

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
**INSTITUTO DE GEOGRAFIA**  
**CURSO DE GEOGRAFIA**

**FABRÍCIO TEIXEIRA ALVES**

**ÍNDICE DE ANOMALIA DE CHUVA, SAZONALIDADE E DISTRIBUIÇÃO  
ESPAÇO-TEMPORAL DA PLUVIOSIDADE NO ESTADO DO TOCANTINS**

**UBERLÂNDIA**

**2019**

**FABRÍCIO TEIXEIRA ALVES**

**ÍNDICE DE ANOMALIA DE CHUVA, SAZONALIDADE E DISTRIBUIÇÃO  
ESPAÇO-TEMPORAL DA PLUVIOSIDADE NO ESTADO DO TOCANTINS**

Monografia apresentada ao curso de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Vanderlei de Oliveira Ferreira

**UBERLÂNDIA**

**2019**

## **DEDICATÓRIA**

**“O tempo é o ladrão da memória”**

Stephen King

**Dedico este trabalho para minha família e a todos que estiveram comigo ao longo dessa jornada.**

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer a minha família, especialmente aos meus pais Maurício Alves e Fernanda Teixeira por fornecerem todo apoio e suporte necessário para que fosse possível a entrada e a permanência na universidade, além de sempre acreditar e incentivar minhas aspirações e sonhos agradeço também ao meu irmão Maurício pela parceria e exemplo de vida.

Dedico aos meus amigos Lucas Pereira, Luana, João e Alex que sempre me apoiaram durante a trajetória acadêmica e por sua companhia que muitas alegrias me trouxeram e que me deu forças para sempre seguir em frente, agradeço também ao veterano de curso Rafael Silva por toda ajuda me guiando sempre na direção certa para que superasse as dificuldades da graduação. Deixo aqui um agradecimento especial ao meu amigo Maruschi um exemplo de companheirismo e altruísmo que me inspira a sempre buscar ser uma pessoa melhor, obrigado pelo apoio e pelos ensinamentos, esse trabalho não seria possível sem sua ajuda.

Gostaria de agradecer também ao meu professor orientador Vanderlei que tanto me ajudou e orientou durante o trabalho para que conseguisse completar todos os objetivos e etapas necessárias, e a todos os professores que me auxiliaram e inspiraram durante a graduação.

Por ultimo agradeço a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram direta e indiretamente durante todos os anos que estive na Universidade, amigos do curso de Geografia e de outros cursos, professores, familiares, alunos e conhecidos, a todos meus sinceros agradecimentos.

## RESUMO

A presente monografia descreve os resultados da pesquisa dedicada a analisar a variação da intensidade da sazonalidade das chuvas no Tocantins, recorrendo-se ao Índice de Anomalia de Chuva (IAC) proposto por Rooy (1965). Também foi feito um estudo sobre a distribuição espaço-temporal da precipitação por meio da aplicação de ferramentas geoestatísticas e de sensoriamento remoto (técnicas de interpolação). Constatou-se através dos mapas elaborados que durante a estação chuvosa a precipitação se concentra inicialmente no oeste do estado, deslocando-se para o Sudoeste no mês de Dezembro e posteriormente para o norte a partir de Janeiro e se escasseando no outono. O IAC indica que para a série histórica percentuais de 2,60% de anos extremamente chuvosos, 8,60% de anos muito chuvosos, 30,37% de anos chuvosos, 1,80% de anos sem anomalias, 49,46% de anos secos e 6,98% de anos muito secos. Durante a série histórica não se verificou nenhum ano com IAC extremamente seco.

**Palavras-chave:** anomalias, sazonalidade, espacialidade, pluviosidade, Tocantins.

## ABSTRACT

The present article describes the results of research dedicated to analyze the variation of the seasonality of rainfall in Tocantins, using the Rainfall Anomaly Index (IAC) proposed by Rooy (1965). A study was also made on the spatial and temporal distribution of precipitation through the application of geostatistical and remote sensing tools (interpolation techniques). It was verified through the elaborated maps that during the rainy season the precipitation is initially concentrated in the west of the state, moving southwest in December, moving also to the north of the state from January and waning in the fall. The IAC indicates the for the historical series percentages of 2,60% of extremely rainy years, 8,60% of very rainy years, 30,37% of rainy years, 1,80% of years that did not suffer anomaly, 49,46% of dry years and 6,98% of very dry years. During the historical series there was no year with extremely dry IAC.

**Key-Words:** anomaly, seasonality, spatiality, rainfall, Tocantins.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de Relevo do estado do Tocantins, elaborado com base no Shuttle Radar Topography Mission – SRTM.....	Pág. 12
Figura 2 - Mapa de Vegetação do estado do Tocantins .....	Pág. 14
Figura 3 - Estações pluviométricas utilizadas na pesquisa.....	Pág.16
Figura 4 - Precipitação em Janeiro no estado do Tocantins.....	Pág. 21
Figura 5 - Precipitação em Fevereiro no estado do Tocantins.....	Pág. 22
Figura 6 - Precipitação em Março no estado do Tocantins.....	Pág. 22
Figura 7 - Precipitação em Abril no estado do Tocantins .....	Pág. 23
Figura 8 - Precipitação em Maio no estado do Tocantins.....	Pág. 23
Figura 9 - Precipitação em Junho no estado do Tocantins.....	Pág. 24
Figura 10 - Precipitação em Julho no estado do Tocantins. ....	Pág. 25
Figura 11 - Precipitação em Agosto no estado do Tocantins.....	Pág. 25
Figura 12 - Precipitação em Setembro no estado do Tocantins.....	Pág. 26
Figura 13 - Precipitação em Outubro no estado do Tocantins.....	Pág. 27
Figura 14 - Precipitação em Novembro no estado do Tocantins.....	Pág. 27
Figura 15 - Precipitação em Dezembro no estado do Tocantins.....	Pág. 28
Figura 16 - IAC JANEIRO. ....	Pág. 30
Figura 17 - IAC FEVEREIRO.....	Pág. 31
Figura 18 - IAC MARÇO.....	Pág. 31
Figura 19 - IAC ABRIL.....	Pág. 31
Figura 20 – IAC MAIO.....	Pág. 32
Figura 21 – IAC JUNHO.....	Pág. 32

Figura 22 – IAC JULHO.....	Pág. 32
Figura 23 – IAC AGOSTO.....	Pág. 33
Figura 24 – IAC SETEMBRO.....	Pág. 33
Figura 25 – IAC OUTUBRO.....	Pág. 33
Figura 26 – IAC NOVEMBRO.....	Pág. 34
Figura 27 – IAC DEZEMBRO.....	Pág. 34
Figura 28 – Nível de pluviosidade – IAC.....	Pág. 35

### **LISTA DE TABELAS E QUADROS**

Tabela 1 – Índice de Anomalia de Chuva da série histórica.....	Pág.17
Tabela 2 – Média mensal dos postos pluviométricos.....	Pág. 18
Quadro 1 – Nível de Pluviosidade segundo o IAC.....	Pág. 19

### **LISTA DE SIGLAS**

MATOPIBA - Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia

ANA - Agência Nacional das Águas

Aw - Clima Tropical Sazonal

Af – Clima Equatorial Úmido

IAC - Índice de Anomalia de Chuva

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	9
1.1. Caracterização da área de estudo .....	10
2. ROTEIRO METODOLÓGICO .....	16
2.1. Dados Utilizados .....	16
2.2. Tratamento de dados .....	18
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	20
3.1. Análise da espacialização das chuvas .....	20
3.2. Análise do Índice de anomalia de chuva – IAC.....	28
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	36
5. REFERÊNCIAS .....	37



## 1. INTRODUÇÃO

A presente monografia analisa a sazonalidade e a distribuição espaço-temporal das chuvas no estado do Tocantins e sua intensidade através do Índice de Anomalia de Chuva (IAC) proposto por Rooy (1965) durante uma série histórica de 31 anos, sendo o período compreendido de 1985 – 2016. Com o IAC é possível analisar modificações no padrão da distribuição de precipitação sendo possível monitorar os períodos secos e chuvosos de uma região. Silva (2009) afirma que é possível desenvolver um sistema de acompanhamento das características desses períodos através dos índices.

Em sua dissertação CASTRO (2006) trata precipitação como sendo toda água que vinda do meio atmosférico precipita e atinge a superfície terrestre, sendo assim a pluviosidade é a precipitação que atinge a superfície por um determinado tempo. Analisar o regime de chuvas é importante, pois as chuvas regulam diversas atividades antrópicas e naturais, como recarga de mananciais, manejo da vegetação, consumo humano e agricultura, principalmente na produção de commodities não irrigadas, que são mais dependentes do ciclo pluviométrico que as demais.

O estado do Tocantins faz parte atualmente da nova fronteira agrícola que surgiu no Brasil durante a década de 1980, que consta de quatro estados, sendo eles Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, compondo a sigla MATOPIBA. A agricultura utiliza a maior parte do recurso hídrico mundial, cerca de três quartos de toda a água potável do mundo é destinada para essa atividade (SELBORNE, 2001). Estudos sobre a pluviosidade do local onde essas atividades são inseridas são de extrema importância, uma vez que as chuvas são responsáveis pelo reabastecimento e recarga dos mananciais e lençóis freáticos.

Para Ayoade (2003) os fatores climáticos afetam de duas formas a agricultura, através do que é colocado em sua obra como “azares climáticos” que nada mais seriam que os imprevistos climáticos, já o outro modo seria a partir da influência do clima sobre o tipo de agricultura viável para cada região. A presente monografia visa apresentar a dinâmica da intensidade das chuvas no estado do Tocantins e da distribuição sazonal da pluviosidade, fornecendo os dados que podem subsidiar a crescente agricultura no Estado.

Este trabalho é dividido em quatro capítulos. O primeiro faz um apanhado do que será tratado durante a leitura, englobando assim a introdução e a caracterização da área de estudo. No segundo capítulo é encontrado o roteiro metodológico apresentando a metodologia

utilizada, os dados utilizados e o tratamento dos mesmos. Já no terceiro capítulo temos a apresentação dos resultados encontrados, demonstrados através de mapas e gráficos. No quarto e último capítulo são feitas as considerações finais sobre o trabalho.

### **1.1. Caracterização da área de estudo**

O estado do Tocantins está localizado na região norte do Brasil sendo um dos sete estados que a compõem, suas divisas são com estados como Goiás, Maranhão e o Pará. O estado se encontra presente dentro da bacia hidrográfica do Tocantins-Araguaia. Esta bacia, segundo a Agência Nacional das Águas (ANA), ocupa 10,8% do território sendo uma das maiores bacias hidrográficas exclusivas do território nacional abrangendo seis estados, sendo eles Goiás, Tocantins, Pará, Maranhão, Mato Grosso e Distrito Federal.

A população do Tocantins segundo o último censo é de aproximadamente 1,4 milhões de pessoas que se encontram distribuídas em uma extensão territorial de 277. 720,412 km<sup>2</sup>. Possui 139 municípios os quais distribuem os habitantes do estado em uma densidade populacional relativamente baixa de apenas 4,98 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2010). Sua extensão territorial abrange dois biomas, sendo o Cerrado o predominante ocupando 91% do território, e os outros 9% restantes encontram-se sobre o domínio da Amazônia.

A área do domínio dos Cerrados abrange cerca de 180 milhões de hectares estendendo-se desde o Centro-Oeste até o Norte, Nordeste e Sudeste brasileiro, atingindo pequenas porções dos estados do Amazonas, Amapá, Pará, Paraná, Piauí, Rondônia, Roraima e sendo predominante em estados como a Bahia, Ceará, Distrito Federal, Goiás, Maranhão, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, São Paulo e Tocantins (Relatório Técnico Anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, 1976).

O clima predominante no domínio do Cerrado é o Tropical sazonal (Aw) de verão chuvoso e inverno seco em que as temperaturas médias anuais variam de 22-23°C. As máximas mensais não variam muito ao longo dos meses, porém as mínimas apresentam grande variação principalmente nos meses de maio a julho (COUTINHO, 2000). Ainda segundo Coutinho (2000) a pluviosidade do Cerrado apresenta uma média anual de 1200-1800 mm em que é ocorrente de forma estacional nos meses de Outubro a Março, quando é presente a estação chuvosa neste domínio. No período de Maio a Setembro durante a estação seca, ou seja, durante a estiagem a umidade relativa do ar abaixa consideravelmente em que os valores podem atingir até a 15%.

O relevo predominante nas áreas que se encontra o domínio dos Cerrados é característico plano ou levemente ondulado, marcado pela sua extensão de planaltos e chapadões. Exemplo disto é o Planalto Central que se estende pela área de domínio dos Cerrados e tem este bioma como principal vegetação.

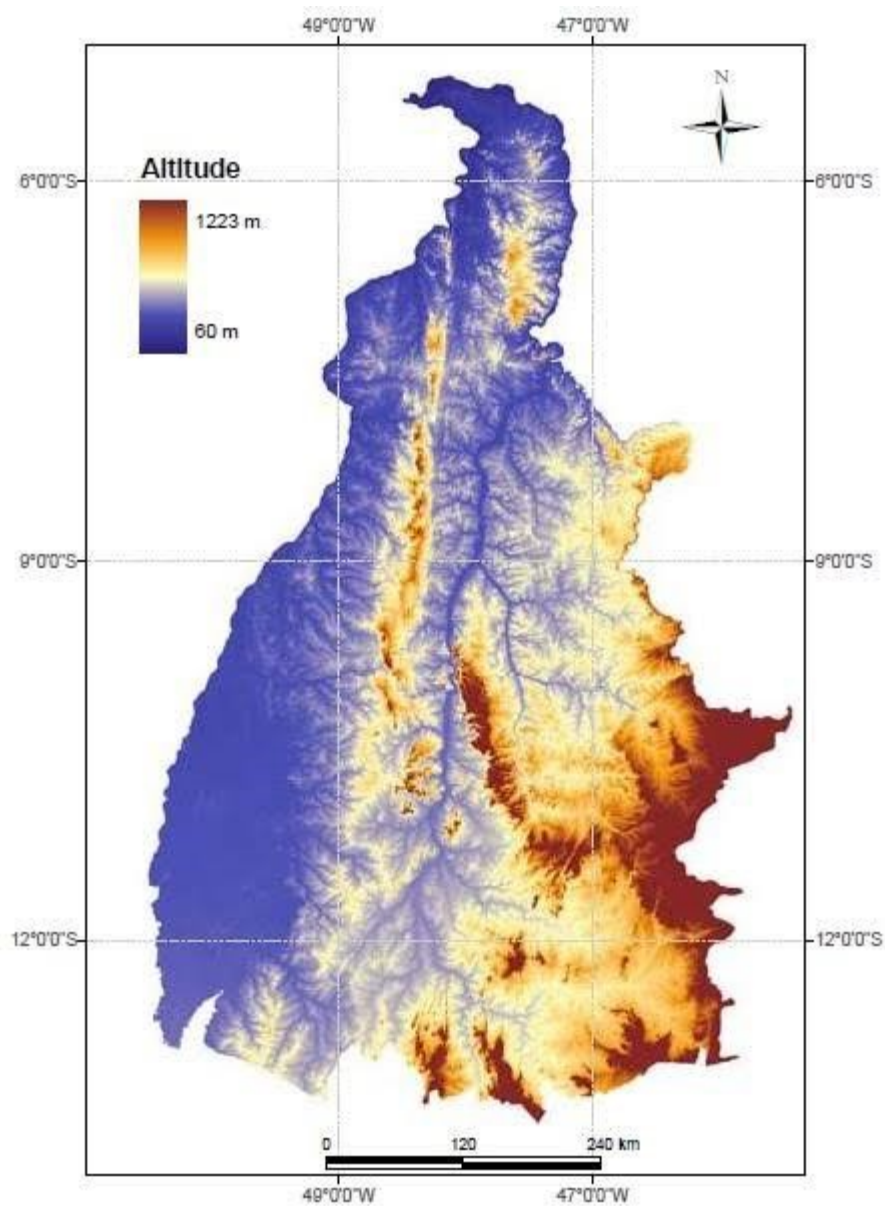
Segundo Coutinho (2000) 50% do domínio do Cerrado encontra-se em altitudes entre 300 e 600 metros e seu bioma não ultrapassa em geral os 1.100 metros de altitude, é possível observar no mapa da Figura 1 que o estado do Tocantins se encontra em altitudes de até pouco mais de 1200 metros. O mesmo autor nos revela que os solos deste domínio são profundos, porosos e permeáveis, que por sua vez são bem drenados e com isso a lixiviação é atuante de forma considerável.

