

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS HUMANAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**CLAUDETE SILVEIRA DAMAS MACHADO**

**INFLUÊNCIA DA VARIABILIDADE CLIMÁTICA REGIONAL NO  
COMPORTAMENTO HIDROLÓGICO DO RIO TELES PIRES**

**CÁCERES, MT  
2020**

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS HUMANAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**CLAUDETE SILVEIRA DAMAS MACHADO**

**INFLUÊNCIA DA VARIABILIDADE CLIMÁTICA REGIONAL NO  
COMPORTAMENTO HIDROLÓGICO DO RIO TELES PIRES**

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Geografia para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Alfredo Zenen Dominguez González

**CÁCERES, MT  
2020**

Walter Clayton de Oliveira CRB 1/2049

M149i MACHADO, Claudete Silveira Damas.

Influência da Variabilidade Climática Regional no Comportamento Hidrológico do Rio Teles Pires / Claudete Silveira Damas Machado – Cáceres, 2020.

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

Trabalho de Conclusão de Curso (Dissertação/Mestrado) – Curso de Pós-graduação *Stricto Sensu* (Mestrado Acadêmico) Geografia, Faculdade de Ciências Humanas, Câmpus de Cáceres, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2020.

Orientador: Dr. Alfredo Zenen Dominguez Gonzalez.

1. Clima. 2. Antropização. 3. Recursos Hídricos. 4. Regime Hidrológico. I. Claudete Silveira Damas Machado. II. Influência da Variabilidade Climática Regional no Comportamento Hidrológico do Rio Teles Pires.

CDU 551.58

**CLAUDETE SILVEIRA DAMAS MACHADO**

**INFLUÊNCIA DA VARIABILIDADE CLIMÁTICA REGIONAL NO COMPORTAMENTO  
HIDROLÓGICO DO RIO TELES PIRES**

Essa dissertação foi julgada e aprovada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Cáceres, 30 de abril de 2020.

**Banca examinadora**

---

Prof. Dr. Alfredo Zenen Dominguez González  
Orientador  
*Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT)*

---

Profa. Dra. Célia Alves de Souza  
Avaliadora Interna  
*Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT)*

---

Prof. Dr. Mozar de Araújo Salvador  
Avaliador Externo  
*Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)*

**CÁCERES – MT  
2020**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por chegar até aqui.

A minha família pela força para continuar, em especial meu esposo Claudiomar Damas Machado e minha filha Andressa Damas Machado.

Aos amigos...

Ao professor Dr. Alfredo Zenen Dominguez González pela dedicação e confiança proporcionada nesta orientação.

A Professora Dra. Leila Nalis Paiva da Silva Andrade pela confiança e incentivo para realização do mestrado.

Aos professores da banca: Dr. Mozar de Araújo Salvador e Dra. Célia Alves de Souza que dedicaram seu precioso tempo para contribuir com a pesquisa.

A todos aqueles que diretamente ou indiretamente me ajudaram.

A CAPES pela bolsa de estudos concedida em boa parte desse estudo (a partir de abril de 2019).

## EPÍGRAFE

Esse mesmo e ambicionado "progresso" tem exigido pesado tributo dos ricos e tranquilos caudais antigos: alguns já se transformaram em grandes vias sépticas, em receptores de desperdícios de uma opulência muitas vezes ilusória e desvairada. As características físicas, químicas e bióticas da quase totalidade desses recursos naturais permanecem ignoradas.

Roberto Milward de Andrade 1977, p. 90.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE QUADROS .....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>x</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xii</b>
<b>CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO II – REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>18</b>
2.1- O espaço geográfico e sua construção em Mato Grosso.....	18
2.2 - A bacia hidrográfica como unidade de gestão do espaço geográfico .....	21
2.3 - Ocupação e uso dos solos nas bacias hidrográficas e impactos associados.....	25
2.4 - Relação clima - disponibilidade hídrica nas bacias hidrográficas.....	28
2.4.1 – Variabilidade climática e regime hidrológico.....	35
<b>CAPÍTULO III- MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>37</b>
3.1- Área de estudo .....	37
3.2- Procedimentos metodológicos .....	37
<b>CAPÍTULO IV – RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>43</b>
4.1- Caracterização geoambiental da bacia hidrográfica do Teles Pires.....	43
4.2- A ocupação e uso atual da área da bacia hidrográfica do Teles Pires.....	54
4.3- Variabilidade climática regional e sua manifestação na bacia hidrográfica do Teles Pires .....	58
4.3.1- Variação espacial e temporal da precipitação no contexto regional.....	80
4.4- Variabilidade climática regional versus comportamento hidrológico .....	85
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>88</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>90</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- BDMEP** - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa
- CFSR** - Climate Forecast System Reanalysis
- CONAMA** - Conselho Nacional do Meio Ambiente
- ELETOBRÁS** - Centrais Elétricas Brasileiras
- GEE** - Gases de Efeito Estufa
- IBGE** - Instituto Brasileiro de Geografia Estatística
- INCRA** - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
- INMET** - Instituto Nacional de Meteorologia
- IPCC** - Intergovernmental Painel on Climate Change
- NCEP** - National Center for Environmental Prediction
- NOAA** - National Oceanic and Atmospheric Administration
- ODAN** - Oscilação Decadal do Atlântico Norte
- ODP** - Oscilação Decadal do Pacífico
- SNGRC** - Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
- TSM** - Temperatura da Superfície do Mar
- ZCAS** - Zona de Convergência do Atlântico Sul
- ZCIT** - Zona de Convergência Intertropical

