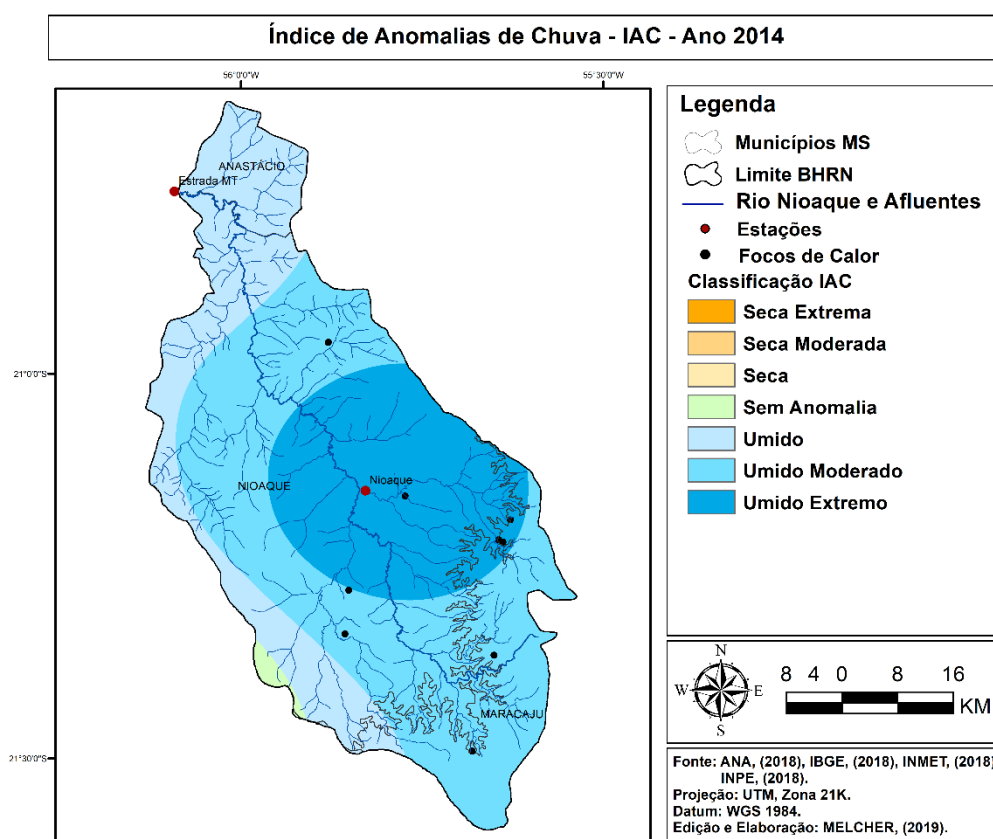


Figura 56 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva e Focos de Calor da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2013.



Apresentando a variabilidade climática na região da bacia temos os anos de 2012 (Figura 55) e 2013, (Figura 56). No ano de 2012, Na foz da bacia sob influência dos dados da estação Estrada MT 738, temos a ocorrência da classe Sem Anomalias em uma área de 5% do total da bacia, o restante da área 95%, classificado com a classe Seca, foram registrados 8 pontos de focos de calor, distribuídos por toda a área da bacia. Já o ano de 2013, foi classificado como úmido, a porção mais ao norte, em uma área de 16,5% da bacia, foi classificada com a classe Úmido, e, em uma pequena área no centro da bacia, 1% da área, com a classe Úmido Extremo, e nas demais áreas, 82,5% do total da bacia, o predomínio da classe Úmido Moderado, onde se registrou somente 04 pontos de focos de calor dispersos sob a área.

Figura 57 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva e Focos de Calor da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2014.

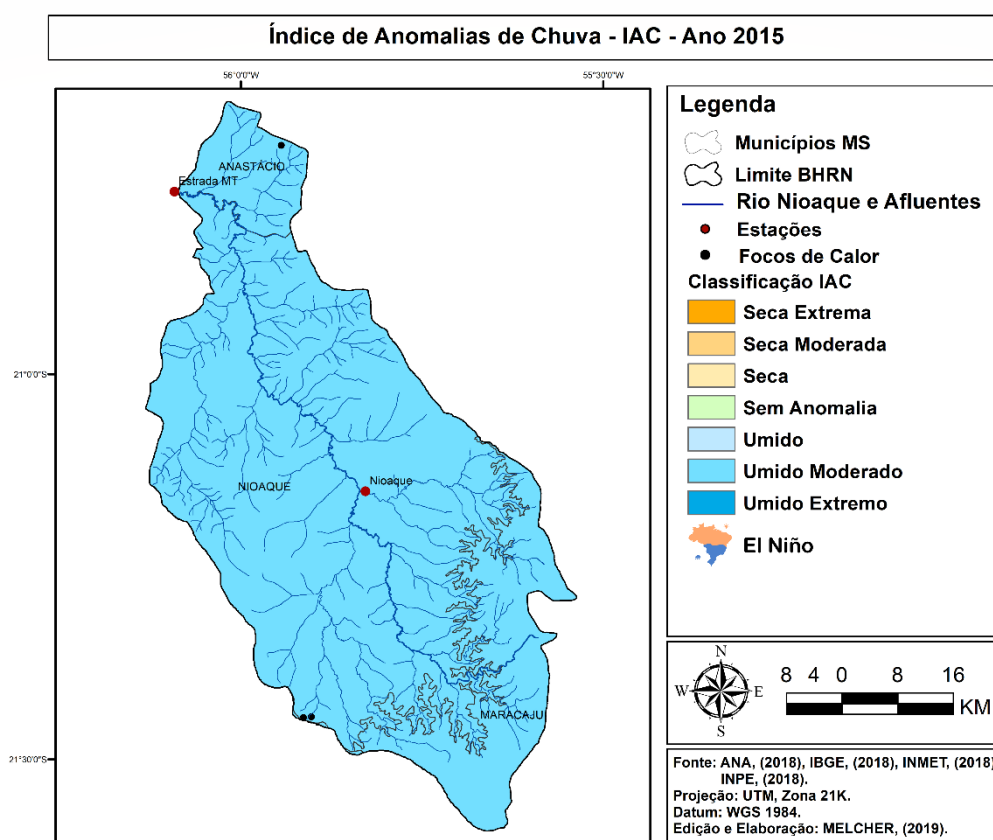


Caracterizado pela ocorrência de índices positivos e negativos o ano de 2014, (Figura 57), apresenta uma pequena porção, com uma área de 1% do total da área da bacia, da classe Sem Anomalias na borda da bacia a oeste, em uma faixa do norte se estendendo a oeste até o município de Maracaju, correspondendo a uma área de 23% da bacia, o predomínio da classe Úmido, na área central, influenciado pelos dados da estação Nioaque, temos uma área de 28% do total da bacia, classifica com a classe Úmido Extremo, e com o registro de 04 pontos de

focos de calor, os 48% restantes da área, classificados com a classe Úmido Moderado, registram 05 pontos de focos de calor.

O ano de 2015, (Figura 58), apresenta a ocorrência do fenômeno El Niño, e registrou em toda a área da bacia o predomínio da classe Úmido Moderado, e a ocorrência de 03 pontos de focos de calor, sendo um localizado na região norte, e os outros 02, ao sul.

Figura 58 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva e Focos de Calor da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2015.



Em 2016, (Figura 59), temos a participação de índices positivos, Úmidos, e negativos, Secos, na foz, representando 2% da área da bacia, temos a participação da classe Seca, no norte, em áreas dos municípios de Anastácio e Nioaque, correspondendo a uma área de 10% da bacia, temos a ocorrência da classe Sem Anomalias, em uma faixa entre o médio e o baixo curso, com uma área de 33,5% da bacia, temos o predomínio da classe Úmido, da região central ao sul a participação da classe Úmido Moderado, onde ocorreram os registros de pontos de focos de calor, totalizando 6 ocorrências. Neste ano registra-se a ocorrência do fenômeno El Niño.

Figura 59 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva e Focos de Calor da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2016.