A Amazônia é o maior bioma do Brasil abrangendo um território de 4.196,943 milhões de km<sup>2</sup> (IBGE, 2004). Apresenta um clima classificado como Af segundo a Köppen e Geiger. Tal classificação que nos diz que o clima é Equatorial úmido. A precipitação média é de 1761 mm, mas são encontradas regiões em que a média anual ultrapassa 2600 mm. A temperatura média varia pouco, cerca de 2,9 °C da máxima (26,2 °C) para a mínima (23,3°C). Já com a precipitação a variação é maior sendo que ocorre uma diferença de 230 mm do mês mais seco para o mais chuvoso.

Os solos da região Amazônica são relativamente pobres em nutrientes e a floresta densa se sustenta em ciclos que utilizam sua própria matéria orgânica com a serapilheira em degradação, portanto seu equilíbrio é sensível a qualquer intervenção externa.

Segundo a classificação de relevo de ROSS (ROSS, et al. 1989) o domínio da Amazônia possui três grandes tipos de relevo predominantes: o planalto da Amazônia Oriental, Depressão da Amazônia Ocidental e a Planície do Rio Amazonas. No mapa da Figura 1 elaborado por Collicchio (2015) com base no *Shuttle Radar Topography Mission – SRTM* é representado o relevo do estado do Tocantins.

**Figura 1:** Mapa Hipsométrico do estado do Tocantins, elaborado com base no Shuttle Radar Topography Mission – SRTM.



Fonte: Collicchio (2015)

Percebe-se que a maioria do território do estado apresenta um relevo aplainado com a presença de algumas Serras como a Serra do Jalapão. As altitudes estão acima de 60 metros principalmente na parte Oeste, e que as áreas mais inclinadas e elevadas se concentram no Sul e no Sudeste, mas também aparecendo do Centro ao Norte. (COLLICCHIO, 2015).

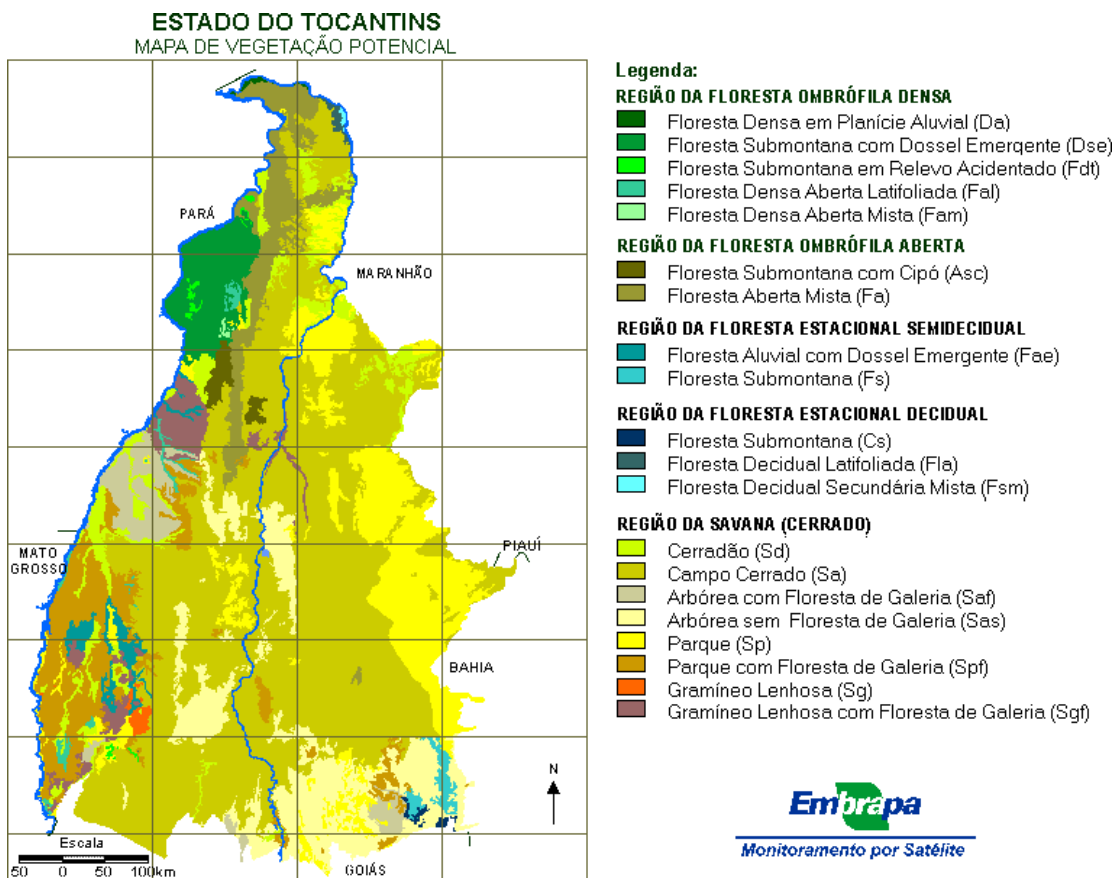
De acordo com a descrição da vegetação feita por Veloso (1991) a vegetação do Cerrado e da Amazônia no estado do Tocantins possui diversas subdivisões, porém dentre elas existem algumas que se sobressaem sobre o mapa do Tocantins, sendo elas:

Região de Floresta Ombrófila: este tipo de vegetação pode ser densa ou aberta sendo conhecida também como floresta pluvial tropical devido a grande pluviosidade ao decorrer do ano, este tipo de floresta ocorre principalmente na parte norte do estado, com árvores de grande porte (macrofanerófitos) com até cerca de 50 metros de altura na parte de floresta ombrófila densa. A designada floresta ombrófila aberta é considerada uma área de transição entre a floresta amazônica e as savanas do cerrado em que o fito volume vai diminuindo por consequência (VELOSO, 1991).

Região da Floresta Estacional: Sendo dividida em semidecidual e decidual a primeira segundo a Embrapa apresenta dois tipos de sazonalidade “O conceito ecológico desse tipo de vegetação está associado a dois tipos de sazonalidade climática: uma tropical com chuvas intensas, seguida de estiagem acentuada e outra subtropical, sem período seco marcado”. Já a decidual é marcada por duas estações bem definidas com uma chuvosa seguida de um longo período de inverno seco. Sua vegetação é predominantemente caducifólia (VELOSO, 1991).

Região de Savana (Cerrado): Marcada por um estrato herbáceo e predominante em clima estacional com cerca de seis meses secos esta região ocorre em quase todo o estado e exerce uma função importante com o fogo já que a sua dinâmica orienta na manutenção e expansão deste tipo de vegetação. Na Figura 2 é representado um mapa da vegetação no estado do Tocantins (VELOSO, 1991).

**Figura 2: Mapa de Vegetação do estado do Tocantins**



Fonte: EMBRAPA (2018)

Apesar de se encontrar na região Norte do Brasil o estado do Tocantins possui clima, vegetação e relevo que são característicos predominantes da região Centro-Oeste do país, sendo assim se encontra sobre planaltos e áreas mais planas que favorecem o domínio morfoclimático do Cerrado que se encontra sobre grande parte do território do estado.

Como o bioma predominante é o Cerrado a influencia climática que prevalece no estado é a atuante no domínio deste bioma. O clima presente na região segundo (Cavalcanti, et al. 2009) apresenta característica sazonal com verão chuvoso e inverno seco em que as chuvas se concentram principalmente nos meses de Outubro a Março, ocorrendo uma queda significativa da precipitação ao longe do período de Maio a Julho, portanto as chuvas significativas têm início em outubro e fim em março com um total acumulado mensal podendo passar de 200 mm. Segundo Köppen (1948) um clima tropical sazonal que apresenta inverno seco é caracterizado como Aw em que o “A” representa o clima tropical úmido e o “w” com inverno seco. A temperatura média do estado é de 22,7°C, com uma pluviosidade anual média de 1303 mm.

A estação chuvosa na Amazônia foi avaliada por estudos como o de Liebmann; Marengo, (2001) e Marengo et al., (2001), que utilizaram limiares de chuva diária e as mudanças nos campos de convecção e circulação para executarem o estudo. Nesta região o início da estação chuvosa vai de forma gradativa se deslocando do sul para o norte, em que o início da estação chuvosa na Amazônia ocidental equatorial acontece em março enquanto que na Amazônia do sul ocorre no final de setembro e início do verão. Já o final da estação chuvosa é mais regular que o início, enquanto no norte termina no mês de Setembro na Amazônia do sul o fim acontece em Abril, com uma disparidade de cerca de cinco meses entre o fim da estação chuvosa nessas duas regiões amazônicas.

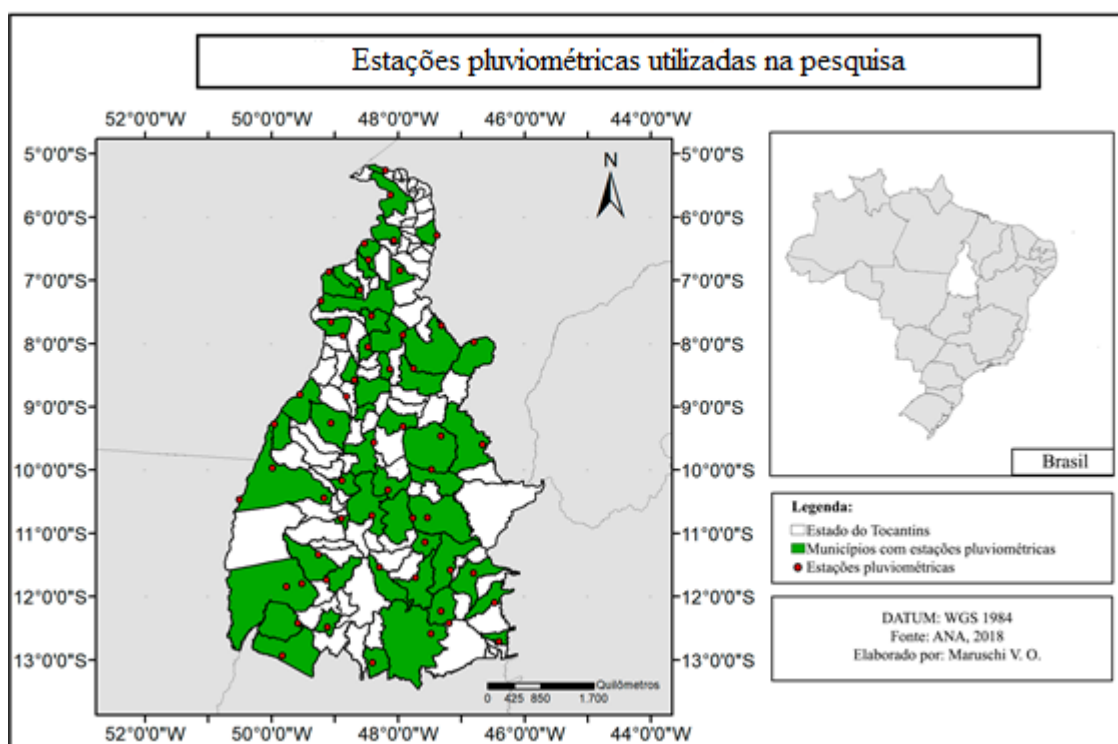
## 2. ROTEIRO METODOLÓGICO

### 2.1. Dados Utilizados

Os dados que foram trabalhados nesta pesquisa são as médias dos totais mensais assim como os totais anuais das precipitações pluviométricas de um período de 31 anos (1985-2016). Tais dados foram obtidos no sistema Hidroweb (2010) da Agência Nacional das Águas (ANA).

O levantamento dos dados pluviométricos que foram trabalhados aqui é originário das estações pluviométricas que se encontram em diversas áreas do estado do Tocantins assim como pode ser observado no mapa da Figura 3.

**Figura 3:** Estações pluviométricas utilizadas na pesquisa



Fonte: ANA (2018). Elaboração: Maruschi (2018).

Os dados obtidos nas 56 estações pluviométricas escolhidas foram primeiramente tratados e selecionados 31 anos que apresentavam maior sequência de dados ininterruptos. Após isso foi feita a tabulação destes dados por estação e feita a média mensal de todos os anos em uma única tabela (Tabela 1).