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Usinas hidrelétricas previstas na bacia do rio Teles Pires .....	28
<b>Quadro 2</b> - Estações fluviométricas utilizadas no estudo .....	42
<b>Quadro 3</b> - Classificação dos solos da bacia hidrográfica do Teles Pires.....	50
<b>Quadro 4</b> - Bacia do Teles Pires - Municípios.....	54
<b>Quadro 5</b> - Intervalos de NDVI, classes de proteção, notas e tipologias de uso da terra e cobertura vegetal empregadas na pesquisa .....	55
<b>Quadro 6</b> - Áreas da bacia do Teles Pires, compreendidas nos intervalos de classe NDVI .....	58
<b>Quadro 7</b> - Relação de estações meteorológicas selecionadas para a análise da variabilidade climática regional .....	59
<b>Quadro 8</b> - Precipitação média histórica mensal e anual (em mm) nas estações do bioma Amazônico .....	60
<b>Quadro 9</b> - Precipitação média histórica mensal e anual (em mm) nas estações do bioma Cerrado.....	67
<b>Quadro 10</b> - Classificação do comportamento pluviométrico nos últimos 30 anos nas estações estudadas do bioma Amazônia .....	81
<b>Quadro 11</b> - Classificação do comportamento pluviométrico nos últimos 30 anos nas estações estudadas do bioma Cerrado (contexto regional).....	82
<b>Quadro 12</b> - Classificação do comportamento pluviométrico nos últimos 30 anos nas estações estudadas do bioma Cerrado (contexto local) .....	83
<b>Quadro 13</b> - Anomalias das precipitações durante eventos El Niño e La Niña de acordo com os registros das estações meteorológicas estudadas.....	84

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1</b> - Extremos de precipitação nas estações do bioma Amazônia .....	62
<b>Tabela 2</b> - Temperatura máxima média histórica mensal e anual nas estações selecionadas do bioma Amazônia durante o período 1988 - 2018 .....	66
<b>Tabela 3</b> - Temperatura mínima média histórica mensal e anual nas estações selecionadas do bioma Amazônia durante o período 1988-2018 .....	66
<b>Tabela 4</b> - Extremos de precipitação nas estações do bioma Cerrado .....	70
<b>Tabela 5</b> - Temperatura máxima média histórica mensal e anual nas estações do bioma Cerrado durante o período 1988 - 2018.....	79
<b>Tabela 6</b> - Temperatura mínima média histórica mensal e anual nas estações do bioma Cerrado durante o período 1988 – 2018.....	80

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Mapa de localização da área de estudo .....	37
<b>Figura 2</b> - Mapa das unidades geomorfológicas da bacia hidrográfica do Teles Pires ...	46
<b>Figura 3</b> - Mapa de solos da bacia hidrográfica do Teles Pires .....	51
<b>Figura 4</b> - Mapa de cobertura vegetal da bacia hidrográfica do Teles Pires .....	53
<b>Figura 5</b> - Mapa de uso da terra e cobertura vegetal da bacia hidrográfica do Teles Pires .....	57
<b>Figura 6</b> - Distribuição espacial das estações meteorológicas selecionadas.....	59
<b>Figura 7</b> - Médias históricas mensais e trimestrais de precipitação .....	60
<b>Figura 8</b> - Precipitação Total e Desvio Padronizado (DPP) da média de chuvas nas estações do bioma Amazônia.....	62
<b>Figura 9</b> - Precipitação igual ou superior a 1mm, 10mm e 20mm.....	64
<b>Figura 10</b> - Comportamento da temperatura máxima durante o período de 1988-2018 .	65
<b>Figura 11</b> - Médias históricas mensais e trimestrais de precipitação do bioma Cerrado	68
<b>Figura 12</b> - Precipitação Total e Desvio Padronizado (DPP) da média de precipitações nas estações de bioma Cerrado .....	71
<b>Figura 13</b> - Precipitação igual ou superior a 1mm, 10mm e 20mm.....	74
<b>Figura 14</b> - Comportamento da temperatura máxima durante o período de 1988-2018 no bioma Cerrado.....	77
<b>Figura 15</b> - Vazão média mensal das estações fluviométricas estudadas, em anos hidrológicos selecionados.....	86

## RESUMO

O presente trabalho objetivou analisar os impactos da variabilidade climática sobre a disponibilidade hídrica na bacia hidrográfica do Teles Pires nos últimos 31 anos. Para a realização da pesquisa foram feitos trabalhos de gabinete, compreendendo cinco etapas: localização da área de estudo, caracterização e cartografia geoambiental, levantamento de dados meteorológicos em estações da bacia e a sua periferia, caracterização e cartografia do processo de ocupação e uso da terra nos anos de 1988, 1998, 2008 e 2018, levantamento de dados das estações fluviométricas da bacia, avaliados nas vazões médias em anos selecionados com base em dois critérios: anos com disponibilidade de dados e anos anteriores à construção das UHEs na área da bacia. Os resultados da caracterização geoambiental da bacia mostram a grande diversidade da estrutura geológica e a litologia, que influenciaram no relevo atual em conjunto com as características dos climas Equatorial e Tropical semiúmido, que promovem a recarga dos aquíferos Dardanelos, Parecis e Fraturado Norte; também possui uma grande variedade de solos e de vegetação, incluindo a transição entre os domínios da Floresta Amazônica e do Cerrado, sendo que estas formações foram quase totalmente eliminadas no processo de colonização. No que se refere à variabilidade climática, observou-se tendência estatisticamente significativa no aumento e diminuição de chuvas em algumas estações, confirmando uma notável variação interanual da precipitação que, de conjunto com as interferências antrópicas na geodiversidade natural da bacia, impactaram no seu comportamento hidrológico, evidenciado no comportamento das vazões.