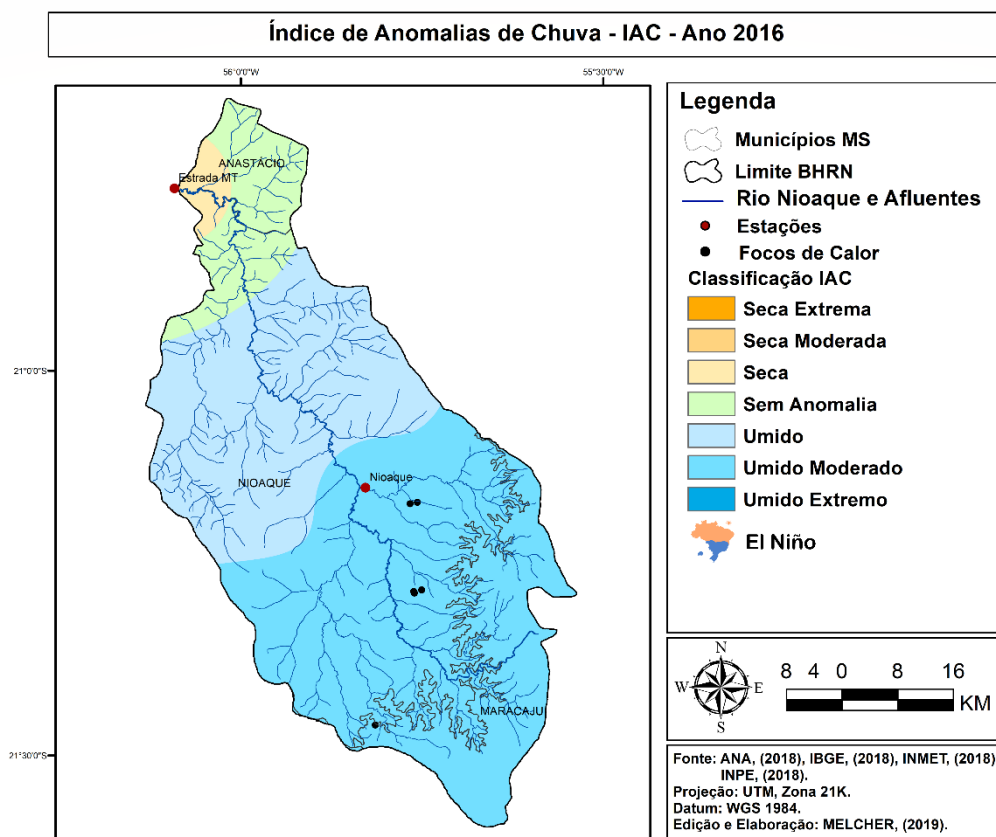
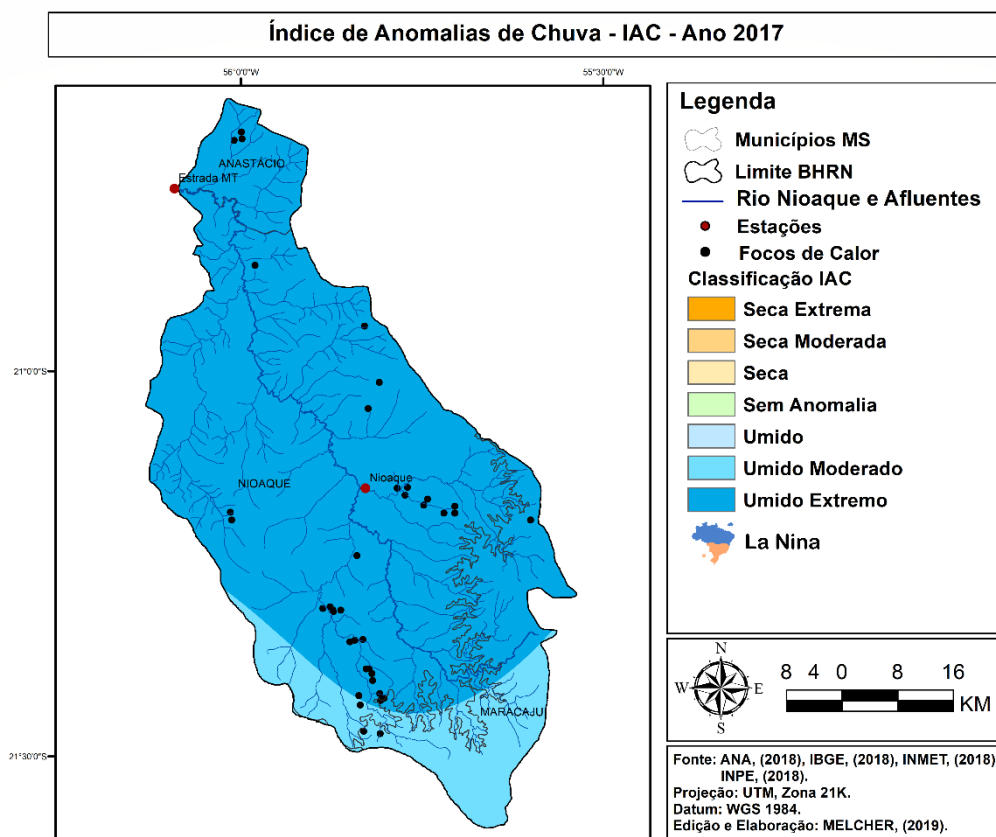


Figura 60 - Espacialização do Índice anual de Anomalia de Chuva e Focos de Calor da Bacia Hidrográfica do Rio Nioaque-MS no ano de 2017.



Encerrando a série histórica, conforme apresentado na Figura 60, no ano de 2017 registraram-se 38 pontos de foco de calor, e o fenômeno La Nina. Destes pontos de foco de calor 03 foram registrados em uma faixa ao sul, que representa 14% da área da bacia, classificada como Úmido Moderado, o restante da área, 86% da bacia o com o predomínio da classe Úmido Extremo, e apresentou o registro dos 35 pontos de foco de calor restantes, estes estão distribuídos da área, com uma concentração ao Sul da bacia e outra próxima a estação Nioaque.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na presente pesquisa objetivou-se analisar anualmente as anomalias de chuvas, seus períodos secos e úmidos e suas implicações na bacia hidrográfica do Rio Nioaque no Estado de Mato Grosso do Sul, no período de 1993 a 2017, analisando especificamente a dinâmica pluviométrica da bacia e caracterizando seus períodos úmidos e de seca sob a intensidade duração e frequência, das ocorrências dos focos de calor.

Nesta pesquisa, verificamos que a observação empírica de eventos atmosféricos, principalmente da precipitação, fornecem apenas uma ideia sob a ótica de um grupo de indivíduos sobre o espaço em que estes habitam. Para uma observação mais apurada, como o caso de uma pesquisa científica, faz-se necessário a utilização de métodos comprovados e testados de coleta, tratamento e análise de dados, além de uma revisão bibliográfica como suporte, para o embasamento técnico e teórico no desenvolvimento da pesquisa.

Neste sentido para o desenvolvimento deste trabalho de pesquisa, fez-se necessário a utilização de métodos de estatísticos e geoestatísticos, além da utilização de índices de seca, pois estes nos fornecem os recursos necessários para a quantificação e análise dos períodos úmidos e de secas, necessários para alcançar os objetivos almejados em nossa proposta.

Nesta pesquisa utilizamos o A utilização do Índice de Anomalias de Chuvas - IAC, que se mostrou um método de fácil aplicação e eficaz, não só por evidenciar os períodos úmidos e de estiagem, mas por identificar a intensidade dos eventos, em áreas distintas dentro da área de estudo. Possibilitando identificar dentro dos anos analisados a intensidade das anomalias.

Outra observação importante a se registrar é quanto a falta de estações pluviométricas, para recobrir uma área de 3260 km², pois dentro da área da bacia tem-se somente duas estações pluviométricas, uma no médio curso e outra na foz, sendo necessário para a realização da pesquisa utilizar estações da circunvizinhança, para cobrir toda a área de estudo.

Além da falta de estações pluviométricas outra dificuldade encontrada foi a falha nos registros de dados, dentre as 19 estações, as 05 estações do INMET, tinham um período muito curto de operação, inferiores a 10 anos, as Estações da ANA, tinham um maior período de operação, após a organização dos dados verifica-se a ocorrência de falhas, principalmente na década de 80 início dos anos 90. Dentre estas estações, foi possível verificar o período em que seria possível o preenchimento destas falhas, assim definindo nossa série histórica.

Sendo assim, através da organização dos dados, foi possível definir o métodos para o preenchimento das falhas, optamos em utilizar para esta pesquisa, a média ponderada por quadrante, através de recursos geoestatísticos, sem assim possível completar as falhas das estações. Nos anos onde foi possível utilizar os dados das estações com menor tempo de operação, estes foram utilizados. Desta forma a aplicação do teste de dupla massa possibilitou a validação dos dados preenchidos e a metodologia aplicada.

Os resultado das avaliações realizadas, demonstraram uma grande variabilidade dos períodos úmidos e de seca em nossa área de estudo. A análise das médias de precipitação anuais para o cálculo do índice de anomalia de chuvas, evidenciou a variabilidade das anomalias de chuva entre os anos, verificamos que no início da série histórica que se estende de 1993 a 2017, maior ocorrência de anos secos com 15 anos, intercalados por 10 anos úmidos, situação está que se inverte nos últimos anos da série. Além da variabilidade dos eventos dentro da área da bacia, dentre os anos analisados, somente em 03 anos a área total da bacia foi classificada com uma única classe, sendo os anos de 1998 e 2015 com índices positivos e o ano de 2010 com índice negativo.

A espacialização do índice sobre a área de estudo, possibilitou verificar a ocorrência de cinco anos classificados somente com classes de índices positivos, e seis anos com classes de índices negativos, sem a ocorrência da classe sem anomalias. Verificou-se quatro anos com o predomínio de classes de índice negativos e ocorrência da classe sem anomalias, e quatro com o predomínio de classes de índice negativos, ocorrência da classe sem anomalias e extremo de índice positivo.

Da mesma forma que em quatro anos observou-se o predomínio de classes de índice positivos e ocorrência de áreas classificadas como sem anomalias, porem somente o ano de 2016 observou-se o predomínio de classes de índice positivos, ocorrência da classe sem anomalias e extremo de índice negativo. O predomínio da classe sem anomalia foi observado somente no ano de 2004, porem com extremos das classes de seca e úmido.

A espacialização dos pontos de focos de calor sobre a área classificada com o índice de anomalia de chuvas possibilitou verificar o comportamento da incidência de focos de calor. Na análise, o ano de maior número de focos foi o ano de 1999, este anos além do registro de 118 focos de calor, este foi classificado com duas classes, sendo de Seca Moderada e Seca Extrema, além da ocorrência do fenômeno La Niña. No de ano de 2003, classificado com as classes

Úmido, Úmido Moderado e Úmido Extremo, foram registrados 105 pontos de focos de calor, este anos observou-se a ocorrência do fenômeno El Niño.

O ano de 2004, classificado com o predomínio da classe sem anomalias registrou 39 focos de calor, sendo 22 focos na área classificada como seca, e 17 na área classificada como sem anomalias, a área classificada como úmido não registrou pontos de focos de calor para o ano, e neste ano não temos a ocorrência dos fenômenos El Niño e La Niña. O que conclui-se que o fenômeno La Niña contribui para os períodos de seca e o fenômeno El Niño contribui para as chuvas abundantes, na área da bacia.

Observamos que o total de pontos de focos de calor registrados para a nossa série histórica é de 743, sendo destes 404 registrados em anos classificados com o predomínio de classes úmido, e 300 em anos classificados com o predomínio de classe seca, além dos 39 registrados no ano classificado com o predomínio da classe sem anomalias. Em relação aos anos com o registro dos fenômenos El Niño e La Niña, Temos a maior ocorrência em anos de La Niña, com o registro de 336 pontos de focos de calor, em anos de El Niño temos o registro de 285 pontos de focos de calor, em anos sem a ocorrência dos fenômenos temos o um menor número de registros, com 122 pontos de focos de calor.

Verificou-se também que por mais distribuídos dentro da área da bacia, existe uma frequência de ocorrências de focos de calor na divisa entres os municípios de Nioaque e Maracaju, esta divisa é a borda da serra de Maracaju, dentre os anos analisados somente nos anos de 2013 e 2015 não se registraram focos de calor na divisa entre os municípios. Uma das hipóteses desta recorrência é a ação antrópica, pois a região se caracteriza pelo relevo acidentado e com remanescentes florestais, onde a utilização do fogo é uma das alternativas para a limpeza e preparo do solo para a agricultura ou a pecuária.

Quanto a influência dos fenômenos El Niño e La Nina, na incidência de focos de calor, esta não pode ser afirmada, pois a ocorrência do fenômeno E El Niño e La Niña pouco causam efeitos evidentes no Estado de Mato Grosso do Sul, e estes efeitos podem ser explicados pela própria dinâmica da região, sendo necessário para esta afirmação a análise em escalas, diárias, semanais ou mensais, desta forma não é possível através da análise anual fazer esta correlação.