**Tabela 1: Média mensal dos postos pluviométricos (1985-2016).**

Posto Pluviométrico	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Almas	264,9	203,4	236,5	135,1	39,1	2,3	0,5	2,0	23,5	90,0	214,8	278,8	1485,4
Alvorada	227,9	206,2	229,0	99,0	23,9	2,2	1,2	3,5	29,7	120,8	202,2	256,5	1401,9
Ananas	236,6	279,3	262,8	208,4	100,7	20,6	21,1	10,9	33,6	88,4	131,2	184,3	1572,7
Araguacema (Chácara Araguaia)	302,1	277,7	328,3	199,6	85,1	15,0	3,1	11,5	62,8	143,9	213,7	289,5	1925,2
Araguaçu	280,4	236,4	229,0	111,6	23,2	0,9	1,0	3,3	43,2	112,4	221,8	326,4	1588,2
Araguatins	251,5	258,4	295,7	202,6	101,9	13,9	9,8	6,9	32,7	77,9	123,3	180,4	1554,9
Arapoema	261,2	279,7	306,0	223,2	98,9	9,8	7,1	14,1	63,2	144,0	199,8	240,8	1847,9
Aurora do Norte	298,6	245,6	266,6	160,4	48,2	1,4	0,3	1,6	22,6	118,4	251,1	285,2	1693,1
Boa Vista do Araguaia	243,4	235,4	275,9	221,4	87,1	20,5	7,6	9,6	47,4	136,9	175,2	214,7	1666,0
Campos Lindos	246,7	211,8	242,4	172,0	83,1	7,6	7,4	3,7	36,2	116,4	182,5	225,4	1535,2
Cangussu	223,5	225,4	230,0	159,9	57,7	5,8	5,3	8,5	38,0	135,7	199,2	222,6	1502,8
Caseara	227,7	218,5	231,8	166,2	62,6	5,7	2,5	8,2	50,4	151,8	217,3	248,5	1583,7
Colinas do Tocantins	253,8	254,5	264,7	220,2	94,8	9,7	1,9	8,8	57,6	146,7	212,3	271,2	1789,2
Colônia	255,9	259,9	276,7	218,8	87,8	10,4	4,8	16,5	62,8	159,4	205,0	241,2	1799,4
Conceição do Tocantins	232,2	193,6	192,9	96,8	18,9	2,8	1,7	2,0	24,2	81,0	217,8	240,8	1300,3
Dianópolis	253,1	221,3	253,1	139,5	39,5	6,4	0,7	2,7	28,2	94,3	220,5	263,3	1521,4
Dois Irmãos do Tocantins	325,4	286,3	340,5	206,2	58,9	9,5	2,3	11,9	57,4	147,5	254,1	293,2	1985,1
Duere	272,7	254,6	270,3	148,1	47,6	4,0	0,2	3,7	38,9	137,1	220,0	311,8	1708,9
Fátima	363,8	278,0	322,0	176,0	51,9	3,7	0,9	4,0	37,0	143,7	246,1	328,6	1949,4
Fazenda Lobeira	276,3	197,5	245,3	130,0	33,9	3,6	0,1	1,9	37,7	132,2	198,8	265,4	1522,8
Fazenda Primavera	241,9	274,9	268,6	227,1	101,7	15,4	9,7	14,7	56,0	145,8	191,7	226,1	1766,0
Fazenda Santa Rita	199,9	164,2	163,3	56,4	18,3	0,6	0,4	1,1	20,7	85,4	154,0	225,6	1090,0
Formoso do Araguaia	251,9	228,2	249,9	127,7	30,2	3,5	0,2	6,1	29,8	135,2	213,6	293,3	1565,7
Goiatins	259,9	236,0	268,3	181,0	63,7	12,7	1,8	6,2	43,6	131,4	170,8	230,5	1606,0
Guarai	300,5	252,9	266,1	180,5	58,9	8,3	1,6	5,9	64,0	147,0	216,1	257,6	1747,9
Gurupi	254,0	211,5	244,6	129,6	28,7	2,3	0,5	4,1	33,5	105,0	217,2	260,7	1490,7
Itacajá	298,0	253,5	289,2	210,2	81,7	9,1	4,7	8,5	35,3	137,8	219,7	254,1	1802,0
Itaporã do Tocantins	296,6	249,6	273,5	205,3	86,0	7,0	3,1	13,4	69,3	150,7	240,5	293,7	1882,2
Jatobá (Fazenda Boa Nova)	297,6	242,3	252,5	180,6	50,1	1,9	1,5	1,8	42,6	118,5	206,6	297,7	1693,7
Lizarda	289,9	228,4	224,1	129,1	39,2	1,8	0,5	2,8	25,3	119,5	184,9	253,9	1497,3
Mansinha	267,3	263,2	266,6	175,5	54,4	3,5	1,8	4,9	38,1	127,8	213,7	279,5	1689,6
Miracema do Tocantins	268,5	225,0	269,0	170,3	60,4	5,0	2,2	4,0	44,4	122,9	224,6	277,1	1664,3
Murcilândia	256,2	285,0	312,1	245,3	111,0	18,5	12,9	15,4	71,4	160,5	210,5	263,6	1957,0
Natividade	288,6	226,9	246,8	142,6	34,2	3,2	0,8	3,3	29,6	107,4	203,0	298,8	1581,8
Palmas	278,7	254,6	268,3	173,1	59,1	5,7	1,2	3,3	52,1	148,3	212,4	276,8	1728,5
Palmeirante	267,4	221,6	254,1	181,9	81,5	11,2	3,4	5,8	39,2	102,4	183,4	180,4	1525,1
Palmeirópolis	310,1	222,6	223,4	99,8	28,6	2,5	0,1	6,1	32,7	116,8	231,2	297,2	1563,9
Paraíso do Tocantins	304,7	329,9	307,1	214,7	61,5	6,7	3,6	7,1	50,4	157,8	234,1	310,6	1986,6
Pindorama do Tocantins	257,5	225,9	270,1	141,6	56,3	2,8	0,7	2,0	29,7	107,7	201,8	271,7	1566,8
Piraquê	214,8	287,5	324,7	264,9	105,6	25,9	16,3	16,2	39,6	122,7	159,3	208,5	1757,9
Pium	328,1	282,1	308,5	201,5	58,1	4,5	1,3	3,9	46,3	161,5	248,0	313,2	1955,4
Ponte Alta do Bom Jesus	362,8	321	306,1	178,1	54,4	4,3	0,2	2,3	31,9	101,2	276,7	364,9	1992,7
Ponte Alta do Tocantins	278,0	190,0	219,3	117,7	39,3	1,3	1,4	3,5	25,3	88,2	175,4	265,7	1405,1
Porto Gilândia	250,2	239,8	259,5	159,0	48,3	2,5	0,6	2,3	36,7	128,9	208,4	274,7	1609,9
Porto Lemos	174,5	242,4	274,8	203,3	99,4	22,3	7,3	13,7	56,1	108,8	152,5	197,5	1538,9
Porto Real	225,8	244,0	242,7	173,6	63,9	10,2	2,7	3,5	44,5	126,3	226,4	235,6	1597,9
Praia Alta	251,8	226,3	220,1	102,8	26,5	2,0	0,1	2,8	29,6	105,4	198,0	272,4	1430,3
Projeto Rio Formoso	253,1	229,0	235,4	122,7	31,7	1,3	0,9	3,5	27,0	134,7	196,6	309,5	1540,0
Rio da Palma (Fazenda Chuva Manga)	208,4	170,2	174,3	65,3	13,0	1,2	0,7	3,1	21,7	85,0	198,7	248,0	1186,7
Santa Terezinha	281,9	263,5	282,2	169,5	52,9	5,7	3,1	6,4	45,2	142,4	220,8	251,7	1717,8
São Sebastião do Tocantins	268,3	282,8	323,8	228,2	96,7	22,5	7,5	4,9	32,3	75,9	146,9	238,7	1725,6
Taquarussu do Porto	268,2	266,6	294,5	168,4	55,7	3,7	0,1	2,1	48,5	150,6	244,1	313,7	1802,7
Tocantinópolis	225,5	223,7	278,2	195,5	78,3	15,5	5,3	3,3	27,0	81,1	145,8	159,6	1434,3
Tupiratins	264,2	224,5	269,7	169,6	69,8	4,8	5,3	7,3	45,7	157,3	206,6	242,5	1667,0
Wanderlândia	241,1	226,3	272,0	205,8	101,8	34,1	10,4	9,8	43,4	101,4	139,6	196,9	1559,7
Xambioá	256,8	276,2	274,1	250,7	110,4	27,5	16,7	13,4	45,0	117,8	157,6	197,5	1741,3
Média	265,0	243,1	263,9	170,4	61,7	8,3	3,8	6,3	40,7	123,1	202,5	259,1	1642,9

Dados: ANA (2018). Elaboração: ALVES (2019)

De posse dos dados das estações pluviométricas o outro passo a ser desenvolvido foi a elaboração do IAC (Índice de Anomalia de Chuva) para o traçado dos gráficos da intensidade de chuvas nos períodos secos e úmidos no estado. Os dados obtidos a partir do cálculo do IAC estão na Tabela 2:

**Tabela 2:** Índice de Anomalia de Chuva da série histórica (1985-2016).

Anos	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1985	4,8	0,40	0,3	2,4	1,4	-0,4	2,7	0,8	0,9	3,6	0,9	3,7
1986	-0,8	0,82	1,0	0,8	-1,9	-0,2	0,7	3,6	-1,0	2,8	-1,7	-0,7
1987	-1,8	-1,61	2,7	-1,4	-1,4	-1,2	-1,5	0,2	1,0	-0,9	0,7	1,0
1988	-0,7	0,44	0,8	1,0	-2,2	2,3	-1,3	-1,4	-1,0	1,5	0,2	0,6
1989	-0,8	-0,60	1,2	0,8	1,2	2,6	9,0	3,2	0,9	1,0	1,0	5,7
1990	-2,8	1,03	-2,3	-2,3	0,7	-1,3	7,4	4,2	1,7	0,2	-1,9	-1,2
1991	2,1	-1,07	0,7	-0,2	-0,7	-1,2	-1,2	-1,3	0,9	-2,0	-0,5	-1,6
1992	1,8	1,87	-1,6	-0,9	-1,5	-0,6	0,2	-0,2	0,5	0,6	0,3	2,2
1993	-2,9	1,80	-2,7	-1,0	0,1	-1,0	-1,3	2,6	2,7	0,0	-1,1	0,5
1994	1,1	0,67	1,4	-0,2	-0,9	6,4	-1,0	-1,1	-0,9	-1,4	0,0	-0,3
1995	-0,8	1,77	-0,3	2,5	3,7	-1,3	-1,2	-1,4	-2,3	-0,3	1,9	0,4
1996	-0,7	-1,25	-0,2	0,7	0,0	-1,4	-1,4	0,1	-1,6	1,5	1,4	-2,0
1997	1,7	-1,88	3,6	1,3	-1,3	-1,2	-1,5	-1,3	0,9	-0,2	-2,2	-0,8
1998	0,7	-0,64	-2,1	-3,2	-0,4	-0,1	0,3	-1,2	-1,7	-0,9	0,9	-1,2
1999	-0,5	-1,06	-0,5	-1,9	1,0	-0,6	-1,2	-1,4	1,7	-0,4	2,2	2,0
2000	0,1	1,46	-0,7	0,9	-1,8	-1,1	2,7	-0,3	3,2	-1,2	0,7	2,2
2001	-2,0	-0,94	0,4	-1,0	0,0	-0,2	-0,9	-0,9	0,2	1,3	1,5	0,2
2002	3,1	-1,21	-1,8	-1,3	-0,5	-1,0	-0,1	-1,3	1,2	-1,1	-1,8	1,1
2003	-0,1	-0,23	0,2	-0,6	0,9	-0,5	-1,5	6,9	-1,1	-0,6	-0,4	-1,5
2004	4,0	3,30	0,0	-0,3	-2,0	-0,7	1,5	1,1	-1,6	0,7	-0,9	-1,5
2005	-0,3	0,42	2,1	-0,4	0,5	-1,2	-1,2	-1,2	0,0	-2,3	-0,5	0,8
2006	-2,3	0,51	1,0	4,1	1,9	-1,3	-1,5	-0,5	1,9	1,2	-0,4	-1,3
2008	0,1	0,46	1,7	-0,2	-0,6	-1,3	-1,5	-1,3	-1,0	-2,4	2,0	0,5
2009	-1,2	0,57	-1,1	2,9	7,0	3,6	-0,9	0,5	0,6	2,6	-0,9	0,5
2010	0,2	-1,27	-0,8	-0,5	-1,4	-0,4	-1,2	-1,2	-2,2	0,7	-0,3	-1,1
2011	-0,3	1,50	0,7	0,6	-0,8	-1,5	-0,5	-0,5	-2,6	1,9	1,3	-0,9
2012	1,5	0,18	-1,6	-2,0	-0,2	0,8	-0,9	-1,4	-1,4	-1,5	1,9	-1,9
2013	0,9	-1,97	0,8	-0,3	-0,1	3,6	-0,1	-0,6	-0,5	-0,3	0,1	1,4
2014	-1,1	0,69	0,4	0,0	-0,5	-1,5	-1,3	-1,2	0,4	-0,3	-0,9	-1,0
2015	-2,3	-0,59	-0,6	1,0	1,4	-1,5	0,1	-1,3	-1,9	-1,4	-1,6	-2,6
2016	2,4	-3,35	-1,1	-2,6	-1,8	3,8	-1,3	-1,4	1,2	-1,4	-1,0	-2,2

Dados: ANA (2018). Elaboração: Alves (2019)

A distribuição espacial das chuvas é um dos alvos neste trabalho, portanto mapas de precipitação pluviométrica foram feitos utilizando a interpolação com as coordenadas das estações pluviométricas e os dados de pluviosidade obtidos nessas. Sendo assim a localização e o quanto precipitou em cada parte do território do Tocantins é demonstrado nos mapa.

## 2.2. Tratamento de dados

Utilizando a média local de precipitação o índice de anomalia de chuva analisa a intensidade dos períodos secos e úmidos, podendo ser utilizado assim para análises e classificações de pluviosidade de diversas regiões, sendo utilizado por diversos autores como ARAÚJO, L.E.; MORAES, J.N; SOUSA, F. (2009); MARCUZZO, F.; MELO, D.; COSTA, H (2012). Foi utilizado no presente trabalho o IAC desenvolvido por Rooy (1965) que apresenta duas equações gerais, em que uma é utilizada para os períodos de anomalias negativas (1) e outra para as anomalias positivas (2);

$$(1) \text{ IAC} = -3 \left[ \frac{(N - \bar{N})}{(\bar{X} - \bar{N})} \right]$$

$$(2) \text{ IAC} = 3 \left[ \frac{(N - \bar{N})}{(\bar{M} - \bar{N})} \right].$$

N é dado pela precipitação (mensal ou anual) atual em (mm.mês<sup>-1</sup>); o  $\bar{N}$  representa a precipitação média (mensal ou anual) da série histórica (mm.mês<sup>-1</sup>); A média das dez maiores precipitações (mm.mês<sup>-1</sup>) da série histórica é posta na formula pela variante  $\bar{M}$ ; já o  $\bar{X}$  é a média das dez menores precipitações (mm.mês<sup>-1</sup>). O Quadro 1 demonstra a relação da intensidade dos períodos secos e úmidos no IAC:

**Quadro 1: Nível de pluviosidade segundo o IAC.**

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

Fonte: MARCUZZO, 2012.

De posse dos dados das estações pluviométricas foi feita a tabulação dos dados, o tratamento estatístico e a confecção de gráficos utilizando os dados coletados anteriormente e filtrados. Os gráficos foram feitos utilizando o programa do pacote Office o Microsoft Excel, utilizando o IAC previamente trabalhado e classificado de acordo com o Quadro 1. Previamente a classificação foi necessária à elaboração de uma média mensal do índice englobando todas as estações pluviométricas a fim de demonstrar a intensidade da sazonalidade pluviométrica para a série histórica (Tabela 1).

Para a elaboração dos mapas que mostram a distribuição da pluviosidade foram adotadas técnicas de interpolação. E para a confecção dos mesmos foi utilizado o software Arcgis (traçado de isoietas).

As figuras que representam a distribuição espacial das chuvas foram feitas utilizando o software Arcgis através do modo default da interpolação proposto pelo modelo de interpolação krigagem. A krigagem oferece uma precisão de interpolação eficiente e bem trabalhada uma vez que utiliza de funções matemáticas para acrescentar pesos maiores nas posições mais próximas aos pontos amostrais e pesos menores nas posições mais distantes criando dessa forma os novos pontos interpolados (JAKOB, 2016).

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1. Análise da espacialização das chuvas**

Conforme já mencionado, o estado do Tocantins está inserido no domínio dos Cerrados e este possui, predominantemente, duas estações bem definidas, uma chuvosa e outra seca. A estação chuvosa ocorre no estado durante a Primavera e Verão, já a seca ocorre durante o Outono e Inverno. Sabendo destas características é possível notar nos mapas a diminuição drástica do regime de chuvas durante os meses de Outono e Inverno.