**Palavras-chave:** Clima; Antropização; Recursos hídricos; Regime hidrológico.

## ABSTRACT

The present work aimed to analyze the impacts of climatic variability on water availability in the Teles Pires watershed in the last 31 years. To carry out the research, office work was carried out, comprising five stages: location of the study area, geoenvironmental characterization and cartography, survey of meteorological data in basin stations and its periphery, characterization and mapping of the land occupation and use process in the years 1988, 1998, 2008 and 2018, survey of data from the river's fluviometric stations in the basin, evaluated in the average flows in selected years based on two criteria: years with data availability and years before the construction of the UHEs in the basin area. The results of the geoenvironmental characterization of the basin show the great diversity of the geological structure and the lithology, which influenced the current relief together with the characteristics of the equatorial and tropical semi-humid climates, which promote the recharge of the Dardanelos, Parecis and Fraturado Norte aquifers; it also has a wide variety of soils and vegetation, including the transition between the domains of the Amazon Forest and the Cerrado, and these formations were almost completely eliminated in the colonization process. With regard to climatic variability, there was a statistically significant tendency in increasing and decreasing rainfall in some seasons, confirming a notable interannual variation in rainfall which, together with the anthropic interference in the basin's natural geodiversity, impacted its hydrological behavior, evidenced in the flow behavior.

**Keywords:** Climate; Anthropization; Water resources; Hydrological regime.

## **CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO**

As mudanças climáticas tem sido definidas como o conjunto de alterações na composição da atmosfera mundial, derivadas direta ou indiretamente das atividades humanas, que se adicionam às alterações originadas “...pela variabilidade climática natural observada ao longo de períodos comparáveis” (BRASIL, 2009).

Essas mudanças do clima advêm do aquecimento global associado ao aumento no teor de Gases de Efeito Estufa (GEE) na atmosfera, o qual está provocando diversas consequências a escala mundial, como o derretimento das geleiras e o aumento do nível do mar (IPCC, 2013); cabe salientar que, entre os anos de 1970 e 2004 essas emissões cresceram 70%, sendo o Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) o principal gás responsável, pois a sua emissão cresceu 80% nesse período (PBMC, 2014).

Desta forma, o ano de 2016 foi o mais quente registrado no mundo (no final desse ano a ONU anunciou que a temperatura do planeta tinha aumentado 1,2<sup>o</sup>C desde a etapa pré-industrial, segundo o BANCO MUNDIAL (2017).

Este fenômeno altera a variabilidade climática natural, definida como “... uma propriedade intrínseca do sistema climático terrestre, responsável por oscilações naturais nos padrões climáticos, observados em nível local, regional e global” (CONFALONIERI, 2003 p. 194). Ou seja, trata-se da variação temporo-espacial dos parâmetros meteorológicos em torno das médias climáticas características de uma região (MIRANDA, 2010).

A variabilidade natural do clima altera o ciclo das precipitações e o regime de vazões dos canais fluviais que integram as bacias hidrográficas, alterando a disponibilidade hídrica e intensificando a degradação que eles apresentam como resultado da erosão e a contaminação com defensivos agrícolas e efluentes urbanos e industriais (SANTOS; GRIEBELER; OLIVEIRA, 2010).

A periodicidade das anomalias vinculadas à variabilidade natural do clima pode ser de caráter sazonal, intrassazonal, interanual e interdecadal (MARENGO et al., 2011). As duas primeiras estão associadas a fatores como latitude, relevo, características da superfície e sistemas produtores do tempo em uma região.

No caso da variabilidade interanual, ela obedece, segundo Marengo (2008) ao evento ENOS-Oscilação do Sul (alternância de El Niño e La Niña), e a interdecadal às mudanças na temperatura da superfície do mar (TSM) nos oceanos Pacífico e Atlântico

(fases mais quentes ou frias que alteram a evaporação desde a superfície oceânica e, como resultado, o comportamento dos ventos que transportam umidade para o continente).

A variabilidade interanual também é influenciada pelo Jato de Baixos Níveis (JBN), um “rio voador” de “...dimensões Amazônicas [que] atravessa os céus do Brasil” (ZORZETTO, 2009, p. 62).

Segundo Zorzetto (2009), o JBN se forma quando parte do vapor d’água vindo do oceano é transportado pelos ventos alísios de leste para oeste e, ao passar sobre a floresta amazônica, recebe a água advinda do processo de evapotranspiração, continuando o seu percurso para oeste até encontrar a Cordilheira dos Andes que o faz desviar para sul, levando a sua umidade para estados como Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e outros.

O Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC, 2014) descreve cenários de variabilidade climática que apontam para a diminuição das precipitações no nordeste e leste da Amazônia, com um aumento de dias secos, o que acarretará um grave estresse hídrico na região Nordeste (tradicionalmente afetada por este fenômeno).

Diversos estudos têm sido realizados sobre variabilidade e mudanças climáticas no Brasil em geral e a Amazônia em particular. Por exemplo, Fisch; Marengo e Nobre (1998) realizaram uma revisão geral sobre o clima da Amazônia; Marengo (2006) em “mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade” fez a caracterização do clima atual e define as alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI; Costa; Coe e Guyot (2009) estudaram os efeitos de variabilidade climática e o desmatamento no regime das águas superficiais; Santos (2011) realizou estudo da variabilidade e mudanças climáticas na região de Manaus; Sousa et al. (2015) analisaram a variabilidade espaço-temporal da precipitação na Amazônia durante eventos ENOS; Marengo e Souza Júnior (2018) abordaram os cenários e impactos das mudanças climáticas para a Amazônia; e Coutinho et al. (2018) analisaram a variabilidade climática na bacia amazônica brasileira entre 1982 e 2012.

Tais estudos refletem a preocupação com a interferência humana na variabilidade natural do clima, especialmente a alteração climática relacionada com o aquecimento global experimentado ao longo dos últimos dois séculos, o qual deverá provocar mudanças nos padrões de precipitação, afetando a disponibilidade e a distribuição das

vazões de rios, e gerando eventos hidrológicos críticos (ANA, 2010; CONFALONIERI, 2003).

Neste sentido, nos municípios incluídos na bacia hidrográfica do rio Teles Pires tem sido registrada uma maior frequência e intensidade de eventos meteorológicos extremos, como destacado no Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (2013), no qual aparece a ocorrência, entre os anos de 1991 e 2012, de eventos como os seguintes: estiagem e seca em Peixoto de Azevedo (2007); incêndios em Sorriso, Sinop e Guarantã do Norte (1998) e em Alta Floresta (1995 e 1998) e vendavais em Alta Floresta (2011).

Também se reflete nesse Atlas a ocorrência de enxurradas em Alta Floresta (1995, 2000 e 2004); Apicás (1991, 1995, 2002, 2003, 2004 e 2011); Carlinda (2005); Itaúba (2002, 2003, 2004, 2006 e 2007); Matupá (2000, 2006); Nova Guarita (2002); Nova Mutum (1995, 2003); Sorriso (2004, 2007); Peixoto de Azevedo (1995, 2005) e Terra Nova do Norte (2005 e 2006), bem como de inundações em Alta Floresta (1994, 2001 e 2004); Apicás (1994, 2000, 2001, 2006, 2008 e 2012); Carlinda (2001, 2006 e 2007); Colíder (2000 e 2003); Guarantã do Norte (2000); Itaúba (2002, 2003 e 2004); Lucas do Rio Verde (1996, 1997 e 2004) e Matupá (1998, 2001, 2003, 2005 e 2007).

Note-se que os episódios com maior número de ocorrências são as enxurradas e inundações, que afetam com frequência a um grande número de municípios. Isto confirma que os eventos meteorológicos extremos são responsáveis por desastres naturais comuns no Brasil, como as inundações, secas e deslizamentos de encostas (ANA, 2010).

Assim, como destacaram Haddad et al. (2011) se o homem influencia na ocorrência de mudanças climáticas, também sofre os seus impactos. Daí a importância do adequado gerenciamento das bacias hidrográficas a partir de conhecer os efeitos da variabilidade natural do clima na sua disponibilidade hídrica, especialmente em aquelas que contribuem para a vazão do rio Amazonas (como é o caso da bacia do Teles Pires).

Durante as últimas décadas, a área compreendida nesta bacia hidrográfica (onde estão presentes os biomas: Cerrado e Amazônia) tem passado por profundas mudanças das suas condições geoambientais por causa da expansão da agricultura intensiva (centrada na produção de grãos) e da pecuária bovina, processos acompanhados pela criação de novas cidades no contexto de um forte fluxo migratório.

No caso da Amazônia, Marengo et al. (2011), apontam que, mesmo sendo a região do país com melhor grau de preservação dos seus recursos naturais, a expansão da

pecuária e da agricultura está provocando fortes impactos, especialmente pela devastação dos cursos superiores de rios como Tocantins, Xingu e Tapajós (deste último é afluente o rio Teles Pires). Isso poderia levar a impactos irreversíveis se não houver prioridade com a conservação do solo e da água, e ter reflexos negativos nos ecossistemas drenados pelas bacias hidrográficas (MACEDO, 1996).

Para Marengo e Souza Júnior (2018, p. 04) o aquecimento observado na Amazônia entre os anos de 1949 e 2017 tem uma variação de 0,6 a 0,7°C, evidenciando ser o maior aquecimento das últimas décadas (sendo que o ano de 2017 representa o ano mais quente desde meados do século XX), indicando que o “aquecimento global e desmatamento podem afetar o equilíbrio dos ecossistemas e os serviços que eles oferecem”. Dessa forma, alertam que a destruição amazônica pode ter passado do limite que permita sua recuperação e isso pode implicar na falta de água.