Por fim, destacamos que a análise da espacialização do índice de anomalia de chuvas permite a identificação e análise da intensidade dos eventos extremos secos e úmidos na area de estudo, bem como a análise integrada com a espacialização das ocorrência de focos de calor, permitem um melhor entendimento da dinâmica deste eventos, observamos que a análise anual

os dá uma perspectiva, quanto a ocorrência e a frequência, porém a duração não é possível de ser analisada a nível anual.

Recomenda-se que:

Sejam feitas análise das precipitações pluviométricas nos municípios do estado de Mato Grosso do Sul, com a mesma metodologia utilizada no presente trabalho, para fins de comparação dos resultados obtidos.

Sejam calculados os índices de anomalia de Chuva em escala mensal ou por estação do ano, desta forma obtendo-se os índices por mês ou estação do ano, sendo assim possível através de estimadores fazer projeções, para a previsão de anos secos ou úmidos na área da bacia.

6. REFERÊNCIAS

AMADOR, M. C. **VARIABILIDADE E REGIME DAS CHUVAS NA UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO IVINHEMA NO PERÍODO DE 1980 A 2010**. Dissertação (Dissertação de Mestrado em Geografia) - UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS - UFGD. Dourados, p. 236. 2017.

AMADOR, M. C.; SILVA, C. A. D. A GÊNESE, O REGIME E A DISTRIBUIÇÃO DAS CHUVAS NA UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO IVINHEMA (MS) NO PERÍODO DE 1980 - 2010: OS PRIMEIROS RESULTADOS DA PESQUISA. **XII SBCG - XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, VARIABILIDADE E SUSCETIBILIDADE CLIMÁTICA: IMPLICAÇÕES**, Goiania - GO, 25 - 29 Out. 2016. 1761 - 1771.

AMORIM, R. C. F. et al. Avaliação do desempenho de dois métodos de espacialização da precipitação pluvial para o Estado de Alagoas. **Acta Scientiarum Technology**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 87 - 91, 2008. ISSN 1807-8664. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/issue/view/167/showToc>>. Acesso em: 08 fev. 2019.

ANA. ANA - Agencia Nacional das Aguas. **Sistema de Informações Hidrológicas**, 2018. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

ANA, A. N. D. Á.-. **Orientações para Consistência de Dados Pluviométricos**. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. Brasília, p. 21. 2012.

ARAÚJO, L. E. D.; MORAES NETO, J. M. D.; SOUSA, F. D. A. S. D. Classification of annual rainfall and the rainy quarter of the year in the Paraíba river basin using Rain Anomaly Index (RAI). **Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, v. 4, n. 3, p. 93-110, dec. 2009. ISSN 1980-993X. Disponível em: <<http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/view/300/368>>. Acesso em: 06 maio 2018.

ARCGIS/ARCINFO. **ArcGis Version 10.2 Environmental Systems Research Institute Inc.** Esri Inc. New York. 2012. (1 - Cd Rom).

ARTIGAS, E. F.; ANDRADE, V. S. D. A. A VULNERABILIDADE ESPACIAL CLIMÁTICA NA CIDADE DE AQUIDAUANA –MS/BRASIL. **Revista Geográfica de América Central**, Costa Rica, v. II, n. 47, p. 1-19, jul-dez 2011. ISSN 2215-2563. Disponível em: <<http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/2463/2359>>. Acesso em: 14 jun. 2018.

AYOADE, J. O. **Introdução a Climatologia para os Trópicos**. Tradução de Maria Juraci Zani dos Santos. 4ª. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 332 p.

BARRELLA, W. et al. As Relações entre as Matas Ciliares, os Rios e os Peixes. In: RODRIGUES, R. R.; FILHO, L.; H.F. **Matas Ciliares: conservação e recuperação**. 2ª. ed. São Paulo : Editora da Universidade de São Paulo, 2001. Cap. 12, p. 187 a 207.

CALDANA, N. F. D. S. et al. Gênese, Impacto e a Variabilidade das Precipitações de Granizo na Mesorregião Centro-Sul Paranaense, Brasil. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 29, n. 56, p. 61-80, 06 maio 2019. ISSN 2318-2962. Disponível em: <<http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/19070>>.

CÂMARA, G. et al. Spring: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, Mai-Jun 1996. 395-403.

CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N. Mapeamento de três decênios da precipitação pluviométrica total e sazonal do bioma Pantanal. **Anais 3º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal**, Cáceres, MT, 16-20 out 2010. 84-94. Disponível em: <<https://www.geopantanal.cnptia.embrapa.br/2010/cd/p191.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2018.

CARDOSO, V. C. et al. Focos de calor na região centro-oeste no período de 2006 até 2012. **Anais. IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, Salvador/BA, n. IV, Outubro 2013.

CASTILHO, A. S. D.; PINTO, É. J. ; NUNES, H. M. T. **DEFINIÇÃO DA PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO DA CIDADE DE GOVERNADOR VALADARES**. CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Belo Horizonte, p. 30. 2004.

CASTRO, A. L. C. D. et al. **Manual de Desastres - Desastres Naturais vol. I**. Ministério da Integração Nacional -Secretaria Nacional de Defesa Civil. Brasília - DF, p. 174. 2003.

CAVALCANTI, I. F. D. A. et al. **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, v. 1, 2009. 464 p. ISBN 978-85-86238-92-5.

CHRISTOFOLETTI, A. **GEOMORFOLOGIA**. 2ª. ed. São Paulo: Edgar Blücher LTDA., 1980.

CONFALONIERI, E. C. Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil. **Terra Livre**, São Paulo, I, n. 20, Jan/Jul. 2003. 193-204. Disponível em: <<http://www.agb.org.br/publicacoes/index.php/terralivre/article/view/185>>. Acesso em: 15 jun. 2018.

CONFALONIERI, U. E. C. Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil. **Revista Terra Livre**, São Paulo, I, n. 20, jan/jul 2003. 193-204. Disponível em: <<http://www.agb.org.br/publicacoes/index.php/terralivre/article/view/185>>.

CONTI, J. B. Geografia e Climatologia. **Revista GEOUSP**, São Paulo - SP, n. 9, p. 91-95, dez. 2001. ISSN 2179-0892.

COSTA, J. A. C. D. **VARIABILIDADE DECENAL DOS TIPOS DE ENOS E SUA ASSOCIAÇÃO COM MODOS DE VARIABILIDADE LIMÁTICA DE BAIXA FREQUÊNCIA**. Dissertação (Dissertação de Mestrado em Clima e Ambiente) - UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAPÁ. Manaus, p. 69. 2017.

CUNHA, R. L. A. D. **Definição de cenários de referência para avaliação dos impactos da seca**. Dissertação (Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Civil) - FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO. Porto, p. 147. 2008.

DARCIE,. Mapeamento da Prática de Queimadas no Centro-Oeste Expandido. **Anais do XIII Encontro Nacional de Estudos Populacionais**, Ouro Preto, n. 13, novembro 2002.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Embrapa Solos, v. II, 1999. ISBN 85-85864-04-4.

EMBRAPA. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. **Ageitec**. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/>>. Acesso em: 08 mar. 2019.

EMBRAPA SOLOS. **Zoneamento agroecológico do município de Nioaque, estado do Mato Grosso do Sul.** (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 130). Rio de Janeiro, p. 84. 2007. (1678-0892).

FALCÃO, K. D. S.; LEITE, E. F. POTENCIAL NATURAL À EROSÃO HÍDRICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO NIOAQUE – MS. **GEOARAGUAIA**, Bara do Garça - MT, v. V. 8, n. n. 3, p. 79 a 97, Dezembro 2018. ISSN 2236-9716. Disponível em: <<http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/geo/article/view/7792>>.

FERNANDES, D. S. et al. Índice para quantificação da Seca. **Embrapa Arroz e Fijão**, Santo Antonio de Goiás, 2009. 48.

FERNANDES, et al. DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DE FOCOS DE QUEIMADAS NA ÁREA FISIAGRÁFICA DA MICRORREGIÃO DE PARAUAPEBAS-PA, BRASIL. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [S.l.], v. 8, n. 1, p. 340-364, Abril 2019. ISSN 2238-8753. Disponível em: <http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/6381>. Acesso em: 2019 set. 26.

FERREIRA, J. S. Teoria e Método em Climatologia. **Revista GEONORTE**, v. 3, n. 8, p. 766-773, 2012. ISSN 2237-1419. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufam.edu.br/revista-geonorte/article/view/2419>>. Acesso em: 06 abr. 2019.

FIETZ, C. R.; FISCH, G. F. **O Clima da Região de Dourados, MS.** 2ª ed. (Embrapa Agropecuária Oeste, Documentos, 92). Dourados, p. 32. 2008.

FONSECA, M. N. D. O ÍNDICE DE ANOMALIA DE CHUVA (IAC) NA AVALIAÇÃO DAS PRECIPITAÇÕES EM BLUMENAU (SC) ENTRE 1941 A 2015 E AS REPERCUSSÕES SOCIOAMBIENTAIS. **ANAIS DO X SIMPÓSIO BRASILEIROS DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA**, Goiania - GO, 25-29 out 2016. 605-616. Disponível em: <[http://www.abclima.ggf.br/sbcg2016/anais/arquivos/eixo_2/trabalho%20\(28\).pdf](http://www.abclima.ggf.br/sbcg2016/anais/arquivos/eixo_2/trabalho%20(28).pdf)>. Acesso em: 12 mai 2018.

FRANÇA, H. **Metodologia de identificação e quantificação de áreas queimadas no Cerrado com imagens AVHRR/NOAA.** Tese (Tese de Doutorado em Ciências) - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP. São Paulo, p. 121. 2000.

FREITAS, M. A. D. S. Previsão de Secas e a Gestão Hidroenergética: O Caso da Bacia do Rio Parnaíba no Nordeste do Brasil. **Anais do Seminário Internacional sobre Represas y Operación de Embalses**, Puerto Iguazú, v. 1, p. 1-12, 2004. Disponível em: <http://www.academia.edu/download/39943104/Previsao_de_Secas_Cacier3.pdf>. Acesso em: 13 maio 18.