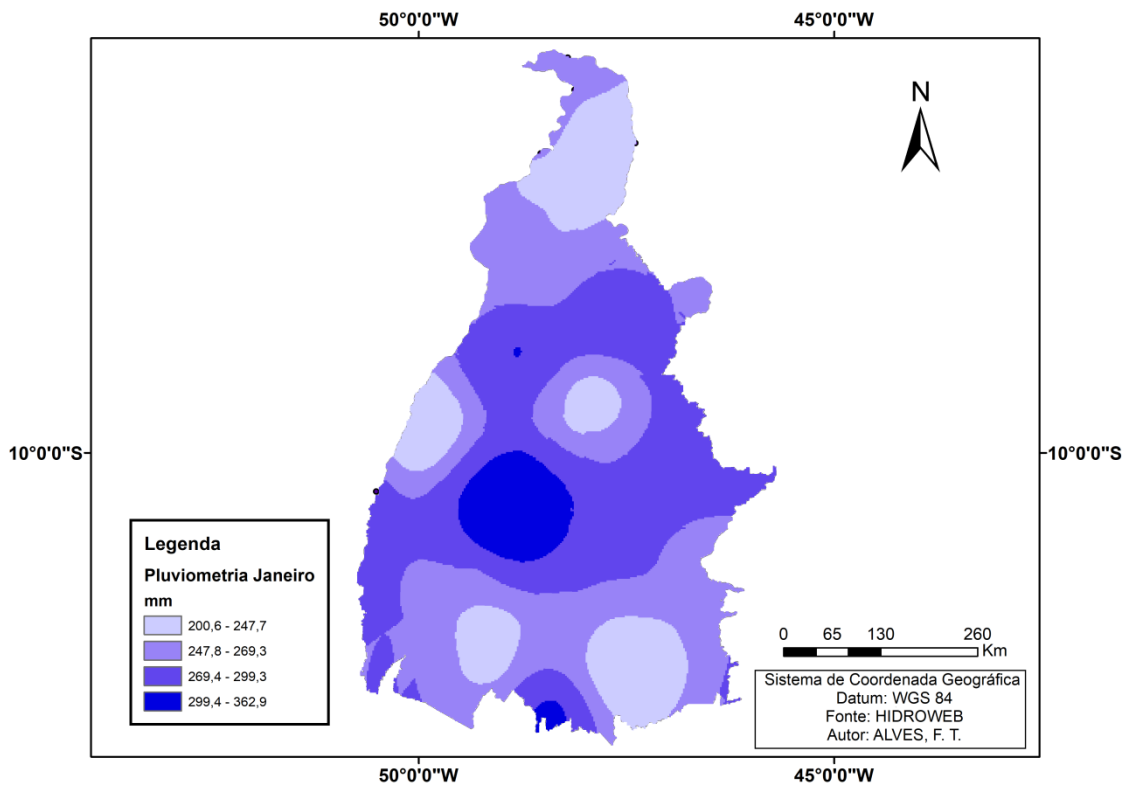
Na figura 4 é possível observar que localizado na estação chuvosa, que Janeiro foi o mês mais chuvoso da nossa série histórica, com concentração espacial das chuvas na região central do estado em questão. Fazendo uma comparação entre os meses de Janeiro e Fevereiro (Figura 5) podemos observar além de uma diferença de aproximadamente 100 mm na máxima de pluviosidade do mês, ocorre também uma mudança na distribuição espacial das chuvas, em que no mês de fevereiro a maior concentração se encontra também no centro do estado, mas migra a máxima para a região norte do estado do Tocantins.

Nos meses de Março e Abril (Figuras 6 e 7) é marcada a transição da estação chuvosa para a denominada estação seca. Mesmo diante dessa informação durante a nossa série histórica nos deparamos com os dados de que foram dois meses que apresentaram um regime de chuva alto, em que março tem uma pluviosidade mais elevada que fevereiro que é um mês que ainda se encontra na dita estação chuvosa. Já o mês de Abril (Figura 7) nota-se uma

diminuição da pluviosidade em relação ao mês anterior, quanto a sua distribuição espacial é notável uma diminuição dos dados pluviométricos no Sul do estado.

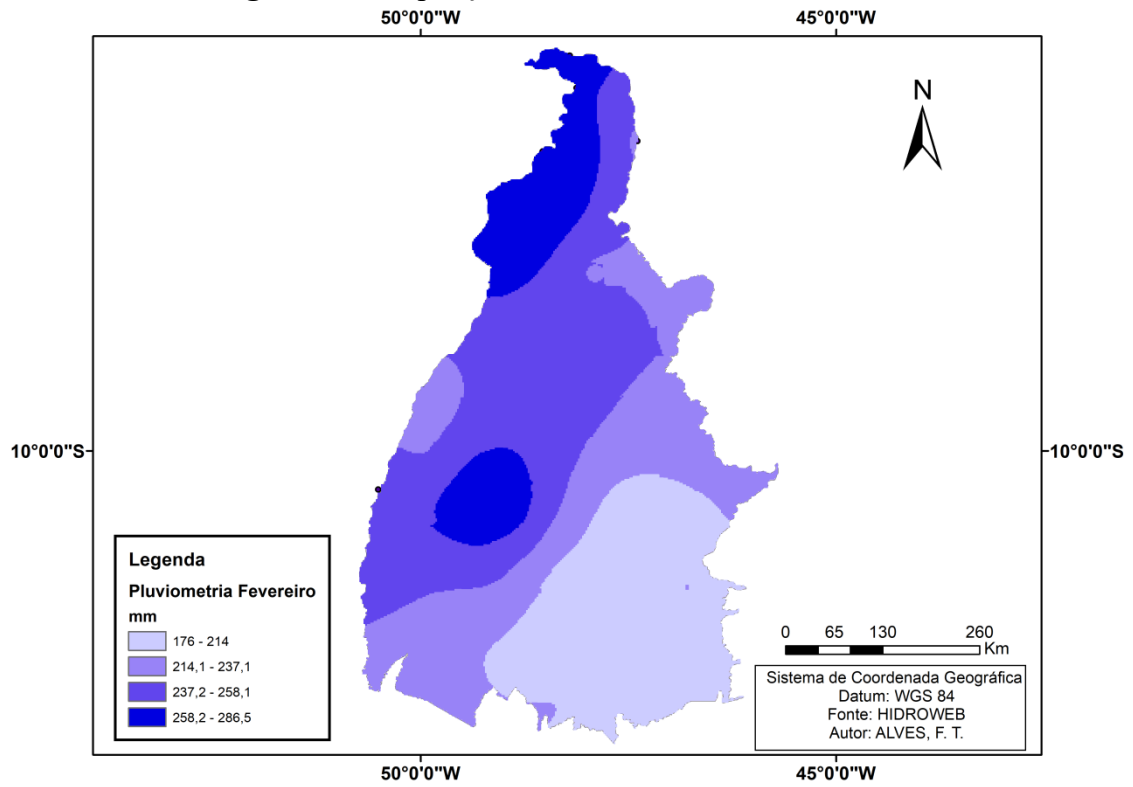
O mês de Maio (Figura 8) apresenta uma queda brusca na precipitação em relação ao seu mês anterior, marcando assim o fim da estação chuvosa e dando início a estação seca que se instala com o fim do verão e o início do outono, tendo seu auge durante o inverno. É possível analisar através das figuras como durante o período do inverno a precipitação decaiu bruscamente o que é típico destas regiões de clima Tropical sazonal (Aw) em que as duas estações (chuvosa e seca) são bem demarcadas quando analisamos a pluviosidade. No mês de Maio ainda no outono a precipitação máxima foi de 110 mm já no mês de Junho (Figura 9) a máxima foi de 27 mm.

**Figura 4:** Precipitação em Janeiro no estado do Tocantins.



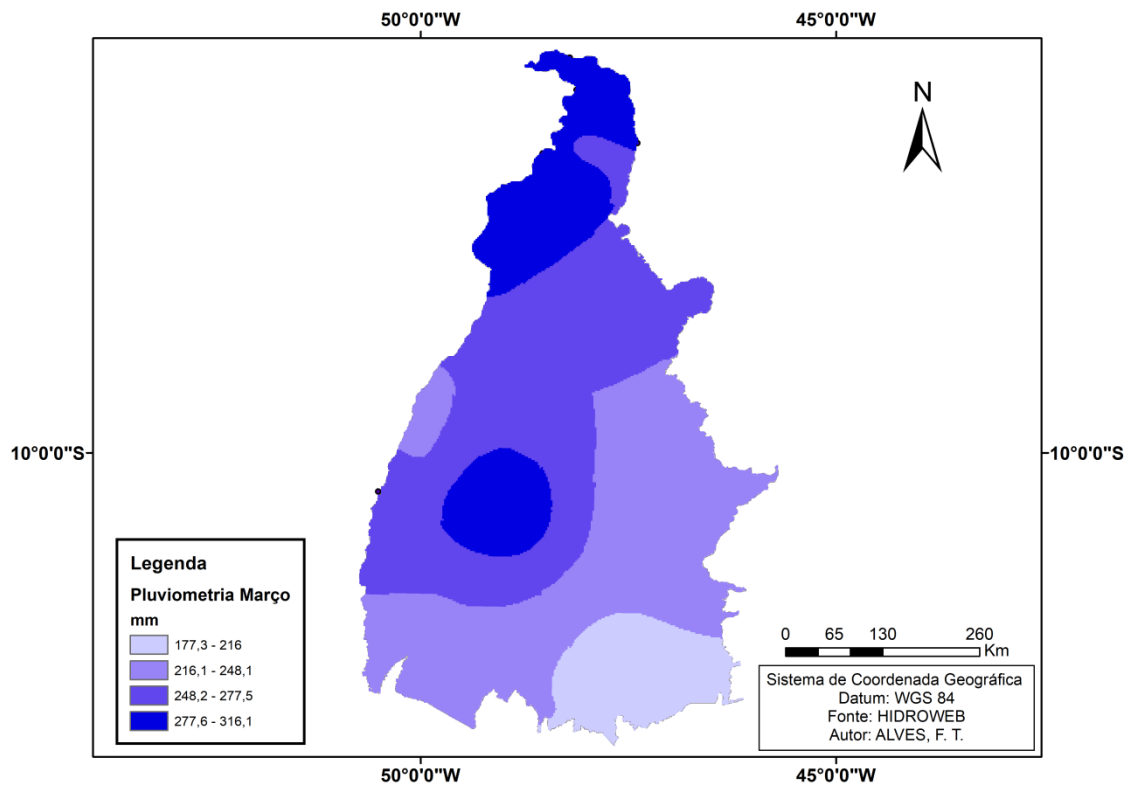
Fonte: ANA (2018). Elaboração: Alves (2018).

**Figura 5:** Precipitação em Fevereiro no estado do Tocantins.



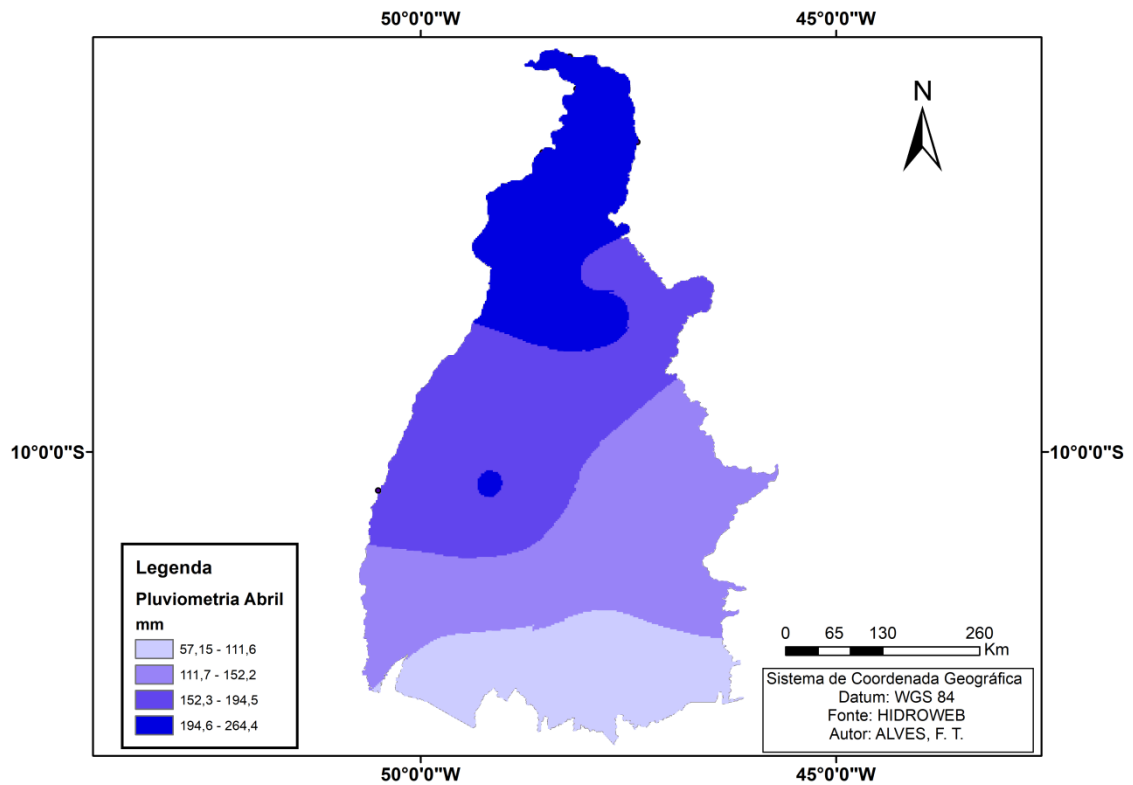
Fonte: ANA (2018). Elaboração: Alves (2018).

**Figura 6:** Precipitação em Março no estado do Tocantins.



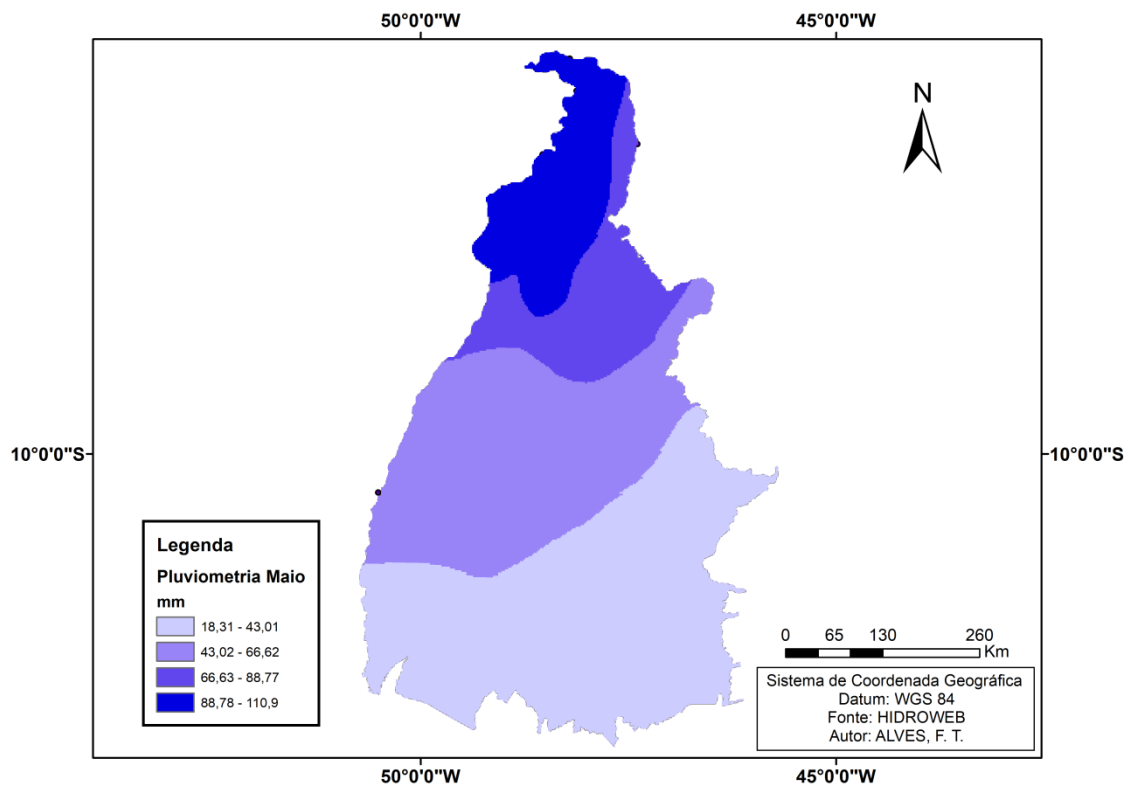
Fonte: ANA (2018). Elaboração: Alves (2018).