Estes autores (MARENGO; SOUZA JÚNIOR, 2018) chamam a atenção sobre alguns cenários projetados pelo IPCC que apontam para um aumento de temperatura média do ar acima de 4°C e uma redução nas precipitações de 40% até o final do século XXI na Amazônia, relacionado com o desmatamento (lembrando que ela é provedora e reguladora de água, além de reserva de carbono em solo, subsolo e biomassa).

Em relação ao Cerrado, Reis et al. (2017) salientam que a grande área convertida em pastagens e agricultura na última década compromete sua resiliência, pois este bioma perdeu 236 mil km<sup>2</sup> entre 2000 e 2015, área maior que aquela perdida pelo bioma Amazônia, onde foi de 208 mil km<sup>2</sup> no mesmo período (REIS et al., 2017).

O plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas no Cerrado (BRASIL, 2010, p. 67) aponta diversas causas do desmatamento: “uso ilegal da vegetação nativa [...]; impunidade dos ilícitos ambientais; existência de áreas subutilizadas, degradadas e abandonadas; baixo reconhecimento do valor dos serviços ambientais” abordando que também é baixo o número de áreas protegidas.

A expansão da fronteira agrícola brasileira nas últimas três décadas ocasionou degradação e esgotamento dos recursos naturais do Cerrado (AMORIN, s.d.). Machado et al. (2004) concluem que a situação do Cerrado é muito preocupante, pois os esforços do Ministério do Meio Ambiente não estão sendo capazes de conter o seu desaparecimento, que poderia acontecer no ano de 2030.

Desta forma, a questão a ser respondida nesta pesquisa é a seguinte: Como tem se comportado a variabilidade climática no Estado de Mato Grosso durante os últimos 30 anos e de que forma esse fenômeno tem afetado o regime hidrológico e, com ele, a disponibilidade hídrica na bacia hidrográfica do rio Teles Pires?

Para responder essas questões o objetivo geral da pesquisa é o seguinte: Analisar os impactos da variabilidade climática regional sobre a disponibilidade hídrica na bacia hidrográfica do rio Teles Pires.

Dele se derivam os seguintes objetivos específicos: (1) Identificar, através da revisão bibliográfica, os fundamentos teóricos e metodológicos que sustentam a investigação; (2) Elaborar a caracterização geoambiental da bacia hidrográfica do Teles Pires; (3) Sistematizar o processo histórico de ocupação e uso da terra na bacia hidrográfica do Teles Pires; (4) Identificar a variabilidade climática a escalas regional e local durante o período de 1988 a 2018, a partir do comportamento das precipitações e as temperaturas; (5) Analisar a influência da variabilidade climática no comportamento hidrológico do rio Teles Pires, a partir da análise das vazões.

A dissertação está estruturada em quatro capítulos. No primeiro deles é apresentado o tema da pesquisa, bem como o problema de investigação, o objetivo geral e os objetivos específicos.

O capítulo II é dedicado a apresentar o quadro teórico referencial, trazendo uma discussão sobre o espaço geográfico e sua construção em Mato Grosso; a bacia hidrográfica como unidade de gestão do espaço geográfico; a ocupação e uso do solo nas bacias hidrográficas e impactos associados; a relação entre clima e disponibilidade hídrica nas bacias hidrográficas, e a relação entre variabilidade climática e regime hidrológico.

No capítulo III se apresenta a área de estudo e são explicitados os procedimentos metodológicos utilizados para a coleta e processamento dos dados.

Finalmente, no capítulo IV são apresentados os principais resultados obtidos na pesquisa sobre a caracterização geoambiental da bacia; o processo de ocupação e uso da terra até a atualidade; a variabilidade climática regional e sua manifestação na bacia hidrográfica do Teles Pires; e a relação entre a variabilidade climática regional e o comportamento hidrológico.

## CAPÍTULO II – REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1- O espaço geográfico e sua construção em Mato Grosso

O espaço tem sido um conceito muito abordado para definir diferentes aspectos das manifestações externas da realidade humana (VELÁZQUEZ; LEVI, 2015), constituindo objeto dos estudos geográficos, porém, com diversas interpretações sobre o seu significado por parte dos teóricos da geografia (POLON, 2016). Também Smith (1988), considera que o significado da categoria *espaço* é ainda vago, tendo em vista essa multiplicidade de interpretações, às vezes contraditórias.

Uma definição geral do termo espaço podemos encontrar em González (2010):

O espaço geográfico é objeto de estudo da Geografia e caracteriza-se pela existência de uma combinação dinâmica, portanto instável, de elementos geográficos diferenciados que atuam dialeticamente uns sobre os outros, tornando-se um conjunto inseparável que evolui em bloco (GONZÁLEZ, 2010, p. 02).

Note-se que, dentre esses "elementos geográficos diferenciados", podem-se incluir tanto aqueles associados à sociedade humana e suas atividades, como os de origem natural que sustentam essas atividades. Assim, no espaço ocorre a interação dos elementos naturais e artificiais, sendo que o homem transforma a natureza primitiva em espaço artificial ou cultural (COELHO, 1992).

Essa é a interpretação sustentada por Santos (1985), para quem o espaço geográfico é o produto da transformação, pela ação humana, do meio natural em um meio técnico-científico-informacional no qual está inserido um conjunto de relações que se materializam em funções e formas, testemunhando processos do passado e do presente.