FRONTÃO, P. A. B.; ZAVATTINI, J. A. ANÁLISE TEMPORAL, ESPACIAL E IDENTIFICAÇÃO DO PADRÃO DAS CHUVAS NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO E NO SISTEMA CANTAREIRA. **XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS**, Poços de Caldas - MG, 8, n. 1, 21, 22 e 23 set. 2016. Disponível em: <<http://www.meioambientepocos.com.br/anais-2016/292.%20AN%C3%81LISE%20TEMPORAL,%20ESPACIAL%20E%20IDENTIFICA%C3%87%C3%83O%20DO%20PADR%C3%83O%20DAS%20CHUVAS%20NA%20REGI%C3%83O%20METROPOLITANA%20DE%20S%C3%83O%20PAULO%20E%20NO%20SISTEMA%20CANTAREIRA.PDF>>.

GALVANI, E.; AZEVEDO, T. R. D. A FRENTE POLAR ATLÂNTICA E AS CARACTERÍSTICAS DE TEMPO ASSOCIADAS: ESTUDO DE CASO. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, p. 560 a 567, 11 a 16 nov. 2003. ISSN 1415-7543. Disponível em: <<http://www.cibergeo.org/XSBGFA/>>. Acesso em: 11 out. 2018.

GOBO, J. P. ; RIFFEL, E. S. Variabilidade Climática e Eventos Extremos no Brasil: Uma Breve Análise. In IV Simpósio Internacional de Climatologia Mudanças Climáticas e Seus Impactos em Áreas Urbanas. **Anais. João Pessoa: Sociedade Brasileira de Meteorologia**, João Pessoa, v. 4, p. 5, 2011.

GONÇALVES, A. O.; PEREIRA, N. R.; COSTA, L. L. D. **Caracterização Climática e Aptidão das Culturas Anuais e Perenes no Zoneamento Pedoclimático do Estado do Mato Grosso do Sul – 1ª fase**. Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Solos. Rio de Janeiro, p. 52. 2006. (1678-0892).

GONÇALVES, J. D. S. **A prática da quimada no saber tradicional e na concepção científica de risco: Estudo sobre o uso do fogo por pequenos produtores rurais do norte do Estado de Minas Gerais**. Dissertação (Dissertação de Mestrado em Extensão Rural) - UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. Viçosa - MG, p. 133. 2005.

GONTIJO, A. B. et al. Detecção de queimadas e validação de focos de calor utilizando produtos de Sensoriamento Remoto. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Curitiba - PR, n. XV, p. 7966-7973, maio 2011.

GRIMM, A. M. et al. HÁ IMPACTO SIGNIFICATIVO DE EVENTOS EL NIÑO E LA NIÑA NO CENTRO-OESTE DO BRASIL? **Anais - CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA**, Brasília - DF, 1998. SI.

GROSS, J. A. **ÍNDICE DE ANOMALIA DE CHUVA (IAC) DOS MUNICÍPIOS DO RIO GRANDE DO SUL AFETADOS PELAS ESTIAGENS NO PERÍODO DE 1991 A 2012**. Tese (Tese de Doutorado em Geografia) - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA - UFSM. Santa Maria - RS, p. 100. 2016.

GURJÃO, C. D. D. S. et al. O ÍNDICE RAI COMO MÉTODO DE AVALIAÇÃO DA INTENSIDADE DE EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO. **Anais. IV Simpósio Brasileiro de Climatologia**, João Pessoa - PB, 16 a 19 Out. 2011. Disponível em: <<http://www.sbmet.org.br/sic2011/arq/34276581094293427658109.pdf>>. Acesso em: 06 nov. 2018.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **INMET - Instituto Nacional de Meteorologia**, 2019. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 30 abr. 2019.

INPE. INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios.**, 2018. Disponível em: <[Disponível em http://www.inpe.br/queimadas](http://www.inpe.br/queimadas)>. Acesso em: 15 maio 2019.

JUNIOR, S. C. P.; SILVA, C. A. D. A DINÂMICA CLIMÁTICA DO MATO GROSSO DO SUL E AS QUEIMADAS DO ANO DE 2009: UMA ANÁLISE TÊMPORO-ESPACIAL A PARTIR DAS IMAGENS DO NOAA-15. **ACTA GEOGRÁFICA**, Boa Vista, n. Ed. Esp., p. 223 - 237, 2012. ISSN 2177-4307. Disponível em: <<https://revista.ufrr.br/actageo/article/view/1104>>. Acesso em: 20 jun. 2018.

LEITE, E. F. **Caracterização, Diagnóstico e Zoneamento Ambiental: O exemplo da Bacia Hidrográfica do Rio Formiga - TO**. Tese (Tese de Doutorado em Geografia) - UFU. Uberlândia, p. 288. 2011.

LEITE, E. F. **Foto**. [S.l.]. 2019.

LEITE, E. F.; ROSA, R. Caracterização do uso e ocupação da Terra e análise dos remanescentes florestais da bacia hidrográfica do Rio Nioaque utilizando geotecnologias. **Anais. 12 Encontro de Geógrafos de América Latina - Caminando en una América Latina en transformación.**, Montevideo - Uruguay, 2009. Disponível em: <<http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12/Nuevastecnologias/Teledeteccion/1>>.

LEITE, E. F.; ROSA, R. Evolução conceitual da bacia hidrográfica sob o enfoque da paisagem integrada. **Revista GEOPANTANAL**, Corumbá, v. 5, n. 8, p. 131 - 144, jun. 2010. ISSN 1517-4999.

LIMA, D. F. B. D.; REMPEL, C.; ECKHARDT, R. R. ANÁLISE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAQUARI – Proposta de Zoneamento Ambiental. **Geografia Londrina**, Londrina, v. 16, n. 01, p. 51 a 78, 2007. ISSN 0102-3888. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/6572>>. Acesso em: 18 dez. 2017.

LIMA, G. N. D. **CARACTERÍSTICAS DO CLIMA URBANO DE NOVA ANDRADINA - MS**. Dissertação (Dissertação de Mestrado em Geografia) - UNESP. Presidente Prudente, p. 153. 2011.

LOPES, E. O.; GLÓRIA, R. F. D.; RIBEIRO, W. D. S. Relação entre a ocorrência de queimadas, variação climática e o regime hidrológico do Rio Araguaia no município de Conceição do Araguaia nos últimos dezenove anos. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 12, n. 08, p. 31-52, ago. 2018. ISSN 2448-0959. Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/biologia/ocorrencia-de-queimadas>>. Acesso em: 2019 mar. 18.

MARCUZZO, F. F. N.; COSTA, H. D. C. Estudo da Sazonalidade das Chuvas no Estado do Mato Grosso do Sul e Sua Distribuição Espaço-Temporal. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 5, n. 1, p. 73-86, 2012. ISSN 1984-2295.

MARCUZZO, F. F. N.; OLIVEIRA, N. D. L.; CARDOZO, M. R. D. Tendência do Número de Dias de Chuva no Estado do Mato Grosso do Sul e Sua Relação com o Fenômeno ENOS. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife-PE, 5, n. 5, 2012. 1133-1144. Acesso em: 16 out. 2019.

MEDEIROS, R. B.; PINTO, A. L.; SÃO MIGUEL, A. E. ÍNDICE DE ANOMALIA DE CHUVA (IAC) APLICADO À BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MOEDA, TRÊS LAGOAS/MS NO PERÍODO DE 2011 a 2013. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 10, n. 2, Nov 2014. p. 01-16. Disponível em: <>. Acesso em: 13 abr. 2018.

MENDONÇA, F.; DANNI OLIVEIRA, I. M. **Climatologia ; noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 194 p.

MENDONÇA, F.; DANNI OLIVEIRA, I. M. **Climatologia ; noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 194 p.

MIRANDA, E. E. D.; CAPUTI, E.; FERREIRA, A. S. Caracterização dos padrões espaciais e temporais das queimadas na Amazonia legal. **Embrapa Monitoramento por Satélite**, Campinas - SP, julho 1998. 1 - 5.

MONTEIRO, C. A. D. F. **Notas para o estudo do clima no Centro-Oeste brasileiro**. IBGE/Conselho Nacional de Geografia. Rio de Janeiro, p. 3 - 40. 1951. (1).

NIMER, E. Climatologia da Região Centro-Oeste do Brasil: Introdução à Climatologia Dinâmica. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, n. 34, p. 3 - 29, out. / dez. 1972. ISSN 0034723x. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/115/rbg_1972_v34_n4.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2018.

NIMER, E. **Clima**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Rio de Janeiro, p. 35-58. 1977.

OLADIPO, E.. A comparative performance analysis of three meteorological drought indices. **Journal of Climatology**, v. 5, n. 6, p. 665-664, Novembro/Dezembro 1985.

OLIVEIRA, A. G. D. A IMPORTÂNCIA DOS DADOS DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS NAS PESQUISAS EM GEOGRAFIA: UM ESTUDO DE CASO EMPREGANDO A PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA. **Caminhos da Geografia**, Uberlândia, 10, n. 32, dez 2009. 9-21. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/viewFile/15948/8998>>. Acesso em: 18 jun. 2018.

OLIVEIRA, N. D. L.; MARCUZZO, F. F. N. Influência do el niño e la niña no número de dias de precipitação pluviométrica do estado do Mato Grosso do Sul. **Ateliê Geográfico**, Goiânia - GO, 10, n. 1, abr. 2016. 73-94. Disponível em: <<https://doi.org/10.5216/ag.v10i1.30945>>. Acesso em: 03 nov. 2019.

OLIVEIRA, N. D. 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. **Revista Ciência e Natura**, Santa Maria - RS, set-dez 2015. 284-297.

PARRA, M. A. T. **Regiões Bioclimáticas do Estado de Mato Grosso do Sul**. Tese (Tese de Doutorado em Geografia) - UFU. Rio Claro - SP, p. 231. 2001.

PEREIRA, J. A. V.; SILVA, J. B. D. DETECÇÃO DE FOCOS DE CALOR NO ESTADO DA PARAÍBA: UM ESTUDO SOBRE AS QUEIMADAS. **Revista Geografica Acadêmica**, 1678-7226, v. 10, n. 1, p. 5-16, Julho 2016. ISSN 1678-7226.

RABELO, A. E. C. D. G. D. C. et al. Espacialização dos parâmetros de equações de chuvas intensas para a Região Metropolitana do Recife. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 11, n. 4, p. 1542-1554, 2018. ISSN 1984-2295. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/234038>>. Acesso em: 08 fev. 2019.