**Figura 7:** Precipitação em Abril no estado do Tocantins.



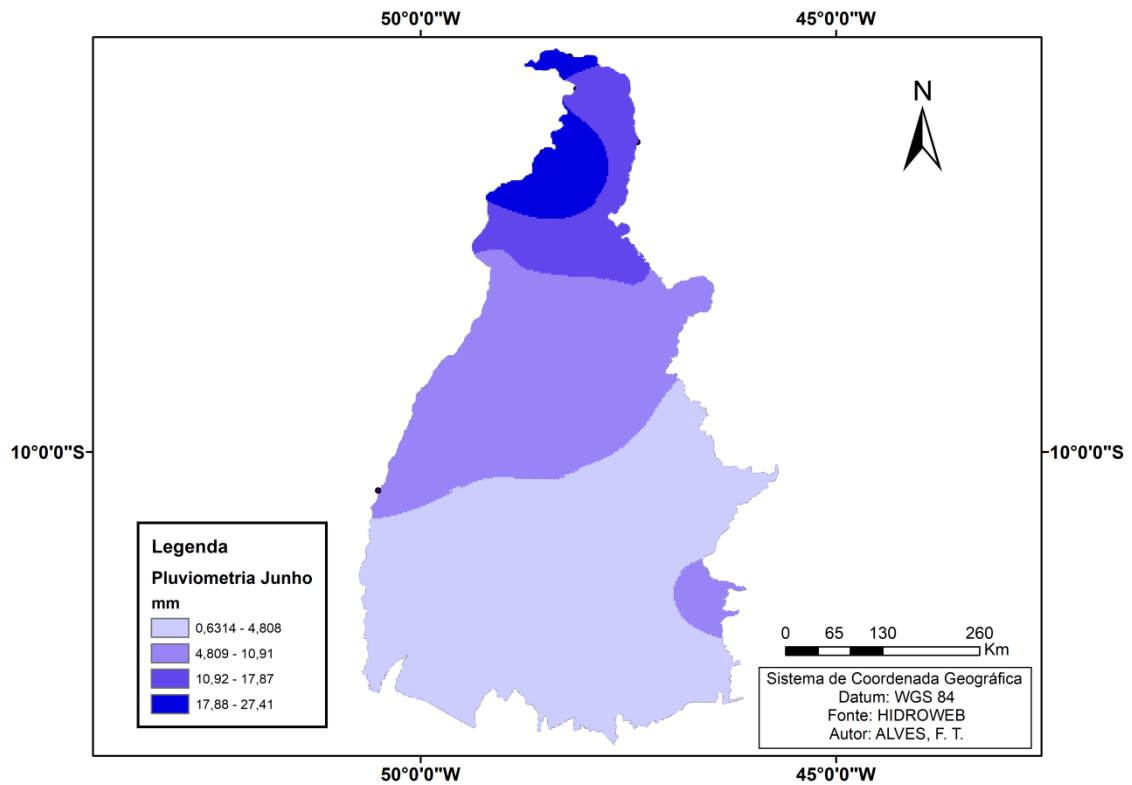
Fonte: ANA (2018). Elaboração: Alves (2018).

**Figura 8:** Precipitação em Maio no estado do Tocantins.



Fonte: ANA (2018). Elaboração: Alves (2018).

**Figura 9:** Precipitação em Junho no estado do Tocantins.



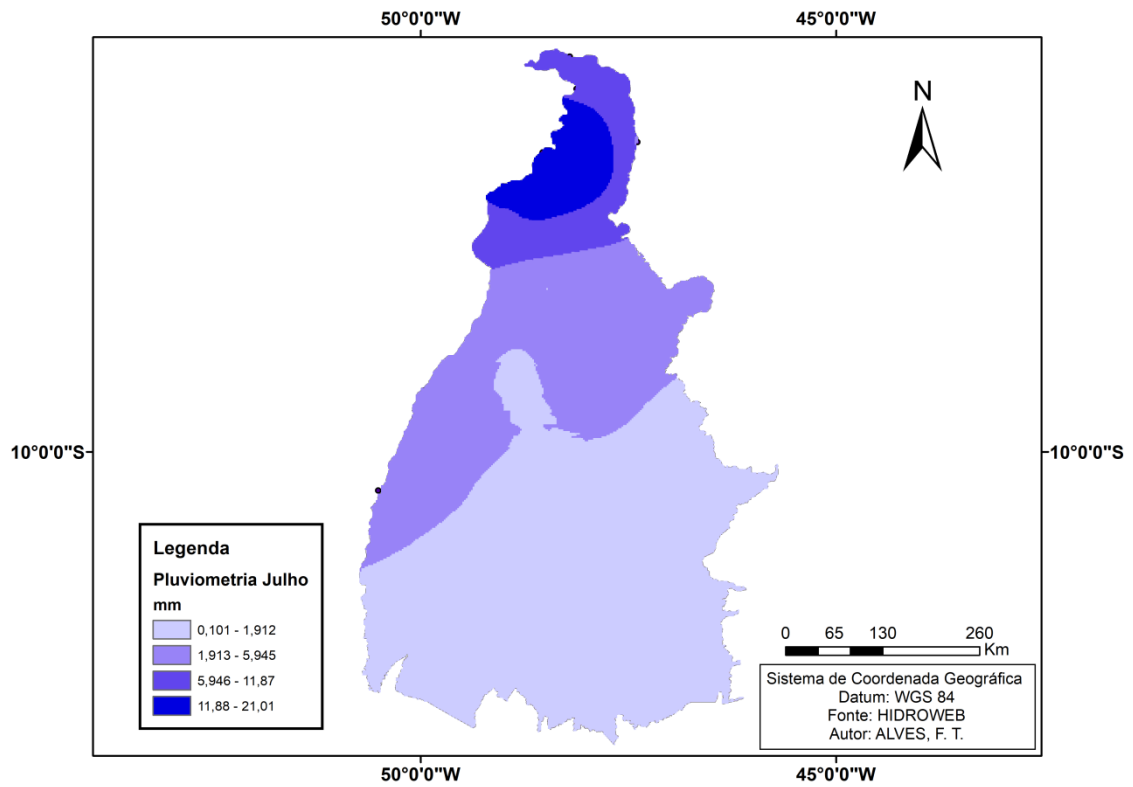
Fonte: ANA (2018). Elaboração: Alves (2018).

Nos meses que marcam a estação do inverno podemos observar a diminuição significativa da precipitação nos meses que a compõem. Nos meses de Julho (Figura 10), Agosto (Figura 11) e Setembro (Figura 12) têm juntamente com o mês de Junho as menores precipitações da série histórica, isso devido ao caráter do clima predominante na região que têm por característica um inverno de temperaturas amenas e baixa precipitação ou podendo ser chamado de inverno seco.

É possível também observar a concentração da precipitação na porção norte do estado do Tocantins em que a precipitação na parte Sul e Centro que é predominantemente Cerrado tende a diminuir, como a parte Norte do estado é coberta em sua maioria pelo bioma da Floresta Amazônica pode vir a ser um fator para que as máximas nessa porção do território sejam mais comuns.

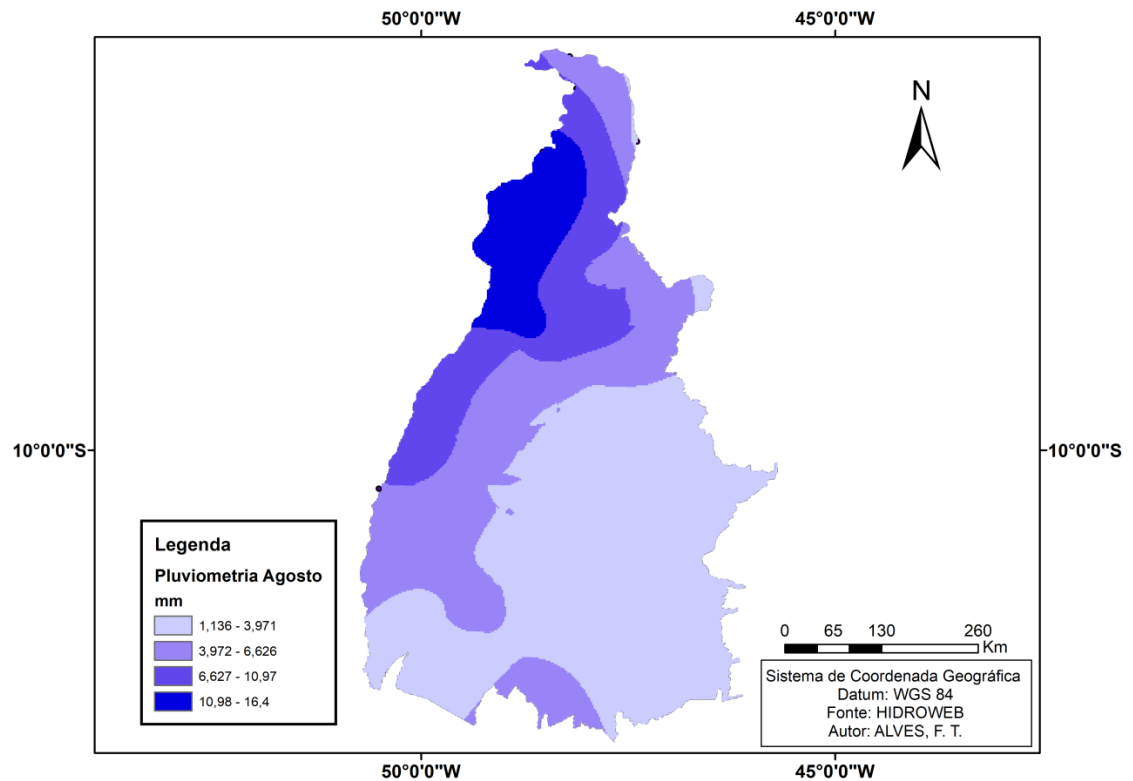


**Figura 10:** Precipitação em Julho no estado do Tocantins.



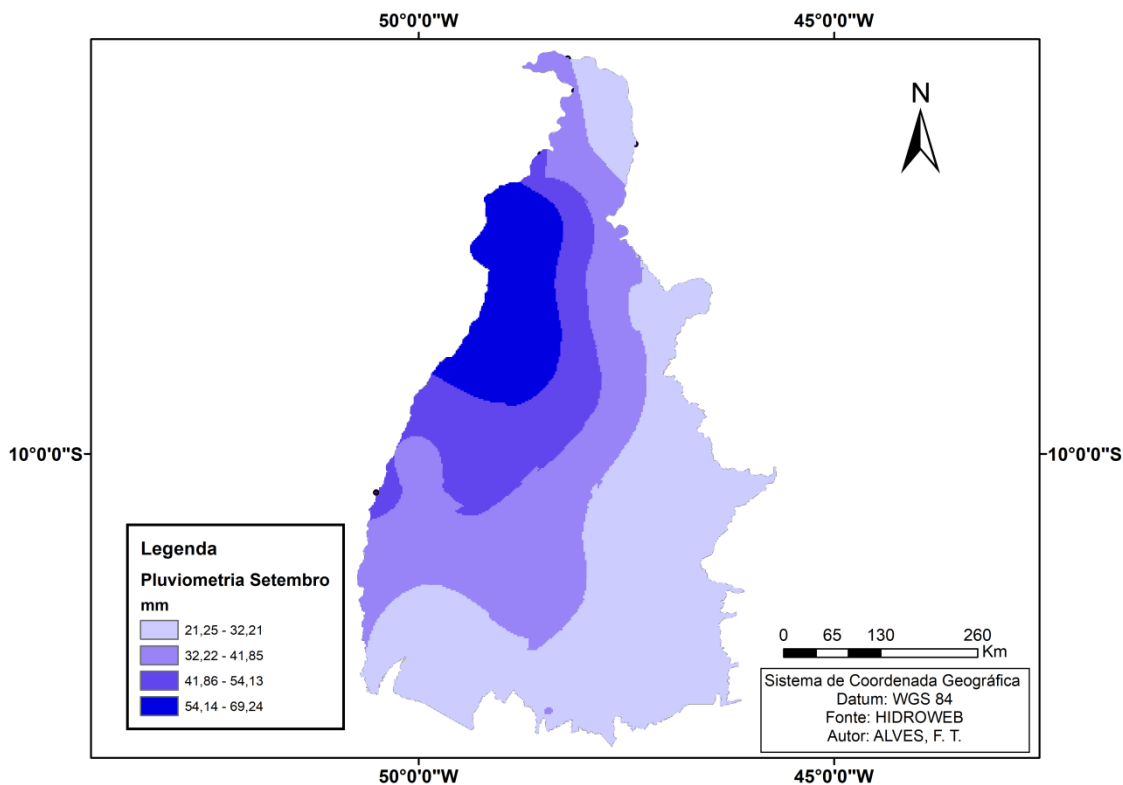
Fonte: ANA (2018). Elaboração: Alves (2018).

**Figura 11:** Precipitação em Agosto no estado do Tocantins.



Fonte: ANA (2018). Elaboração: Alves (2018).

**Figura 12:** Precipitação em Setembro no estado do Tocantins.



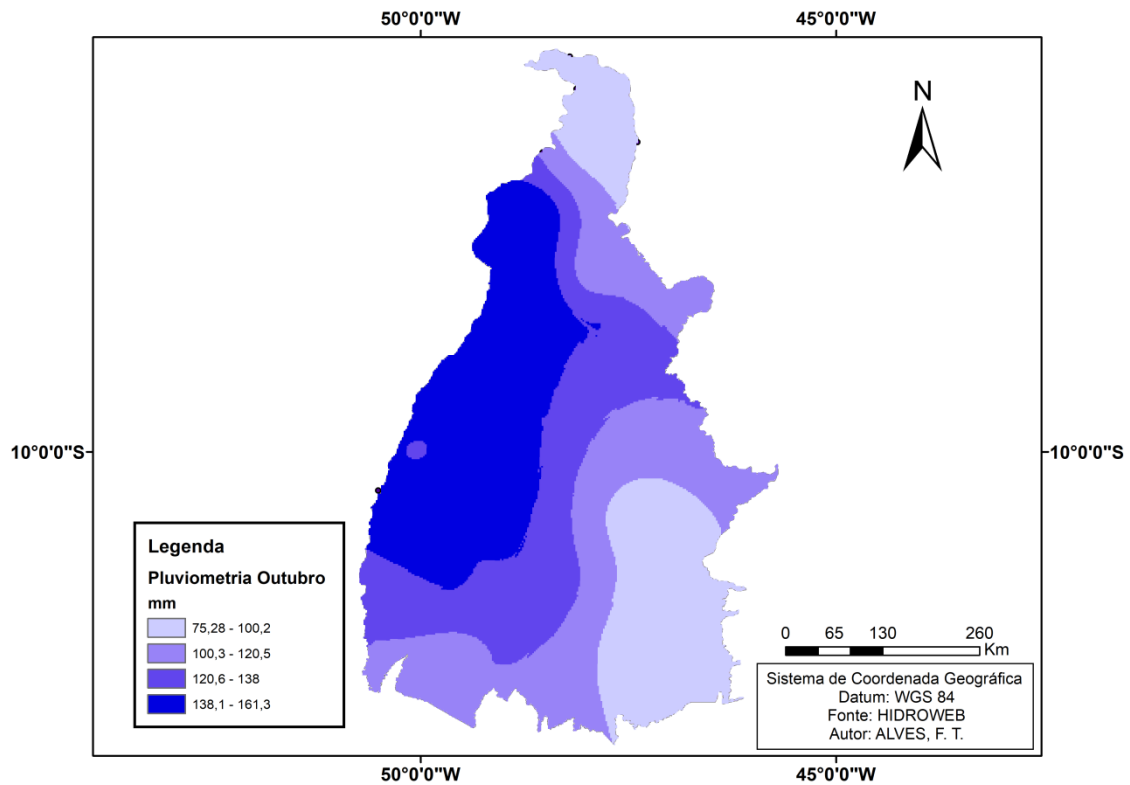
Fonte: ANA (2018). Elaboração: Alves (2018).