Similar concepção aparece em Corrêa (1989), quem acrescenta que a organização do espaço reflete o como a população utiliza-o em virtude das técnicas disponíveis e das necessidades humanas. Ou seja, como apontara Santos (1986, p. 01), a essência do espaço é social, não podendo ser formado "...apenas por coisas, objetos geográficos, naturais ou artificiais [...]. O espaço é tudo mais a sociedade: cada fração da natureza abriga uma fração da sociedade atual".

No "espaço habitado", abordado por Santos (1988, p.14), o homem reconhece e se adapta "... às mais diversas altitudes e latitudes, aos climas mais diversos, às condições naturais mais extremas". Paralelamente, "... é preciso considerar o espaço como uma

totalidade socioeconômica concreta formada, historicamente, mediante condições políticas específicas, advindas de ações externas e internas” (SANTOS, 1979, p. 48).

Outro autor que comunga com esta interpretação é Raffestin (1993) quem coloca o espaço com duas faces, a natural e a humanizada, com suas invenções e abstrações:

O espaço tem duas faces: uma é o plano da expressão, constituída por superfícies, distâncias e propriedades, e a outra é o plano do conteúdo, constituído pelas superfícies, pelas distâncias e propriedades reorganizadas, que têm seu significado dado pelos atores sociais. Dessa forma, em estreita relação com o espaço real, há um "espaço abstrato" simbólico, ligado à ação das organizações. É, de certa forma, o espaço relacional "inventado" pelos homens e cuja permanência se inscreve em escalas de tempo diferentes do espaço real "dado" (RAFFESTIN, 1993, p. 48).

Essa noção aparece, também, em Corrêa (1989, p. 11) quando, ao se referir ao espaço urbano, o considera como “fragmentado e articulado, reflexo e condicionante social, um conjunto de símbolos e campo de lutas”. Assim, o espaço urbano é produzido pelos donos dos meios de produção, proprietários fundiários e imobiliários, o estado, e os grupos sociais menos favorecidos. “Deste modo, o espaço é produzido e reproduzido enquanto mercadoria reprodutível” (CARLOS, 2007, p. 27).

Assim, como colocado por Soja (1993), tanto a organização que apresenta como o sentido que o espaço tem para cada um, são produtos da transformação da realidade e da experiência vivida por cada ator social.

Isto porque é a sociedade que compartimenta e estratifica o espaço geográfico (SANTOS, 2008), sendo que a organização que ele apresenta atualmente, mesmo que se diferencie da história passada, estabelece funções de continuidade: o espaço geográfico está conformado pela interação de sistemas de objetos e sistemas de ações, que o levam a uma contínua reestruturação e redefinição em um determinado espaço-tempo, configurando os territórios com suas relações sociais e de produção (SANTOS, 1994).

Em resumo, como apontara Schiavinato (2019, p. 7), os homens organizaram historicamente o espaço geográfico de acordo com as suas necessidades, forças produtivas disponíveis e relações socioeconômicas vigentes em cada momento, as quais determinaram as funções, estruturas e formas desse espaço, “... sendo que com o passar do tempo, novas relações podem demandar do espaço o cumprimento de funções diferentes em formas preexistentes”.

No Mato Grosso, a construção do espaço geográfico contemporâneo se inicia em 1718, quando a bandeira de Pascoal Moreira Cabral Leme descobre ouro no rio Coxipó, fator que ajudou no povoamento da região. No ano de 1719 cria-se o Arraial da Forquilha (atual Cuiabá) nas margens dos rios Peixe, Coxipó e Mutuca; nesse período, a região de Mato Grosso era subordinada a Capitania de São Paulo, da qual desmembrou-se em 1748 quando foi criada a Capitania de Mato Grosso, com Vila Bela da Santíssima Trindade como sua primeira capital (LIRA, 2011).

Durante o período colonial, os principais sistemas produtivos eram a mineração, cana-de-açúcar, erva-mate, poaia, borracha e pecuária (LIRA, 2011).

Para Abutakka (1997) a ocupação deu-se em sete fases: a primeira, a descoberta do ouro pelos bandeirantes; a segunda marcada por núcleos portuários (Cuiabá, Corumbá e Cáceres) com intensa atividade econômica-comercial com destaque para a exportação de poaia e seringa, que geraram movimentos agrícolas; a terceira com a Marcha para o Oeste (1930-1950) a qual teve como principal fator uma política que visava à interiorização da economia e a incorporação da região com as demais; a quarta com a construção de Brasília (final de 1950 a 1960); a quinta com a implantação dos primeiros programas de desenvolvimento (1960-1970); a sexta na pós década de 1970, com a intervenção do Estado Nacional, e a sétima com a efetiva ocupação, quando se consolida a apropriação do espaço agrário que transformou a paisagem do Estado com uma grande variedade de produtos e um leque de impactos socioeconômicos e ambientais.

Salienta-se que até a década de 1960, o estado de Mato Grosso encontrava-se dividido em cinco grandes municípios: Barra do Garças, Chapada dos Guimarães, Rosário Oeste, Diamantino e Aripuanã (PIAIA, 1999) estando sua economia restringida à coleta de látex e à mineração de ouro e diamante em Barra do Garças e Aripuanã.

Na década seguinte se fortaleceram as políticas públicas do Governo Federal voltadas à interiorização do país, visando à ocupação dos “espaços vazios” para diversificar a economia nacional, como apontado por Moreno (1999).