REPELLI, C. A. et al. Índice de anomalia de precipitação para o Estado do Ceará. In: X CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA E VIII CONGRESSO DA FLISMET. **Anais do X Congresso Brasileiro de Meteorologia e VIII Congresso da FLISMET**, Brasília - DF, 1998.

ROOY, M. P. V. A Rainfall Anomaly Index Independent of Time and Space. **Notos**, V. 14, 1965. p. 43 - 48.

SANCHES, F. D. O.; VERDUM, R.; FLACH, G. O Índice de Anomalia de Chuva (IAC) na Avaliação das Precipitações Anuais em Alegrete/RS (1928-2009). **Caminho da Geografia**, Uberlândia, set. 2014. 73-84. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/issue/view/1160>>. Acesso em: 09 out. 2018.

SANT'ANNA NETO, J. L. História da Climatologia no Brasil: Gênese e paradigmas do clima como fenômeno geográfico. **Cadernos Geograficos -Departamento de Geociências da Universidade Federal de Santa Catarina**, Florianópolis, n. 7, p. 124, maio 2004. ISSN 1519-4639.

SANTOS, D.; BAHIA, V. G.; TEIXEIRA, W. G. Queimadas e Erosão do Solo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 16, n. 176, p. 62-68, 1992. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/313209909_Queimadas_e_Erosao_do_Solo>. Acesso em: 18 mar. 2019.

SANTOS, E. P. D. et al. EVENTOS EXTREMOS DE CHUVA E ALTERAÇÕES NO REGIME HIDROLÓGICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO: UMA APLICAÇÃO DO ÍNDICE RAI (RAINFALL ANOMALY INDEX). **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, Brasília, v. 8, n. 2, 27 jul. 2011. p. 315-320. Disponível em: <<http://ferramentas.unipinhal.edu.br/engenhariaambiental/viewarticle.php?id=616&layout=abstract>>. Acesso em: 11 abr. 2018.

SANTOS, O. D. et al. Os impactos produzidos pelas mudanças climáticas. **AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMIÁRIDO**, 9, n. 1, jan-mar 2013. 9-16. Acesso em: 11 jul. 2018.

SANTOS, V. A.; SILVA, C. A.; SCHNEIDER, H. AS CARACTERÍSTICAS DO CLIMA DE DOURADOS (MS) E SUAS CONEXÕES COM OS SISTEMAS ATMOSFÉRICOS REGIONAIS. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S.I.], v. 9, dez. 2011. ISSN 2237-8642. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/27711>>. Acesso em: 02 abr. 2018.

SORIANO, B. M. A. **CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DE CORUMBÁ-MS**. EMBRAPA-CPAP. Boletim de Pesquisa, 11. Corumbá - MS, p. 25. 1997.

TEODORO, V. L. I. et al. O CONCEITO DE BACIA HIDROGRÁFICA E A IMPORTÂNCIA DA CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA PARA O ENTENDIMENTO DA DINÂMICA AMBIENTAL LOCAL. **Revista Uniara: Revista do Centro Universitário de Araraquara**, Araraquara, 20, 2007. 137-156. Disponível em: <<https://www.uniara.com.br/legado/revistauniara/revista.asp?edicao=20>>. Acesso em: 20 abr. 2019.

TOMZHINSKI, ; COURA, P. H. ; FERNANDES, D. C. Avaliação da Detecção de Focos de Calor por Sensoriamento Remoto para o Parque Nacional do Itatiaia. **Revista Biodiversidade Brasileira**, Brasília – DF, v. 2, p. 201-211, 2011. ISSN 2236-2886.

TORRES, F. T. P.; MACHADO, P. J. D. O. **Introdução à Climatologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 234 p. ISBN 978-85-221-1. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522112609/>>.

TUCCI, C. E. M. **Impactos da variabilidade climática e uso do solo sobre os recursos hídricos**. Agência Nacional de Aguas - ANA. Brasília, p. 150. 2002.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia Ciência e Aplicação**. 4 ed. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2013.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETTO, O. D. M. **Gestão de água no Brasil**. Brasília: Unesco, 2001. ISBN 85-87853-26-0.

TUCCI, C. E. M.; MENDES, C. A. **Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente / SQA, 2006. 302 p. ISBN 85-7738-047-5. Disponível em: <www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/sqa_3.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2018.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. Recife: Versão Digital 2, 2006.

WILHITE, D. ; GLANTZ, M.. Understanding the Drought Phenomenon: The Role of Definitions. **Water International**, Lincoln, v. 10, n. 3, p. 111 - 120, 1985.

YNOUE, R. Y. et al. **Meteorologia: noções básicas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017. ISBN ISBN:978-85-7975-263-6.

ZAVATTINI, J. A. **As chuvas e as massas de ar no estado de Mato Grosso do Sul: estudo geográfico com vista à regionalização climática** [online]. 1. ed. São Paulo: UNESP, v. 1, 2009. 212 p. ISBN 9788579830020. Acesso em: 12 jun. 2018.

7. APÊNDICE A – Figuras.

Figura A1 – Tabela Precipitação acumulada mensal e Anual, Média anual da série histórica e IAC – estação Nioaque.

Estação: Nioaque - ANA-2155001																										
	Anos																									
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Mês	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	
Janeiro	108,30	108,90	155,00	181,50	212,20	29,90	209,40	124,20	111,40	59,70	202,70	70,10	277,70	95,20	307,05	200,80	177,50	264,00	130,30	96,10	82,20	183,90	157,10	296,80	110,00	
Fevereiro	25,50	60,90	161,00	79,90	148,30	184,80	77,90	207,40	93,50	317,20	147,90	67,30	33,60	88,60	118,60	141,30	105,90	72,50	165,30	167,20	122,60	137,40	164,70	229,24	149,30	
Março	34,90	57,60	60,00	205,40	85,90	232,10	143,70	182,90	247,30	73,60	88,40	19,40	63,90	238,20	24,80	149,90	139,50	179,10	184,00	161,60	205,40	235,70	2,30	113,20	90,60	
Abril	46,50	89,40	92,00	97,40	208,30	148,00	39,30	34,00	91,80	81,30	132,30	97,00	117,40	138,50	70,60	55,20	1,50	10,30	137,50	81,20	267,80	40,10	139,40	37,90	232,90	
Mai	8,80	133,50	14,40	137,80	55,10	99,60	32,90	28,40	56,00	57,20	48,30	127,30	56,00	10,80	82,60	42,10	34,70	115,10	4,30	78,30	102,50	194,70	81,60	154,60	247,80	
Junho	12,50	38,50	0,60	4,60	67,70	7,90	80,60	30,30	60,90	0,00	61,40	53,60	55,70	15,20	2,70	10,10	50,60	3,50	61,00	135,40	285,70	64,60	61,70	47,20	33,80	
Julho	22,00	6,00	20,10	0,00	0,00	15,30	29,30	39,60	9,30	134,80	27,60	94,00	4,70	18,40	70,80	1,70	116,50	39,30	51,90	23,30	18,80	138,40	110,10	36,10	0,00	
Agosto	22,00	11,00	3,50	0,00	90,70	214,40	0,00	69,60	0,00	16,00	58,30	0,00	0,00	14,40	9,10	54,90	157,00	0,00	14,20	0,00	0,00	37,30	12,10	88,47	65,70	
Setembro	25,00	109,90	3,50	76,90	50,90	154,70	80,60	116,30	196,60	32,30	114,10	79,60	47,80	85,70	0,00	30,70	50,40	76,50	119,20	34,50	65,70	62,00	201,97	14,20	8,50	
Outubro	100,40	155,90	289,80	119,90	94,50	31,70	38,20	122,60	135,30	94,00	188,70	136,80	143,30	125,40	132,00	110,00	195,80	73,80	108,80	91,60	194,00	16,90	169,00	59,80	343,00	
Novembro	84,50	91,40	37,80	37,40	106,50	93,90	91,20	72,50	208,00	125,60	146,40	227,70	197,00	257,70	175,40	84,40	165,30	164,70	111,50	139,70	150,90	335,60	175,00	62,10	155,20	
Dezembro	229,90	140,60	145,80	116,80	309,30	133,90	159,60	121,90	206,10	94,50	94,50	185,20	261,60	85,30	265,90	191,00	310,60	106,30	116,00	134,60	82,20	251,20	215,40	276,40	317,30	
Precipitação Total Anual	720,30	1003,60	983,50	1057,60	1429,40	1346,20	982,70	1149,70	1416,20	1086,20	1310,60	1158,00	1258,70	1173,40	1259,55	1072,10	1505,30	1105,10	1204,00	1143,50	1577,80	1697,80	1490,37	1416,01	1754,10	
IAC	-7,20	-3,36	-3,64	-2,63	2,20	1,17	-3,65	-1,39	2,03	-2,25	0,72	-1,27	0,08	-1,06	0,09	-2,44	3,14	-1,99	-0,65	-1,47	4,03	5,52	2,95	2,03	6,22	

Média Anual Série Histórica

1252,07

Fonte: ANA, (2018), INMET, (2018) organização do Autor.

Figura A2 – Tabela Precipitação acumulada mensal e Anual, Média anual da série histórica e IAC – estação Maracaju.