Nos meses que marcam a primavera e a entrada do verão nota-se o aumento da precipitação a partir do mês de Outubro sendo demonstrado na Figura 13.

Nos meses de Outubro e Novembro (Figura 13 e 14) pode-se perceber uma concentração das máximas chuvosas na parte Oeste do estado do Tocantins, e ainda é possível apontar um aumento de 100 mm na média máxima de pluviosidade no mês de Novembro (Figura 14) em relação ao mês anterior.

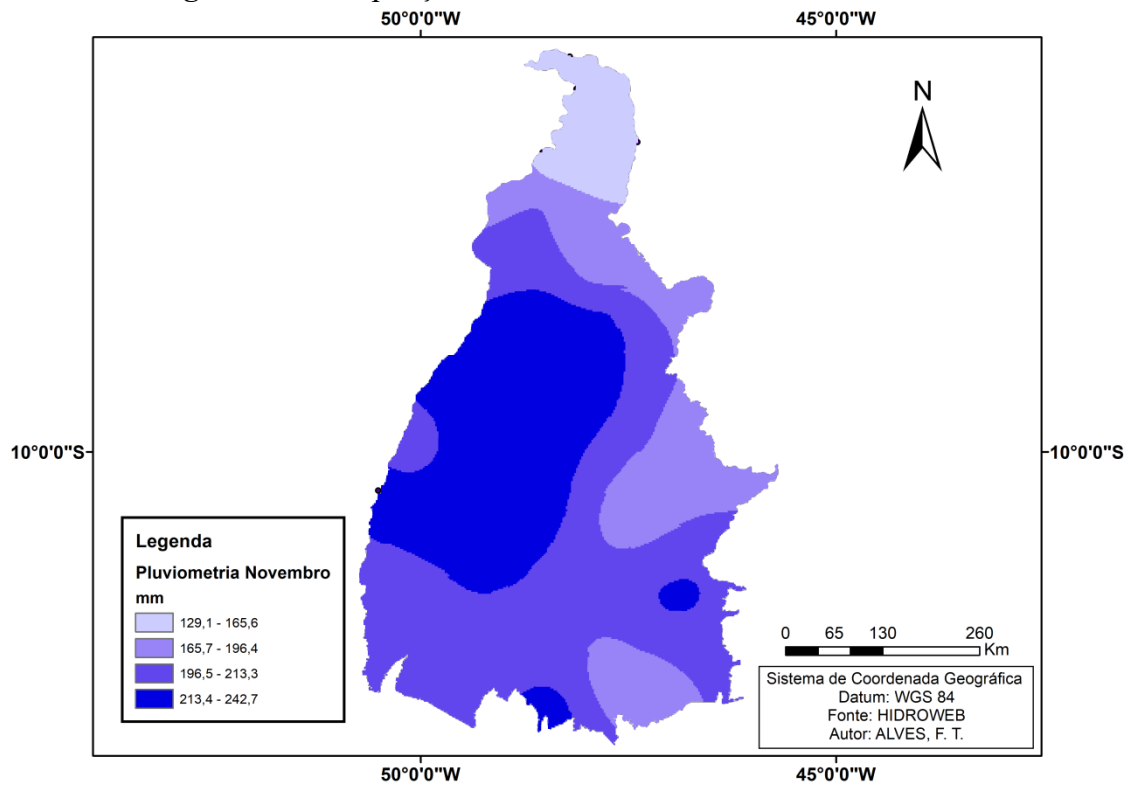
No mês de Dezembro (Figura 15) as chuvas são bem distribuídas, com a máxima localizada na porção sudoeste do estado, o regime de chuvas nesse mês chega a 315 mm, uma média alta caracterizando-o como um dos meses mais chuvosos da nossa série histórica. Um ponto notável das Figuras 13, 14 e 15 é que elas nos mostram uma migração da concentração da pluviosidade quando entra a estação chuvosa em que as máximas não se localizam mais ao norte do Tocantins e começam a se espalhar pelo seu território chegando ao sudoeste do estado no mês de Dezembro, diferentemente da estação seca.

**Figura 13:** Precipitação em Outubro no estado do Tocantins.



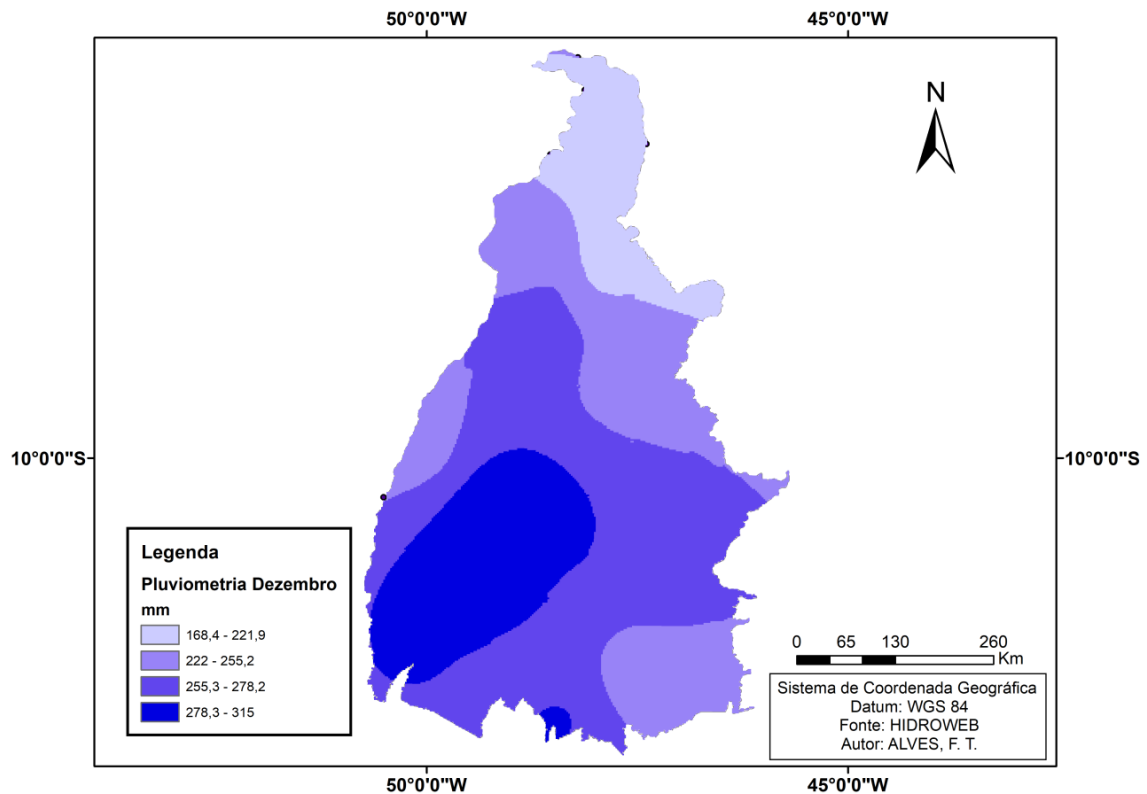
Fonte: ANA (2018). Elaboração: Alves (2018).

**Figura 14:** Precipitação em Novembro no estado do Tocantins.



Fonte: ANA (2018). Elaboração: Alves (2018).

**Figura 15:** Precipitação em Dezembro no estado do Tocantins.



Fonte: ANA (2018). Elaboração: Alves (2018).

É possível observar relacionando os mapas de precipitação que a região mais a Sudeste e Sul foram as regiões com a menor precipitação média, estas áreas estão onde se encontra o relevo mais acidentado do estado do Tocantins, podendo ser observado no mapa da Figura 1 elevações de até 1200 metros, diferentemente da parte mais a Oeste onde se concentraram as precipitações, em que o relevo é menos acidentado.

### 3.2. Análise do Índice de anomalia de chuva – IAC

Ao analisar os dados das 56 estações pluviométricas distribuídas no estado do Tocantins em uma série histórica de 31 anos chegou-se à seguinte situação quanto ao Índice de Anomalia de Chuva:

O mês de Janeiro (Figura 16) apresentou dois anos extremamente chuvosos, os anos de 1985 e 2004, este mês não apresentou nenhum ano sem anomalia, porém apresentou 3 anos muito chuvosos, 9 chuvosos, 11 anos secos e 5 anos muito secos. Este mês se mostrou bem dividido quanto às anomalias, apresentando mais da metade (17) dos anos da série histórica

com os dados demonstrando anomalia negativa, ou seja, anos secos e o restante da série foi voltada para anomalias positivas.

O mês de fevereiro (Figura 17) diferentemente do mês anterior não apresentou anos caracterizados como extremamente chuvoso durante a série histórica, porém em contrapartida o ano de 2004 foi segundo a tabela de IAC (Quadro 1) considerado muito chuvoso e o ano de 2016 muito seco, já para os outros anos da série foram constatados também 16 anos chuvosos e 13 anos secos.

Para o mês de Março (Figura 18) foram encontrados 3 anos muito chuvosos e 3 muito secos. Neste mês o ano de 2004 foi um ano sem anomalia, entre os outros foram destacados 14 anos chuvosos e 12 anos secos. Temos para este mês novamente o que encontramos anteriormente em que há pouca diferença entre os anos que apresentaram anomalias negativas e os de anomalia positiva, mas ao contrário de Janeiro este apresentou a maior parte de seus anos com anomalia positiva.

Abril (Figura 19) apresentou em 2006 um ano extremamente chuvoso com IAC acima de 4 sendo o nível de pluviosidade do índice, porém só outros 3 anos atingiram o ponto de muito chuvosos, sendo 5 a quantidade de anos muito secos apresentados durante toda a série histórica. Portanto podemos observar que este mês apresentou poucas anomalias positivas consideráveis e ao olhar a figura nota-se que Abril apresentou mais anos com anomalias negativas que positivas durante a série histórica.

Para o mês de Maio (Figura 20) temos o ano de 2009 com índice de anomalia extremamente chuvoso, seguido de 7 anos chuvosos e 1 ano muito chuvoso. Quanto às anomalias negativas temos dois anos muito secos e 17 anos secos. O mês de Junho (Figura 21) apresentou assim como Maio um ano extremamente chuvoso, 5 anos foram muito chuvosos e apenas um caracterizado como chuvoso, os anos que apresentaram anomalia negativa foram todos enquadrados como anos secos.

No mês de Julho (Figura 22) ocorreu a maior anomalia presente na série histórica, apresentando no ano de 1989 um impressionante número de 9 no IAC sendo acompanhado de 1990 com 7,4 sendo assim os dois anos extremamente chuvosos para este mês, foram encontrados também dois anos muito chuvosos. Apesar de possuir essas anomalias positivas com números tão expressivos no mês de Julho ocorreu apenas 8 anos com anomalia positiva

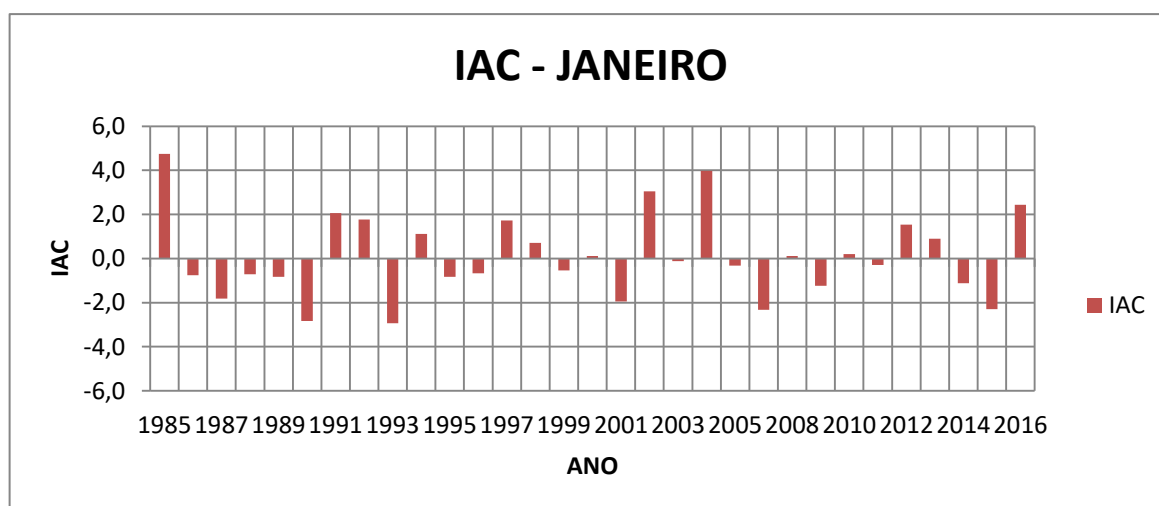
sendo todo o restante da série histórica anos com anomalias negativas caracterizados como anos secos.

No mês de Agosto (Figura 23) temos dois anos extremamente chuvosos com a maior anomalia sendo encontrada no ano de 2003, neste mês a predominância foi de anos com anomalias negativas, o nível de pluviosidade registrada nestes anos demarca-os como secos.

Pra o mês de Setembro (Figura 24) não temos nenhum ano extremamente chuvoso, mas foi registrado 3 anos muito chuvosos, nas anomalias negativas encontrou-se 3 anos muito secos. Este também é um mês que pode ser observado um equilíbrio dentre as anomalias positivas e negativas quando a sua ocorrência, já que poucos mais da metade cerca de 17 anos foram com anomalias positivas e o restante dos anos apresentaram anomalias negativas.