Na realidade, essas políticas levaram a consolidar a apropriação do espaço agrário a partir da atuação de grupos empresariais como Indeco (Integração, Desenvolvimento e Colonização), Colniza, Juruena e Rendanyl; esta última não cumpriu seu acordo com o governo e vendeu um milhão de hectares à empresa Cotriguaçu, que comprou, a preços irrisórios diante do mercado, os dois milhões de hectares de terra que o governo do

estado de Mato Grosso tinha colocado à venda no ano de 1973 através da Companhia de Desenvolvimento de Mato Grosso-CODEMAT (MORENO, 2005).

Essas políticas foram acompanhadas de investimentos em infraestrutura, créditos subsidiados e tecnologias para as atividades agropecuárias, impulsionando a ocupação das terras e a formação de núcleos urbanos ao longo de eixos rodoviários como a rodovia BR-163, construída através do Programa de Integração Nacional (PIN), que permitiu a implantação da agricultura moderna de soja, milho e algodão, de grande importância econômica (ROMANCINI; RODRIGUES, 2007).

Sob o imaginário de que a exuberante floresta da Amazônia se desenvolvia em solo fértil, apto para a agricultura e a pecuária, foram implantados 88 projetos de colonização a partir da década de 1970, os quais abrangeram uma área de 3,25 milhões de hectares, ocupados por cerca de 19.550 famílias de colonos, a maioria da região Sul do país, que venderam suas terras para adquirir áreas maiores em Mato Grosso (MORENO, 2005).

## **2.2 - A bacia hidrográfica como unidade de gestão do espaço geográfico**

Para autores como Christofolletti (1980), Mota (1995), Oliveira (1987) e Guerra e Guerra (2008), uma bacia hidrográfica ou bacia de drenagem é uma depressão do terreno ocupada por canais fluviais inter-relacionados (rio principal e seus afluentes, com uma ordem hierárquica), onde a quantidade de água que chega a eles depende da área da bacia, da precipitação e da perda por evapotranspiração e infiltração.

Assim, a bacia hidrográfica é uma unidade natural com canais (retos, meandantes e anastomosados) e limites criados pelo escoamento das águas, onde ocorre a interação entre vegetação, clima e topografia do terreno (BRIGANTE e ESPÍNOLA, 2003; CUNHA, 2009).

Ou seja, constitui uma área, demarcada por divisores do relevo, onde ocorre a captação da água das precipitações, que é escoada através do rio principal e seus afluentes (COELHO NETTO, 1996; FINKLER, 2012) formando uma rede de drenagem onde a ligação entre as nascentes e a foz é realizada através do rio principal e o sistema de afluentes e subafluentes, como destacado por Santana (2003).

Assim, uma bacia hidrográfica não deve ser pensada apenas pelos processos que ocorrem nos canais fluviais, pois grande parte dos sedimentos transportados advém das

partes mais elevadas da mesma; ou seja, qualquer interferência que ocorra na área da bacia interfere diretamente nos canais fluviais (ARAUJO; ALMEIDA; GUERRA, 2005).

O fato de o canal fluvial ser influenciado por fatores naturais e antrópicos (interconexão de territórios e territorialidades, onde os rios refletem os usos da água, do solo e os impactos antrópicos) faz com que o conhecimento da fisiografia da bacia e a ocupação e uso em seu entorno se tornem importantes para avaliar a degradação ambiental (LEMOS et al., 2014).

Autores como Kendall e McDonnell (1998) e Rodrigues e Adami (2011) definem bacia hidrográfica como um sistema aberto com entradas e saídas de matéria e energia (materiais sólidos e líquidos), através de processos definidos pelas precipitações.

Desta forma, tanto fatores físicos (como a sua área e as particularidades do ciclo hidrológico regional) como socioeconômicos (interferências antrópicas na área que ela ocupa) influenciam na quantidade de água que a mesma vai receber e na qualidade de essa água (CHRISTOFOLLETTI, 1980).

Dai a importância da abordagem sistêmica no seu estudo, pois como destacou Marques Neto (2008, p. 84) essa abordagem "... forneceu as noções de complexidade e incitou o desenvolvimento de uma série de outras teorias de caráter holístico-sistêmico, contribuindo assim para reforçar a unidade geográfica".

Assim, quando aplicada às bacias hidrográficas como unidades de gestão ambiental, esta abordagem permite avaliar de forma integrada os efeitos das ações humanas sobre os componentes e processos ambientais e suas implicações para a manutenção do equilíbrio deste sistema ambiental (BOTELHO; SILVA, 2014).

Dai a importância de administrar as bacias hidrográficas como unidades integradoras entre o natural e o socioeconômico, buscando garantir que os impactos ambientais sejam minimizados (especialmente pelo papel do homem na aceleração de processos que modificam e desequilibram a paisagem, como salientado por CUNHA e GUERRA, 2004).

Ou seja, conhecer a estrutura da bacia hidrográfica, os usos da terra nela e suas implicações, e o estudo hidrológico (PIRES; SANTOS; DEL PRETTE, 2002; RUFINO; SANTOS, 2002) em um contexto de crescente preocupação mundial com a quantidade e qualidade das águas superficiais e subterrâneas, associada ao aumento da demanda pelo crescimento populacional e das atividades econômicas (GARRIDO, 2004), que tem

provocado uma crescente contaminação por poluentes como resíduos sólidos e líquidos, defensivos agrícolas, fertilizantes e outros produtos carregados pelo escoamento das águas até os corpos hídricos (PEREIRA JÚNIOR, 2004). Paralelamente, até o ano de 2030, a demanda por água e energia deverá crescer em 50% e 40%, respectivamente, segundo EMBRAPA (2018).