Estação: Maracaju - ANA-2155000																										
	Anos																									
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Mês	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	
Janeiro	79,00	165,00	127,00	158,50	296,30	168,50	206,60	107,90	144,10	56,90	185,40	92,60	254,30	200,10	312,60	104,60	164,10	129,60	136,00	174,50	133,30	267,20	87,80	215,50	165,80	
Fevereiro	171,00	118,20	132,70	134,20	163,50	150,40	91,30	79,00	414,90	240,60	113,90	142,60	76,30	168,90	208,40	297,00	134,40	230,10	242,90	212,30	100,50	196,50	122,20	414,90	183,00	
Março	154,00	77,50	79,60	214,90	55,30	162,70	130,70	111,40	103,00	55,20	91,00	93,00	35,20	133,80	26,60	132,00	96,60	124,40	183,60	73,10	171,30	232,50	85,40	140,80	85,20	
Abril	123,00	44,70	100,80	59,00	132,10	178,60	96,80	53,50	60,70	31,20	159,80	75,90	160,30	88,00	55,60	104,80	34,40	43,30	259,30	99,10	237,20	39,80	75,40	86,40	188,60	
Mai	118,00	159,30	3,00	101,90	73,40	88,10	10,60	148,60	49,40	88,40	68,60	190,00	76,40	29,20	57,20	38,80	53,40	95,10	10,60	120,10	161,80	149,20	107,20	135,10	105,80	
Junho	160,00	107,00	12,10	7,40	243,90	14,00	158,30	73,50	83,70	0,00	47,10	77,50	59,20	46,80	6,40	16,20	60,10	0,00	55,00	180,70	219,10	43,30	55,60	0,00	69,60	
Julho	47,00	4,00	24,80	8,50	8,20	22,40	50,50	53,20	32,80	74,40	6,80	118,50	18,30	16,70	80,80	8,00	102,10	44,50	52,00	24,90	44,00	155,30	68,40	40,90	0,00	
Agosto	15,50	9,20	8,00	19,40	74,70	194,30	0,00	112,80	15,90	15,20	87,70	0,00	2,00	11,50	11,60	10,20	213,30	0,00	11,10	0,00	1,30	11,40	7,40	91,40	9,20	
Setembro	30,80	78,20	9,60	65,80	51,60	192,80	13,50	205,90	186,50	19,60	105,70	29,70	101,70	74,80	0,40	20,20	48,00	182,50	77,00	53,00	51,80	144,80	164,40	33,20	22,00	
Outubro	92,20	94,50	186,40	198,50	149,50	83,80	22,00	114,50	90,30	113,30	136,70	190,00	204,70	123,90	106,00	15,20	169,20	88,80	133,80	129,70	138,60	50,40	174,80	162,20	128,80	
Novembro	45,00	103,30	114,30	189,10	215,50	69,00	68,20	162,30	293,50	94,80	206,90	214,00	161,90	263,40	183,20	5,00	111,20	172,40	153,70	199,00	104,20	298,10	145,00	67,70	202,80	
Dezembro	315,00	148,90	91,00	246,50	215,50	215,60	193,20	227,40	164,90	261,20	193,20	139,80	289,90	130,50	150,20	89,20	121,80	108,20	103,00	113,30	198,90	249,20	181,00	87,40		
Precipitação Total Anual - N	1350,50	1109,80	889,30	1403,70	1679,50	1540,20	1041,70	1450,00	1639,70	1050,80	1402,80	1363,60	1440,20	1287,60	1199,00	841,20	1308,60	1218,90	1418,00	1371,70	1476,40	1787,40	1342,80	1569,10	1248,20	
IAC	0,20	-3,13	-6,17	0,98	5,05	3,00	-4,07	1,67	4,47	-3,95	0,97	0,39	1,52	-0,68	-1,90	-6,83	-0,39	-1,63	1,19	0,51	2,05	6,65	0,08	3,42	-1,23	

Média Anual Série Histórica

1337,228

Fonte: ANA, (2018), INMET, (2018) organização do Autor.

Figura A3 – Tabela Precipitação acumulada mensal e Anual, Média anual da série histórica e IAC – estação Sidrolândia.

Estação: Sidrolândia - ANA-2054021																									
	Anos																								
Mês	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac
Janeiro	51,50	56,00	133,60	176,00	194,00	76,50	200,00	78,20	121,50	86,70	333,60	142,30	245,00	149,60	279,90	173,30	213,30	317,70	156,30	169,90	81,30	184,60	123,80	397,00	301,80
Fevereiro	109,50	172,60	103,00	96,80	181,40	112,20	193,60	209,60	147,20	127,50	57,40	106,20	106,30	276,80	159,20	162,70	73,10	118,50	225,00	173,60	112,90	120,40	148,90	327,50	109,20
Março	161,30	214,90	135,90	174,60	28,20	309,90	180,80	166,70	63,00	172,70	126,60	76,90	114,20	100,30	75,60	140,40	241,50	272,60	251,60	108,50	288,50	179,20	140,30	293,50	109,60
Abril	52,20	64,00	53,50	38,70	148,30	158,30	0,00	50,30	147,70	44,60	189,00	123,20	106,20	126,30	88,50	67,70	36,40	88,70	226,70	110,60	218,30	69,60	145,70	106,60	137,20
Mai	17,00	145,00	17,30	227,80	67,80	89,10	83,30	14,00	40,90	96,50	91,20	168,10	80,00	38,90	94,00	79,90	65,20	121,10	13,10	92,70	37,40	239,20	85,40	226,90	240,40
Junho	16,60	21,00	5,20	0,00	222,10	26,70	29,00	14,60	51,20	4,00	63,00	93,10	120,50	8,20	0,00	37,40	94,60	3,80	30,20	278,10	253,40	80,00	104,70	55,90	17,70
Julho	39,50	36,00	17,30	7,10	0,00	29,00	11,90	45,60	0,00	117,00	44,00	43,20	14,70	43,20	118,00	0,00	74,60	24,20	31,70	18,40	48,10	124,40	115,50	10,80	0,00
Agosto	24,20	9,20	2,00	0,00	15,30	198,60	0,00	62,30	1,60	8,80	83,60	0,00	0,00	6,90	3,50	80,30	140,70	0,00	36,50	0,00	0,00	18,80	0,00	109,20	109,20
Setembro	46,60	80,40	22,00	105,70	66,40	184,60	48,40	80,50	182,80	32,70	170,40	21,40	94,40	71,30	50,40	62,30	82,70	148,50	63,50	117,70	63,40	164,40	128,50	42,00	8,20
Outubro	134,20	134,00	171,20	104,10	106,70	65,40	42,60	59,10	35,30	78,20	161,60	139,40	155,90	34,60	66,70	131,40	192,90	169,30	161,80	132,50	254,30	50,00	411,90	29,40	187,30
Novembro	100,00	173,40	108,50	202,70	182,50	66,70	71,90	114,80	249,30	144,80	190,50	251,90	197,00	172,60	245,30	129,10	66,60	176,20	164,80	137,30	160,20	139,20	148,20	57,40	295,60
Dezembro	242,50	364,10	111,60	240,90	313,50	212,30	188,30	202,80	204,30	112,60	298,60	211,00	157,80	160,10	165,70	78,60	158,20	93,50	64,20	77,50	102,70	53,60	205,50	246,30	341,20
Precipitação Total Anual - N	995,10	1470,60	881,10	1374,40	1526,20	1529,30	1049,80	1098,50	1244,80	1026,10	1809,50	1376,70	1392,00	1188,80	1346,80	1143,10	1439,80	1534,10	1425,40	1416,80	1620,50	1423,40	1758,40	1902,50	1857,40
IAC	-4,62	0,92	-5,95	-0,22	1,59	1,62	-3,99	-3,42	-1,72	-4,26	4,96	-0,19	-0,01	-2,37	-0,54	-2,90	0,56	1,68	0,38	0,28	2,71	0,36	4,35	6,07	5,53

Média Anual Série Histórica

1393,24

Fonte: ANA, (2018), INMET, (2018) organização do Autor.

Figura A4 – Tabela Precipitação acumulada mensal e Anual, Média anual da série histórica e IAC – estação Bonito.

Estação: Bonito - ANA-2156000																									
	Anos																								
Mês	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac
Janeiro	306,20	91,10	306,30	434,10	191,10	79,90	21,80	122,10	117,80	82,40	318,90	114,00	300,90	84,90	269,00	199,80	261,80	173,30	309,40	88,00	40,10	108,80	113,40	296,80	56,00
Fevereiro	185,40	271,90	88,10	112,90	66,90	113,40	0,00	118,60	102,10	203,00	116,80	162,60	105,10	62,60	118,60	121,30	113,10	115,70	125,70	87,40	178,90	65,30	198,40	216,00	33,60
Março	132,80	191,60	89,10	126,50	37,50	192,80	53,80	312,70	182,40	38,10	129,70	68,70	0,00	104,00	4,50	44,40	66,80	102,80	162,00	133,60	63,70	171,50	105,90	76,20	69,20
Abril	160,80	72,20	92,40	91,60	158,20	116,10	11,20	66,80	65,80	19,30	202,00	235,50	46,00	34,90	61,80	31,30	0,00	13,20	140,60	72,40	151,20	16,20	47,00	2,20	123,20
Mai	67,10	176,50	38,40	201,80	52,00	86,80	35,30	114,50	75,50	93,90	59,20	354,00	61,20	10,90	25,00	31,60	71,30	170,10	2,20	60,40	65,80	205,40	55,00	126,00	208,20
Junho	163,20	82,80	11,30	0,00	65,30	26,00	58,20	62,30	8,10	2,40	79,00	151,40	31,00	68,70	35,80	10,60	50,80	4,40	27,90	127,80	184,80	16,20	41,70	18,00	34,60
Julho	20,30	54,90	22,00	0,00	0,00	6,10	8,70	53,00	32,00	123,50	45,30	148,00	13,00	7,50	10,50	0,00	107,70	49,00	36,40	9,90	29,20	32,80	75,00	11,40	0,00
Agosto	10,20	22,20	0,30	0,00	12,50	242,70	0,00	78,70	5,60	16,10	53,90	0,00	0,00	3,60	7,70	33,80	102,90	0,00	13,20	0,00	0,00	4,60	3,60	72,60	55,20
Setembro	74,80	72,90	0,00	42,50	95,00	125,90	13,50	169,70	170,10	33,80	118,30	42,00	94,00	92,60	65,60	32,00	9,40	50,20	83,60	48,30	30,20	26,90	201,96	39,00	67,80
Outubro	135,00	235,90	196,30	181,40	106,20	128,80	62,30	148,40	111,40	64,70	214,10	243,40	73,00	94,80	0,00	218,30	210,40	110,40	73,00	135,60	115,20	17,60	169,00	41,20	163,60
Novembro	83,10	73,30	15,40	277,30	166,20	28,70	60,50	112,40	226,20	179,60	150,60	341,80	132,10	116,70	0,00	73,00	89,40	244,00	120,60	118,30	105,10	178,40	175,00	55,60	274,80
Dezembro	119,60	99,20	142,60	21,30	299,10	90,40	256,00	181,40	243,90	56,00	270,20	91,00	158,80	89,10	64,10	223,30	327,50	74,90	48,20	151,60	115,80	117,70	215,40	141,50	175,40
Precipitação Total Anual - N	1458,50	1444,50	1002,20	1489,40	1250,00	1237,60	581,30	1540,60	1340,90	912,80	1758,00	1952,40	1015,10	770,30	662,60	1019,40	1411,10	1108,00	1142,80	1033,30	1080,00	961,40	1401,36	1096,50	1261,60
IAC	2,54	2,40	-1,99	2,84	0,51	0,39	-6,30	3,34	1,40	-2,91	5,45	7,34	-1,86	-4,37	-5,47	-1,82	2,08	-0,91	-0,56	-1,68	-1,20	-2,41	1,98	-1,03	0,63

Média Anual Série Histórica

1197,27

Fonte: ANA, (2018), INMET, (2018) organização do Autor.