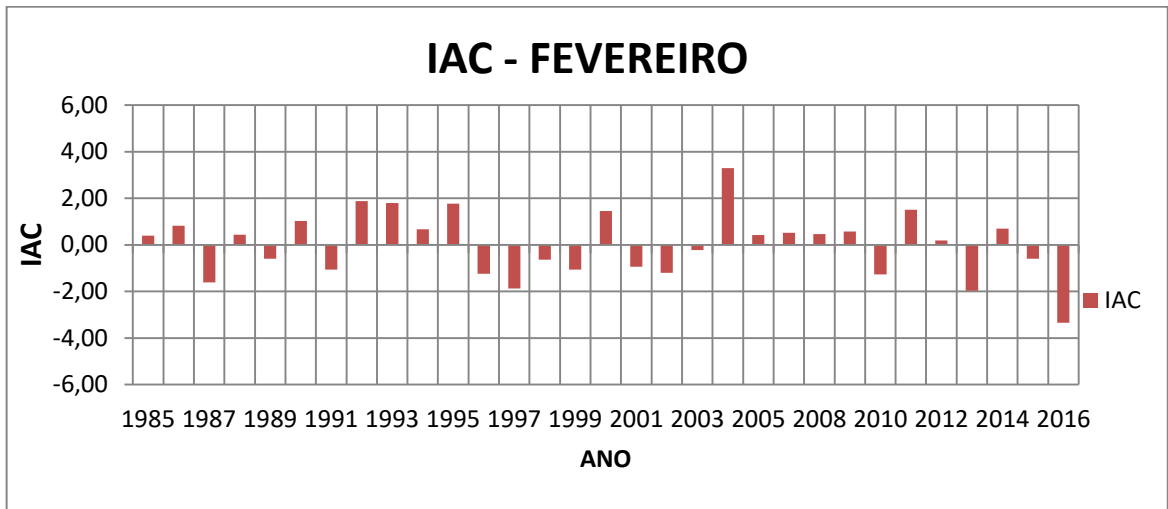
Outubro (Figura 25) foi um mês em que se registrou 3 anos muito chuvosos e 10 anos chuvosos, 3 anos muito secos e foi datado um ano sem anomalia. Para o mês de Novembro (Figura 26) temos apenas 2 anos marcados como muito chuvosos, o número para as anomalias negativas é de apenas 1 ano classificado como muito seco, foi encontrado um ano sem anomalia para este mês durante a série histórica. Em Dezembro (Figura 27) temos um ano extremamente chuvoso e 4 anos muito chuvosos, para as anomalias negativas encontrou-se 3 anos muito secos para os demais anos tem-se 10 anos chuvosos e 12 anos secos.

**Figura 16: IAC de Janeiro no estado do Tocantins.**



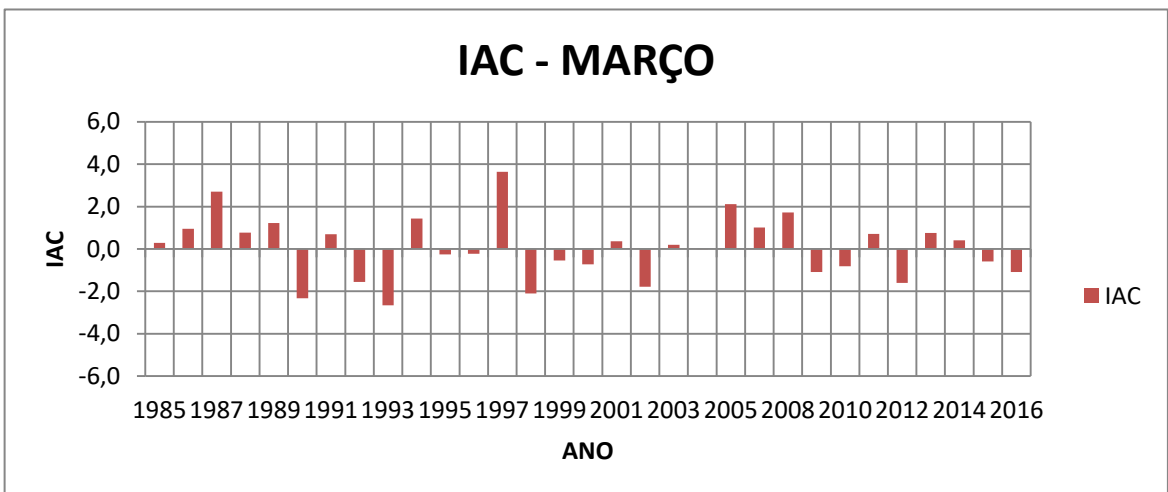
Dados: ANA (2018). Elaboração: Alves (2018).

**Figura 17: IAC de Fevereiro no estado do Tocantins.**



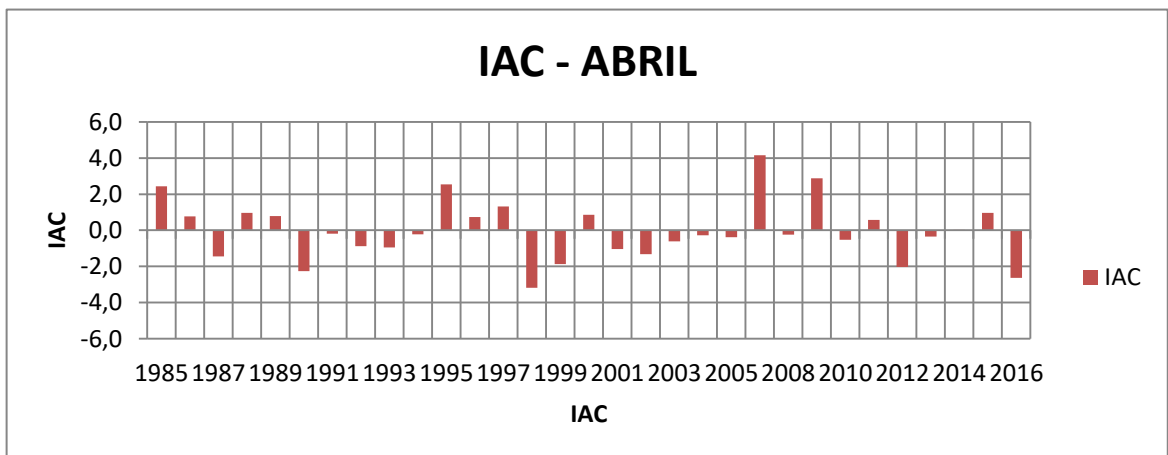
Dados: ANA (2018). Elaboração: Alves (2018).

**Figura 18: IAC de Março no estado do Tocantins.**



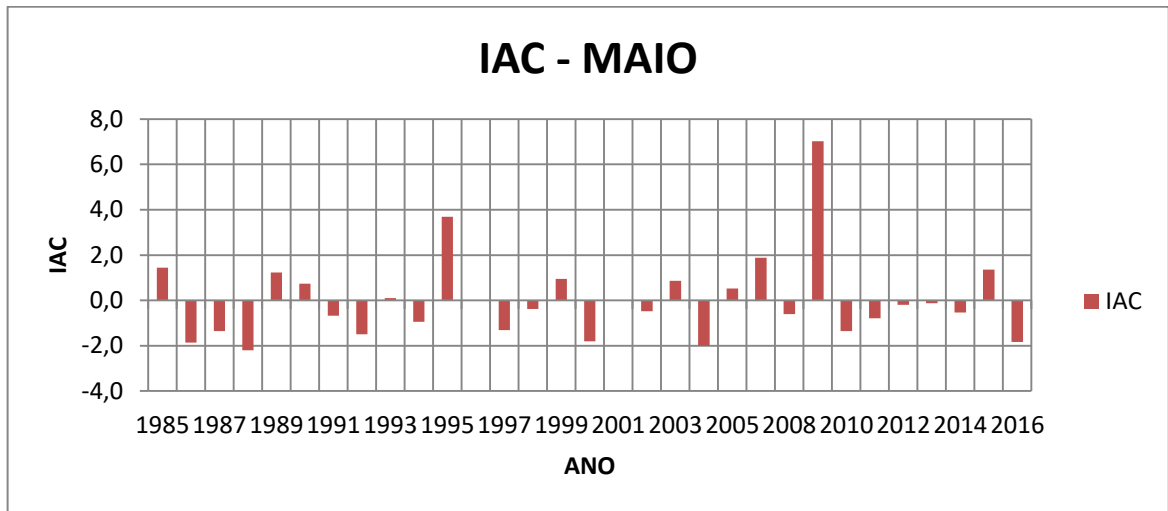
Dados: ANA (2018). Elaboração: Alves (2018).

**Figura 19: IAC de Abril no estado do Tocantins.**



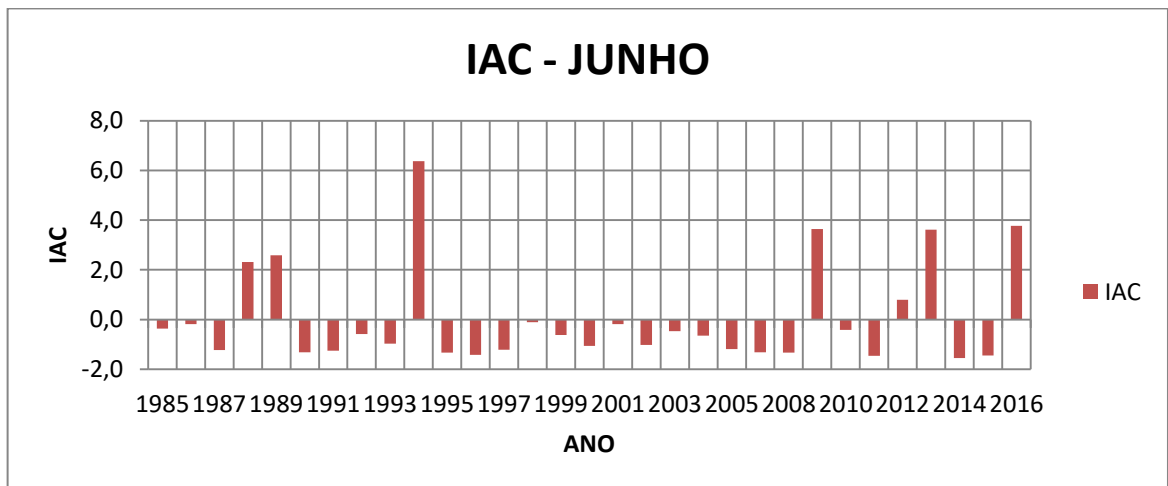
Dados: ANA (2018). Elaboração: Alves (2018).

**Figura 20:** IAC de Maio no estado do Tocantins.



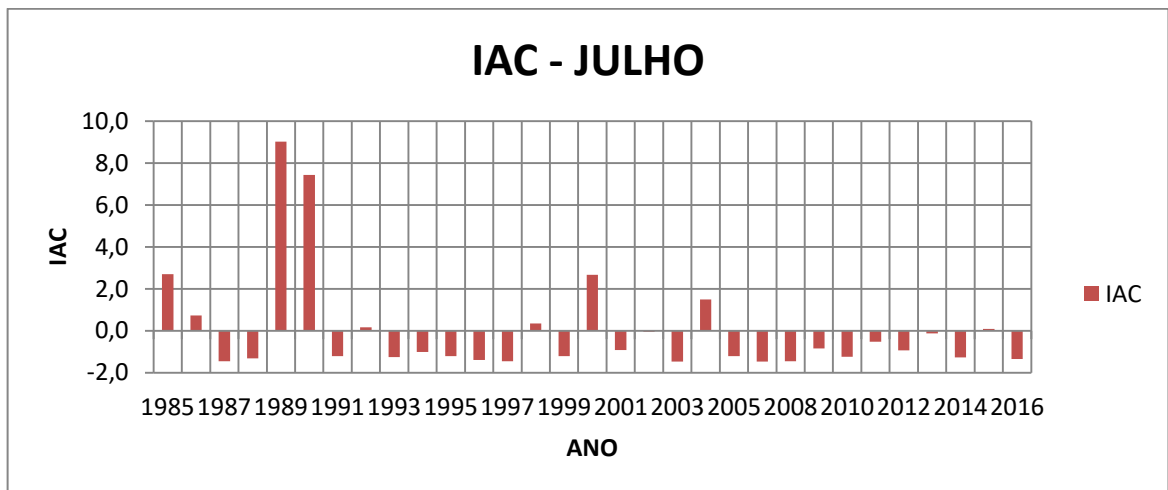
Dados: ANA (2018). Elaboração: Alves (2018).

**Figura 21:** IAC de Junho no estado do Tocantins.



Dados: ANA (2018). Elaboração: Alves (2018).

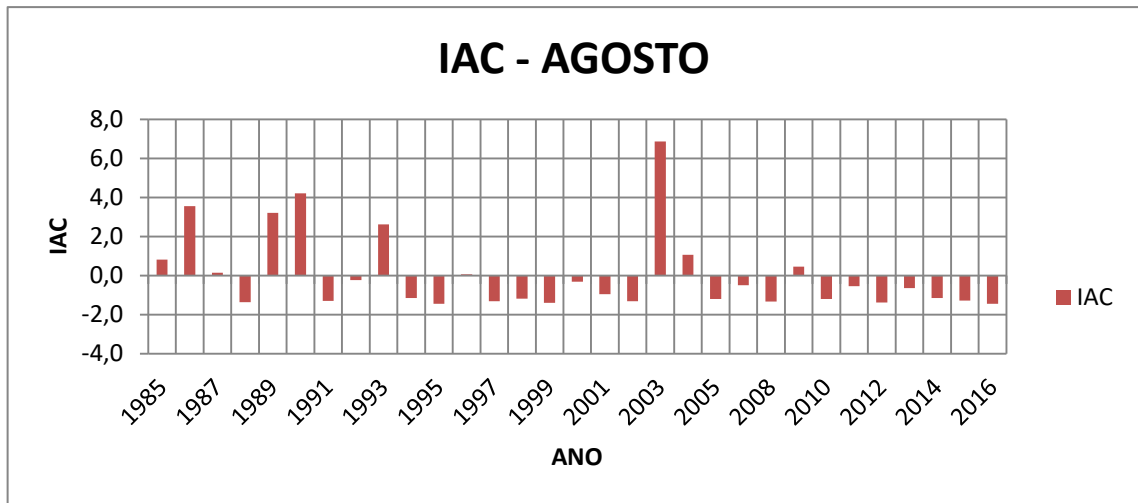
**Figura 22:** IAC de Julho no estado do Tocantins.



Dados: ANA (2018). Elaboração: Alves (2018).

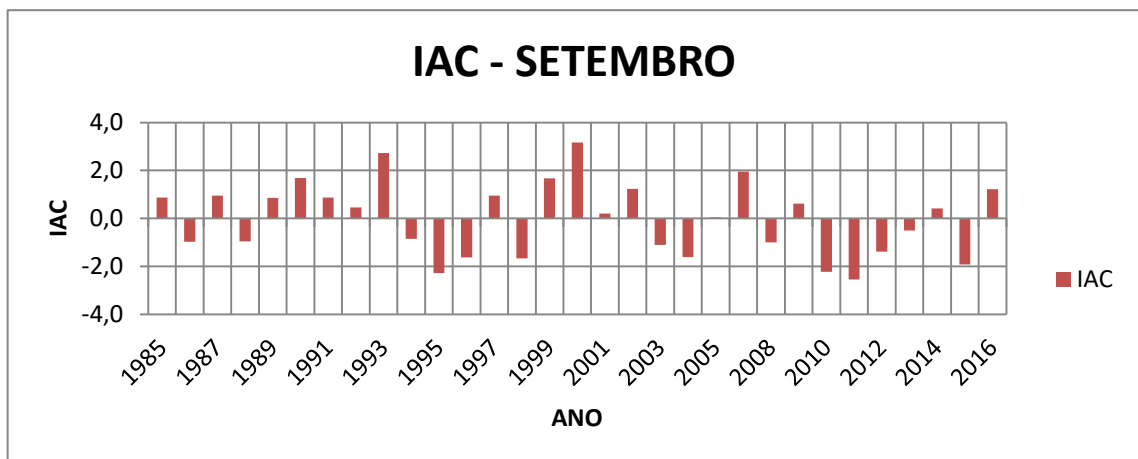


**Figura 23:** IAC de Agosto no estado do Tocantins.



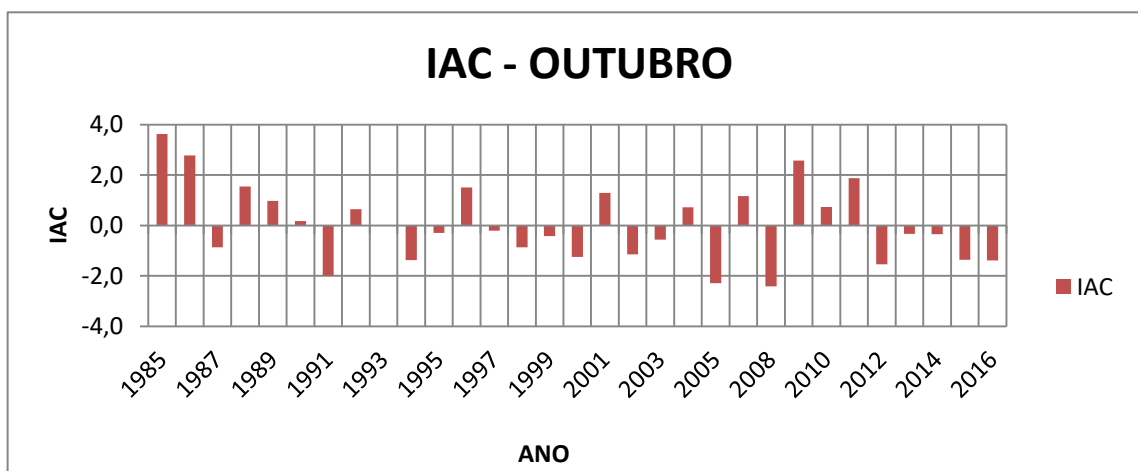
Dados: ANA (2018). Elaboração: Alves (2018).

**Figura 24:** IAC de Setembro no estado do Tocantins.



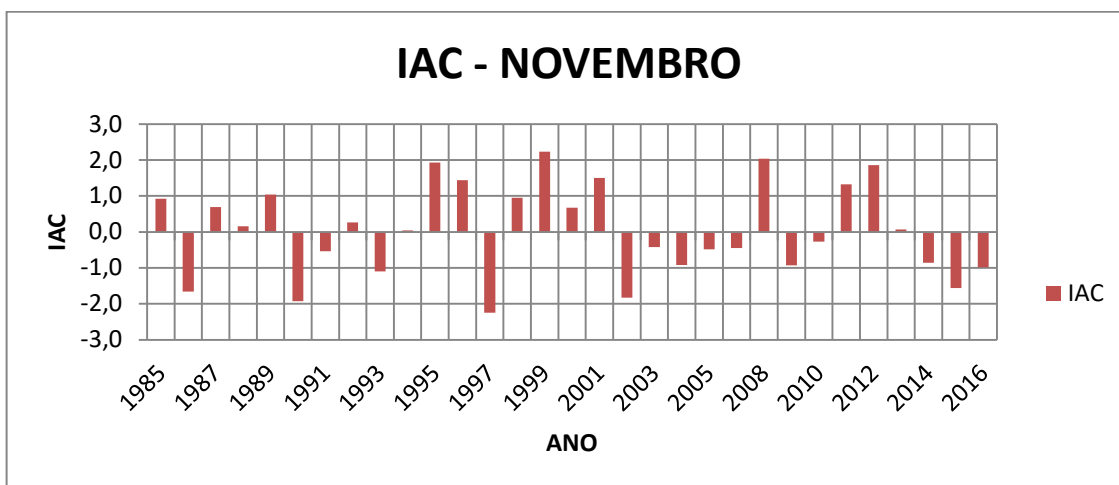
Dados: ANA (2018). Elaboração: Alves (2018).

**Figura 25:** IAC de Outubro no estado do Tocantins.



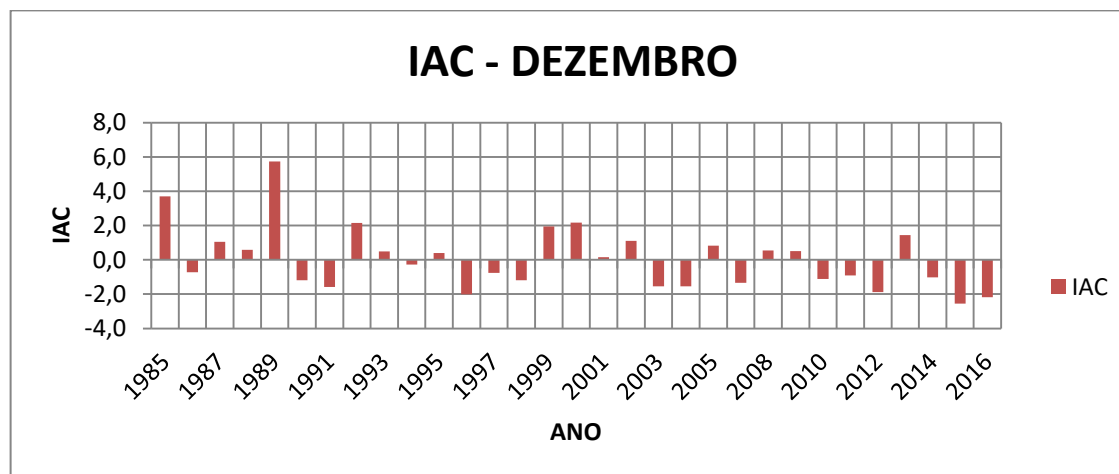
Dados: ANA (2018). Elaboração: Alves (2018).

**Figura 26:** IAC de Novembro no estado do Tocantins.



Dados: ANA (2018). Elaboração: Alves (2018).

**Figura 27:** IAC de Dezembro no estado do Tocantins



Dados: ANA (2018). Elaboração: Alves (2018).

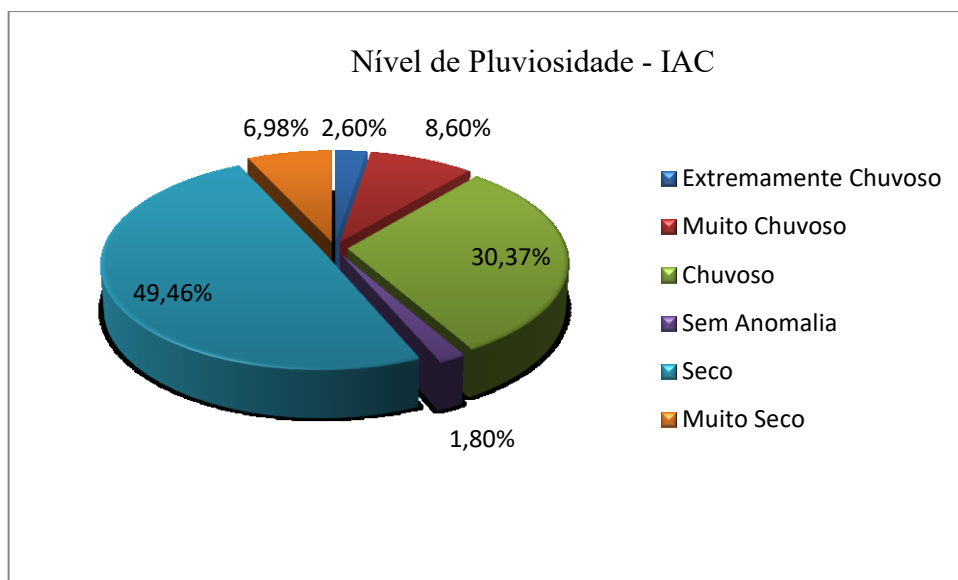
Durante a análise da serie histórica o maior IAC encontrado corresponde a 9,0, representado pelo mês de Julho de 1989. A menor precipitação encontrada para esse mês foi de 0,1 mm e a maior de 21,1 mm, sendo a média da precipitação para esse mês durante o período analisado de 3,8 mm. O menor IAC encontrado para o período analisado foi de -3,35 relativos ao mês de Fevereiro de 2016, os dados de precipitação para o mês de Fevereiro foram de 176 mm para a mínima e 286,5 mm para a máxima, o ano de 2016 mostrou-se durante as análises ser um ano que chovia menos que os demais quando se tratava do mês de Fevereiro, chegando até ser encontrado um valor de 37,7 mm para a estação pluviométrica de Almas em que a média para Fevereiro era de 203,6.

O mês de Junho foi identificado como o mês mais seco do período analisado. Foram encontrados 24 dos 31 anos com IAC negativo, apesar disso as anomalias positivas foram

altas, onde se relatou 7 anos com IAC positivo, sendo 5 deles classificados como muito chuvosos e um como extremamente chuvoso, portanto o mês de Junho nos mostrou que durante a estação seca houve poucas épocas das quais a precipitação ultrapassou a média e muitos anos que choveu menos do que o esperado.

A Figura 28 é um gráfico feito utilizando os dados previamente mostrados na Tabela 1 que foram utilizados na confecção dos outros gráficos.

**Figura 28:** Nível de Pluviosidade segundo o IAC (1985-2016).



Dados: ANA (2018). Elaboração: Alves (2019).

É possível observar através do gráfico a prevalência de meses que apresentaram anos secos durante a série histórica sendo quase metade do período analisado, se somarmos as anomalias negativas estas nos dão cerca de 57% da série histórica, caracterizando o período analisado como predominantemente seco

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta monografia foi estudada a distribuição sazonal das chuvas no estado do Tocantins tanto quanto a sua intensidade através do Índice de Anomalia de Chuva (IAC) proposto por Rooy (1965).

Para o estado do Tocantins constatou-se que durante a estação chuvosa a distribuição da pluviosidade se deu primordialmente no Norte (Fevereiro e Março) e Centro – Oeste (Outubro a Dezembro) do estado. Durante a estação seca notou-se que a concentração na distribuição das chuvas sofreu um deslocamento para o Norte do estado, concentrando as máximas nessa região como é visível nos meses de Abril a Junho.

Foi feita a análise do IAC para 372 meses durante a série histórica de 1985-2016, foram encontrados para esse período 2,6% de meses extremamente chuvosos, 8,6% de meses muito chuvosos, 30,37% de meses chuvosos, 1,8% de meses que não sofreram anomalia, 49,46% de meses secos e 6,9% de meses muito secos. Nota-se que durante a série histórica não se verificou nenhum mês ou ano com IAC extremamente seco.

O mês de Junho apresentou o maior número de anomalias negativas do período analisado, sendo este mês o que possuiu um maior número de chuvas abaixo da média em comparação aos outros meses do ano durante o tempo analisado.

Constando ainda a partir do IAC, encontrou-se o número de 10 meses extremamente chuvosos, 32 meses muito chuvosos, um grande numero de meses chuvosos que totalizaram 113, foram 7 meses sem anomalia, 26 meses muito secos sendo assim um número menor que os meses muito chuvosos, porém em comparação os números para meses secos são de 184 meses com essa característica. De posse dos dados podemos dizer que o IAC constatou que durante a série histórica predominou a presença de meses secos com precipitação abaixo da média.

Este é um trabalho que demonstra o comportamento da distribuição pluviométrica do estado brasileiro do Tocantins e demonstra a tendência de precipitações abaixo da média, relevadas pelo IAC que para série histórica se obteve um maior número de anomalias negativas.

## 5. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA (2014). **Hidroweb** – Sistema de Informações Hidrológicas: Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br>. Acesso em Junho de 2019.

ARAÚJO, Lincoln Eloi; DE MORAES NETO, João Miguel; SOUSA, Francisco de Assis Salviano. Classificação da precipitação anual e da quadra chuvosa da bacia do rio Paraíba utilizando índice de Anomalia de Chuva (IAC). **Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 4, n. 3, p. 93-110, 2009.

AYOADE. J.O. Introdução à climatologia para os trópicos. **Bertrand Brasil**, 2003. Rio de Janeiro.

Cavalcanti, I et. al. **Tempo e Clima no Brasil**. Ed Oficina de Textos, 2009.

CASTRO, Jeanne Michelle Garcia. Pluviosidade e movimentos de massa nas encostas de Ouro Preto. 2006.

COLLICCHIO, E, LOPES, R. B. S., & MARCOLINI, M. DE P. (2019). Análise dos possíveis efeitos das mudanças do clima no cultivo da cana-de-açúcar e do eucalipto no estado do Tocantins. **Journal of Bioenergy and Food Science**, 6(1), 1-17.

Coutinho, L.M. 2000. O bioma Cerrado, Pp. 77-92. In: Klein, A.L. (Org). 2000. **Eugen Warming e o Cerrado brasileiro: um século depois**. Editora UNESP.

DATA, Climate.org. **Clima: Amazônica**. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/americado-sul/bolivia/pando/amazonica-998680/>. Acesso em Agosto de 2019.

DATA, Climate.org. **Clima: Tocantins**. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/location/176027/>. Acesso em Setembro de 2019.

EMBRAPA. Zoneamento Agroecológico do estado do Tocantins. Disponível em: <http://www.zaeto.cnpm.embrapa.br/vege.html>. Acesso em Agosto de 2019.

GRUPO DE TRABALHO DO BIOMA CERRADO, **Programa Nacional de Conservação e Uso Sustentável do Bioma Cerrado**, 2004. Disponível em: <http://cerrado.brasil.cpac.embrapa.br/prog%20cerrado%20sustent.pdf> . Acesso em Julho de 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2010. **Cidades**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>. Acesso em Setembro de 2019.

JAKOB, Alberto Augusto Eichman. A krigagem como método de análise de dados demográficos. **Anais**, p. 1-21, 2016. Disponível em: <http://www.abep.org.br/~abeporgb/publicacoes/index.php/anais/article/viewFile/1179/1143>. Acesso em Novembro de 2019.

LORD, Selborne. **A ética do uso da água doce: um levantamento**. 2001.

MARCUZZO, Francisco Fernando Noronha; MELO, Denise Christina de Rezende; COSTA, Helen de Camargos. Sazonalidade e distribuição espaço-temporal das chuvas no bioma do Cerrado do Estado do Mato Grosso do Sul. 2012.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Amazônia**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/amaz%C3%B4nia>. Acesso em: 13 Ago. 2019.

ROOY, M.P. VAN. A rainfall anomaly index independent of time and space, **Notos**, v.14, p.1-43, 1965.

SILVA, Djane Fonseca da *et al.* Análise de aspectos climatológicos, agroecônômicos, ambientais e de seus efeitos sobre a Bacia Hidrográfica do Rio Mundaú (AL e PE). 2009

SILVA, L. A. G. C. Biomas presentes no estado do Tocantins. **Consultoria Legislativa Nota Técnica Câmara dos Deputados, Brasília, DF, Brasil**, p. 2-9, 2007. Disponível em: <http://www.terrabrasilis.org.br/ecotecadigital/images/abook/pdf/1sem2015/Passivo/biomastocantins.pdf>. Acesso em Novembro de 2019.

VELOSO, Henrique Pimenta; RANGEL-FILHO, Antonio Lourenço Rosa; LIMA, Jorge Carlos Alves. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Ibge, 1991.