Figura A5 – Tabela Precipitação acumulada mensal e Anual, Média anual da série histórica e IAC – estação Jardim.

Estação: Jardim - ANA-2156001																										
	Anos																									
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Mês	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	
Janeiro	211,80	58,60	309,00	168,30	171,00	102,00	386,20	95,20	117,40	36,60	250,30	71,10	169,70	113,20	325,30	128,00	62,30	250,70	152,60	145,00	56,80	82,60	165,00	296,80	70,80	
Fevereiro	133,50	129,40	152,00	130,40	171,10	96,70	103,00	139,90	68,40	193,90	219,70	71,00	61,10	115,90	118,60	190,60	137,00	179,40	146,40	160,10	259,60	82,20	147,60	316,40	189,80	
Março	69,10	82,90	79,00	80,00	84,60	208,40	150,60	135,20	86,10	71,40	105,50	44,90	35,40	152,60	39,00	95,70	149,70	81,50	109,70	144,70	117,60	108,80	48,00	85,20	50,80	
Abril	57,80	121,50	129,00	39,70	236,30	181,00	16,00	144,20	72,90	16,50	240,50	124,40	91,10	123,50	141,90	81,70	4,40	17,00	192,00	87,80	298,20	85,00	117,60	0,80	161,40	
Mai	64,00	213,70	23,00	135,20	82,00	63,30	4,10	83,70	213,00	91,80	53,80	164,60	78,90	13,90	47,90	69,00	67,40	84,30	13,60	65,10	74,40	119,80	146,20	141,72	209,60	
Junho	42,00	83,10	42,70	8,00	110,60	17,60	106,90	95,10	40,70	0,00	68,60	78,00	80,70	46,00	0,70	29,50	50,60	6,60	70,60	228,20	201,40	61,20	61,80	32,00	50,60	
Julho	49,50	33,80	23,90	3,10	5,00	14,70	21,40	57,50	18,10	74,80	6,40	105,10	0,00	18,00	42,40	0,00	120,60	57,50	44,40	8,30	16,20	126,60	94,60	13,80	0,20	
Agosto	57,00	12,50	0,00	10,00	28,90	261,20	0,00	95,40	0,00	20,30	75,20	0,00	1,00	13,10	25,10	50,50	136,55	1,30	21,70	0,00	6,20	24,00	11,00	86,80	64,00	
Setembro	60,90	86,60	7,80	64,30	50,60	126,30	47,40	84,70	165,80	29,10	127,50	42,60	107,90	65,90	0,00	31,70	23,90	103,60	83,90	76,80	29,60	45,20	199,20	21,00	11,40	
Outubro	119,40	143,00	291,60	105,10	95,40	35,30	33,00	116,60	169,80	100,10	280,00	160,40	104,00	122,60	193,30	109,50	213,40	79,90	86,60	70,00	205,60	7,80	169,00	73,80	202,40	
Novembro	96,90	147,00	45,60	48,50	114,30	78,60	79,10	98,50	149,60	171,80	176,40	158,20	228,40	67,10	109,30	191,90	93,20	231,40	81,70	157,70	115,00	280,20	175,80	76,60	240,00	
Dezembro	146,10	245,00	78,90	131,30	304,90	169,00	141,40	196,40	107,10	56,80	208,70	126,90	190,50	101,80	218,90	128,40	296,30	102,20	72,10	54,80	113,20	124,40	215,40	291,60	203,00	
Precipitação Total Anual - N	1108,00	1357,10	1182,50	923,90	1454,70	1354,10	1089,10	1342,40	1208,90	863,10	1812,60	1147,20	1148,70	953,60	1262,40	1106,50	1355,35	1195,40	1075,30	1198,50	1493,80	1147,80	1551,20	1436,52	1454,00	
IAC	-2,19	1,53	-1,03	-5,06	2,91	1,49	-2,49	1,32	-0,62	-6,01	7,97	-1,58	-1,56	-4,60	0,19	-2,22	1,50	-0,83	-2,70	-0,79	3,46	-1,57	4,27	2,65	2,90	

Fonte: ANA, (2018), INMET, (2018) organização do Autor.

Figura A6 – Tabela Precipitação acumulada mensal e Anual, Média anual da série histórica e IAC – estação Faz. Lajeado.

Estação: Faz. Lajeado - ANA-2055003																										
	Anos																									
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Mês	Pre.Ac.	Pre.Ac.	Pre.Ac.	Pre.Ac.	Pre.Ac.	Pre.Ac.	Pre.Ac.	Pre.Ac.	Pre.Ac.	Pre.Ac.	Pre.Ac.	Pre.Ac.	Pre.Ac.	Pre.Ac.	Pre.Ac.	Pre.Ac.	Pre.Ac.	Pre.Ac.	Pre.Ac.	Pre.Ac.	Pre.Ac.	Pre.Ac.	Pre.Ac.	Pre.Ac.	Pre.Ac.	
Janeiro	105,80	31,20	101,70	225,30	214,40	152,50	127,60	91,40	123,60	52,50	182,20	101,30	164,20	154,60	173,49	366,60	225,10	275,10	278,60	155,90	31,00	206,79	152,90	370,60	128,90	
Fevereiro	211,70	86,20	176,60	48,90	99,40	219,90	34,50	238,40	128,00	195,50	58,60	112,80	23,30	303,50	178,70	102,10	163,80	239,90	184,20	105,30	145,00	74,40	131,30	195,40	127,50	
Março	200,10	133,10	33,50	80,40	62,10	183,60	68,00	341,20	94,20	112,20	118,40	50,80	92,50	169,90	53,90	16,20	165,10	103,00	370,10	57,40	194,96	209,50	58,30	138,79	111,20	
Abril	95,70	193,10	135,90	21,30	102,60	107,10	46,60	65,00	59,60	7,40	106,00	102,30	56,90	115,40	29,10	43,20	0,00	13,00	151,90	80,80	268,48	111,20	102,96	69,00	163,00	
Mai	44,50	145,60	29,20	103,30	120,40	136,40	11,40	14,60	91,40	33,50	27,90	136,80	138,60	69,00	63,40	68,30	92,20	78,40	0,00	100,50	55,40	283,81	158,20	164,50	170,10	
Junho	70,90	53,70	0,00	2,80	131,30	47,20	23,40	5,80	34,00	0,00	47,20	58,70	135,40	7,40	0,00	6,40	73,60	13,00	6,90	187,10	227,00	53,88	25,50	28,40	73,80	
Julho	10,90	20,00	13,00	2,50	0,00	22,20	10,50	44,80	40,40	72,50	54,20	51,00	15,40	1,90	0,00	0,00	55,20	30,00	9,00	13,30	64,32	143,90	99,89	0,00	0,00	
Agosto	13,30	15,40	2,10	1,20	64,00	124,90	0,00	62,40	30,70	10,40	95,20	0,00	0,00	25,40	0,00	78,00	175,10	0,00	20,70	1,30	0,00	36,80	14,45	89,60	48,00	
Setembro	15,60	39,40	6,50	86,60	57,70	142,10	95,90	89,00	139,20	50,20	74,20	20,80	67,00	140,20	0,70	24,80	72,90	130,90	45,00	128,50	67,50	113,78	131,70	90,10	19,30	
Outubro	59,20	146,00	344,80	72,90	118,10	71,00	66,10	82,90	195,90	41,50	233,50	119,80	108,90	54,80	65,00	93,70	204,80	169,10	186,70	83,00	130,35	67,29	76,60	90,70	234,76	
Novembro	172,90	116,60	69,00	88,40	100,00	72,30	86,10	91,80	257,50	101,50	123,80	237,20	229,90	124,00	123,00	96,70	246,00	166,10	105,30	99,90	87,69	246,70	124,20	97,50	227,30	
Dezembro	143,60	179,60	130,40	109,50	289,40	142,30	149,80	224,10	177,50	69,40	218,40	307,10	115,00	354,03	98,60	147,90	300,80	94,70	87,20	125,70	153,77	257,50	137,90	261,20	98,20	
Precipitação Total Anual - N	1144,20	1159,90	1042,70	843,10	1359,40	1421,50	719,90	1351,40	1372,00	746,60	1339,60	1298,60	1147,10	1520,13	785,89	1043,90	1774,60	1313,20	1445,60	1138,70	1425,47	1805,55	1213,90	1595,79	1402,06	
IAC	-1,21	-1,04	-2,30	-4,44	1,21	1,94	-5,76	1,11	1,36	-5,48	0,98	0,49	-1,17	3,09	-5,06	-2,28	6,08	0,67	2,22	-1,26	1,98	6,44	-0,46	3,98	1,71	

Fonte: ANA, (2018), INMET, (2018) organização do Autor.

Figura A7 – Tabela Precipitação acumulada mensal e Anual, Média anual da série histórica e IAC – estação Estrada MT-738.

Estação: Estrada MT-738 - ANA-2056003																									
	Anos																								
Mês	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac
Janeiro	115,40	63,00	308,00	355,60	156,10	74,10	97,50	24,30	85,30	66,20	369,90	107,50	176,40	67,40	281,80	203,70	177,40	297,30	205,20	147,10	64,70	21,40	137,60	320,70	189,50
Fevereiro	88,70	93,20	187,50	141,00	153,40	175,00	37,70	88,30	122,00	274,90	310,40	130,80	31,50	52,00	118,60	136,00	98,10	118,80	233,30	131,62	146,20	98,20	178,49	133,70	124,90
Março	57,50	143,40	61,20	120,00	126,50	57,00	250,90	182,10	131,00	108,00	184,40	27,90	46,90	238,10	15,67	157,50	90,30	110,40	162,10	168,40	166,00	133,30	109,60	37,60	65,90
Abril	36,50	106,30	136,20	84,50	222,10	129,00	16,50	64,90	68,00	23,90	140,30	135,40	85,50	148,30	37,00	27,80	0,00	0,00	223,80	44,90	304,80	113,90	67,20	59,90	210,50
Maio	6,70	125,90	66,10	176,00	74,60	70,00	18,60	2,70	88,00	205,10	41,10	203,30	88,50	11,00	70,70	69,00	58,10	100,30	0,00	66,70	45,20	164,90	131,30	178,90	139,80
Junho	81,00	131,90	0,00	0,00	85,60	49,00	88,50	22,30	30,00	79,60	67,20	47,20	79,00	23,50	0,00	11,40	63,60	0,00	30,00	176,00	234,40	57,00	74,40	25,80	38,00
Julho	35,10	0,00	26,30	17,00	0,00	19,50	11,00	34,40	17,50	69,30	51,00	60,70	12,00	5,20	20,00	0,00	49,10	46,40	22,50	23,40	44,60	136,60	107,70	9,80	0,00
Agosto	22,00	0,00	0,00	4,00	28,00	250,60	0,00	73,60	90,30	21,90	94,20	0,00	0,40	1,90	10,00	33,30	106,80	0,00	7,30	0,00	0,00	22,72	5,70	90,30	67,60
Setembro	35,00	33,30	3,00	63,00	50,50	127,30	49,10	102,70	257,50	27,30	112,50	16,20	13,50	45,50	0,00	30,00	30,80	66,20	77,00	83,60	2,50	20,30	205,10	34,40	53,50
Outubro	113,00	102,10	272,90	47,70	31,00	74,50	25,50	88,70	141,10	127,00	181,90	177,00	75,70	18,20	37,10	48,80	201,60	131,00	87,20	105,40	127,90	32,50	114,70	27,00	223,60
Novembro	77,00	131,60	30,10	25,00	98,90	99,50	103,50	115,00	335,00	89,70	66,30	157,60	106,10	53,70	184,70	54,00	43,00	153,80	68,70	145,20	69,00	257,40	162,20	85,50	516,80
Dezembro	156,00	192,60	106,50	93,00	186,50	134,00	74,20	190,60	319,30	265,90	215,40	137,30	174,30	95,90	193,00	52,40	270,80	62,60	131,80	68,20	79,40	191,00	196,30	122,20	320,90
Precipitação Total Anual - N	823,90	1123,30	1197,80	1126,80	1213,20	1259,50	773,00	989,60	1685,00	1358,80	1834,60	1200,90	889,80	760,70	968,57	823,90	1189,60	1086,80	1248,90	1160,52	1284,70	1249,22	1490,29	1125,80	1951,00
IAC	-4,32	-0,81	0,06	-0,77	0,23	0,76	-4,92	-2,38	5,58	1,88	7,27	0,09	-3,55	-5,06	-2,62	-4,32	-0,04	-1,24	0,64	-0,38	1,04	0,64	3,37	-0,78	8,59

Média Anual Série Histórica

1192,65

Fonte: ANA, (2018), INMET, (2018) organização do Autor.

Figura A8 – Tabela Precipitação acumulada mensal e Anual, Média anual da série histórica e IAC – estação Miranda.

Estação: Miranda - ANA-2056001																									
	Anos																								
Mês	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac
Janeiro	193,70	37,00	190,00	351,50	209,30	140,50	160,20	92,70	175,40	27,30	220,80	125,00	422,10	103,00	273,50	313,30	262,60	234,70	187,50	134,50	61,80	105,70	61,90	370,60	187,90
Fevereiro	50,00	115,50	113,00	38,90	88,70	83,70	83,80	104,80	160,10	233,50	135,10	138,60	42,60	130,60	115,10	154,60	113,00	65,70	202,30	188,90	98,90	90,40	228,10	149,00	80,70
Março	136,80	68,90	53,50	135,10	13,70	139,00	132,60	286,60	63,30	72,80	64,00	67,40	52,10	154,20	83,70	34,10	116,40	139,80	417,10	91,70	158,40	268,60	12,00	109,20	61,20
Abril	23,90	97,50	18,90	62,60	148,10	81,30	45,40	56,20	103,90	64,30	109,50	151,40	56,40	117,20	27,50	33,80	0,00	19,80	119,50	90,90	259,00	46,00	80,40	51,40	85,40
Maio	44,50	330,00	40,00	114,90	84,40	49,20	33,80	20,00	158,20	33,10	48,80	131,70	122,90	52,60	44,40	97,90	70,80	146,40	1,50	66,70	111,60	253,30	78,80	116,00	90,60
Junho	23,30	44,40	0,00	1,60	139,80	33,30	45,90	10,70	11,60	1,50	27,60	10,70	50,30	8,80	0,00	8,30	75,40	4,80	0,00	208,20	196,70	60,90	28,70	3,80	41,90
Julho	24,50	0,00	4,10	6,00	0,00	15,00	5,60	32,10	28,20	5,50	82,60	58,50	14,70	11,50	53,60	1,00	223,20	7,90	12,30	4,70	37,00	71,60	128,50	2,20	0,00
Agosto	11,00	0,00	0,60	9,80	93,30	92,60	0,00	54,70	9,50	18,00	64,90	0,00	0,00	5,00	1,80	43,90	137,80	0,00	24,10	0,00	0,00	25,60	5,00	66,60	54,30
Setembro	16,00	25,50	1,00	55,60	57,30	91,10	83,70	58,60	149,90	39,40	129,20	13,20	180,80	68,50	14,60	22,60	43,40	51,70	85,40	51,40	31,10	55,80	172,50	41,60	70,30
Outubro	53,00	135,00	178,80	147,70	92,80	32,20	32,90	65,70	160,20	82,00	339,70	242,90	71,40	41,40	72,70	109,30	211,00	111,40	176,60	144,70	137,90	48,70	76,60	68,80	271,00
Novembro	121,00	187,50	65,10	235,00	105,40	124,10	98,20	119,10	246,50	84,40	72,80	202,20	200,80	93,60	149,80	108,50	41,20	220,60	63,80	101,60	98,30	267,00	124,20	125,40	264,40
Dezembro	176,00	302,00	63,10	94,50	318,20	238,90	145,03	205,60	326,60	109,30	137,40	185,80	126,80	162,80	94,50	186,60	328,20	127,00	98,40	203,90	87,60	247,20	137,90	208,20	321,40
Precipitação Total Anual	873,70	1343,30	728,10	1253,20	1351,00	1120,90	867,13	1106,80	1593,40	771,10	1432,40	1327,40	1340,90	949,20	931,20	1113,90	1623,00	1129,80	1388,50	1287,20	1278,30	1540,80	1134,60	1312,80	1529,10
IAC	-4,01	1,67	-5,73	0,51	1,77	-1,09	-4,09	-1,26	4,88	-5,22	2,81	1,47	1,64	-3,12	-3,33	-1,17	5,26	-0,98	2,25	0,95	0,84	4,20	-0,93	1,28	4,05

Média Anual Série Histórica

1213,11

Fonte: ANA, (2018), INMET, (2018) organização do Autor.

Figura A9 – Tabela Precipitação acumulada mensal e Anual, Média anual da série histórica e IAC – estação Palmeiras.

Estação: Palmeiras - ANA-2055002																									
	Anos																								
Mês	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac	Pre. Ac
Janeiro	145,80	36,00	182,70	227,00	207,50	107,70	109,40	60,80	149,10	105,30	282,40	79,90	265,20	136,40	190,90	179,40	209,60	266,10	177,40	167,70	48,60	182,30	179,80	397,00	187,50
Fevereiro	111,50	109,70	239,20	50,60	172,00	127,90	68,50	260,60	187,70	112,20	55,00	228,50	26,00	128,30	178,70	68,40	90,20	130,60	127,40	130,30	126,80	74,40	108,00	201,70	121,50
Março	98,40	103,90	82,80	185,30	64,70	193,20	164,20	362,90	72,00	97,70	129,10	97,90	87,20	286,20	53,90	175,90	171,70	75,90	537,20	77,80	162,80	201,50	63,60	110,80	154,20
Abril	19,50	331,00	180,00	49,50	142,80	122,50	53,30	39,20	65,50	16,40	97,40	80,90	49,60	169,00	43,90	50,30	9,30	54,10	97,80	88,90	214,40	79,70	101,10	43,90	201,60
Mai	42,00	145,00	35,00	129,10	69,90	117,20	40,50	23,60	98,20	51,30	53,00	153,60	128,50	74,80	44,40	171,40	89,60	99,50	5,30	78,50	66,20	275,90	170,40	226,10	116,40
Junho	21,00	73,00	0,00	0,00	127,50	47,90	41,70	0,00	13,30	0,00	46,30	36,00	96,40	27,50	0,00	20,30	110,00	4,70	26,20	203,90	152,30	80,00	100,10	24,70	78,60
Julho	10,00	25,80	6,10	0,00	0,00	0,00	6,10	33,00	53,50	78,40	65,00	58,90	20,50	13,80	54,40	0,00	73,40	16,60	21,70	19,70	81,90	143,90	107,60	16,50	0,00
Agosto	13,30	7,60	0,00	5,00	57,00	125,90	0,00	60,00	32,20	11,60	113,80	0,00	3,50	26,30	0,00	59,70	174,60	0,00	22,30	0,50	0,00	50,70	13,50	137,60	44,90
Setembro	15,60	35,00	23,40	108,70	37,40	160,70	42,30	36,70	145,70	35,20	108,30	24,20	49,10	140,90	29,30	35,80	67,80	123,70	59,90	41,20	64,70	171,20	175,10	107,90	33,80
Outubro	59,20	179,00	345,10	104,30	154,90	79,50	95,80	88,50	160,60	31,20	300,50	138,90	275,30	114,70	53,90	84,30	193,10	109,40	163,70	135,40	131,90	25,50	411,90	33,70	222,20
Novembro	172,80	187,40	92,20	66,90	54,20	163,20	103,70	94,10	304,10	129,60	115,70	185,30	164,80	259,60	252,00	157,30	97,50	164,10	101,70	148,30	95,50	237,10	148,20	148,50	125,90
Dezembro	143,60	201,20	247,20	96,40	261,60	112,50	149,80	252,40	171,40	100,70	148,80	325,30	325,90	464,90	218,80	117,20	243,70	138,50	26,30	99,40	127,90	250,90	205,50	146,80	166,10
Precipitação Total Anual	852,70	1398,60	1433,70	1022,80	1349,50	1358,20	875,30	1311,80	1453,30	769,60	1515,30	1409,40	1492,00	1842,40	1120,20	1120,00	1530,50	1183,20	1366,90	1191,60	1273,00	1773,10	1784,80	1595,20	1452,70
IAC	-5,46	0,72	1,14	-3,55	0,13	0,23	-5,21	-0,31	1,38	-6,40	2,13	0,85	1,85	6,08	-2,46	-2,46	2,31	-1,75	0,34	-1,66	-0,74	5,25	5,39	3,10	1,37

Média Anual Série Histórica

1339,03

Fonte: ANA, (2018), INMET, (2018) organização do Autor.