A escassez de recursos hídricos gera insegurança na produção, na agropecuária, no abastecimento de água, saneamento básico e saúde pública, deixando vulnerável o crescimento sustentável e gerando desequilíbrio social (TUNDISI, 2014). Daí que Suguio (2008) chamasse à água de “ouro do século XXI”.

No caso do Brasil, mesmo com 12 % do total de recursos hídricos do mundo e 53% da água doce da América do Sul, existem problemas com a disponibilidade de água doce devido à sua distribuição irregular dentre as diferentes regiões (PEREIRA JUNIOR, 2004). Paralelamente, o consumo é desigual entre os estados (no Rio de Janeiro, por exemplo, ele é de 232 l/hab./dia, enquanto em Pernambuco é de apenas 85 l/hab./dia, segundo (HIRATA; VIVIANI-LIMA; HIRATA, 2009) e a demanda pela população, a agricultura e a geração de energia elétrica cresce rapidamente (TUCCI, 2001; ANA, 2010).

Cabe salientar que, em qualquer bacia hidrográfica, além dos efeitos das atividades econômicas (regionais), do grau de urbanização e/ou do manejo inadequado dos recursos hídricos, outro fator que interfere no comportamento da disponibilidade de água doce é o climático: a dinâmica dos sistemas de circulação atmosférica gera uma grande variabilidade nas condições do tempo e do clima (CAVALCANTI; AMBRIZZI, 2009), ocasionando a falta ou o excesso de chuvas em regiões diferentes (o que é de grande relevância para o gerenciamento das bacias hidrográficas, segundo PRADO, 2010).

Todo isto tem levado à considerar a bacia hidrográfica como “célula básica de análise ambiental” (BOTELHO; SILVA, 2014, p. 153) onde podem ser identificados e avaliados os diferentes componentes, processos e interações que evidenciam seu caráter sistêmico: os impactos advindos de alterações significativas na composição ambiental de uma parte do canal fluvial são transferidos para outras áreas situadas à jusante (COELHO NETTO, 1996).

Portanto, quando considerada como unidade de gestão, a bacia hidrográfica deve ser vista com uma abordagem de integração dos aspectos políticos, econômicos, sociais

e ambientais (LORANDI; CANÇADO, 2002). Esta ideia está presente na Declaração de Dublin (ANA, 2002):

A escassez e o desperdício da água doce representam sérias e crescentes ameaças ao desenvolvimento sustentável e à proteção ao meio ambiente. A saúde e o bem-estar do Homem, a garantia de alimentos, o desenvolvimento industrial e o equilíbrio dos ecossistemas estarão sob risco se a gestão da água e do solo não se tornarem realidade na presente década, de forma bem mais efetiva do que tem sido no passado” (ANA, 2002, p. 21).

Segundo os princípios presentes na citada Declaração de Dublin, a gestão da água deve ser realizada com a participação de todos, desde usuários até planejadores e representantes políticos de todos os níveis (ANA, 2002), pois planejar uma bacia envolve definir e projetar o uso da água, os impactos ambientais e o controle de enchentes (TUCCI, 2002).

No Brasil, o gerenciamento legal de recursos hídricos teve seu início em 08 de janeiro de 1997 com a aprovação da Lei 9.433, que definiu a Política de Recursos Hídricos e implementou o SNGRH. Nessa lei, a água é conceituada como bem de domínio público dotado de valor econômico, tendo como prioridade a sua utilização para abastecimento humano e dessedentação de animais. Paralelamente, a bacia hidrográfica é a unidade de implementação, com o objetivo de assegurar a disponibilidade da água em padrões de qualidade necessários para seus usos atuais e das futuras gerações (BRASIL, 1997).

A Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981 (BRASIL, 1981), em seu artigo 6º, trata sobre os órgãos responsáveis pela proteção e melhoria na qualidade da água, sendo o CONAMA o órgão superior (com a função de auxiliar o presidente da República na formulação das diretrizes da Política Nacional do Meio Ambiente) e a Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA) como órgão central para promover e avaliar a implantação da Política Nacional do Meio Ambiente.

Paralelamente, define as entidades da Administração Pública Federal como órgãos setoriais; as entidades estaduais que executam programas e projetos de controle de atividades que promovem degradação ambiental como órgãos seccionais; e as entidades municipais responsáveis pela fiscalização e controle de atividades que degradem a qualidade ambiental em suas respectivas áreas de jurisdição, como órgãos locais (BRASIL, 1981).

No nível estadual, em 1991 o Estado de São Paulo aprova a Lei de Política de Recursos Hídricos e cria o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos (ANA, 2002); posteriormente, outros estados criam sistemas de gerenciamento de recursos hídricos, como Ceará (1992), Santa Catarina e Distrito Federal (1993), Minas Gerais e Rio Grande do Sul (1994) e Sergipe e Bahia, em 1995 (ANA, 2002).

### **2.3 - Ocupação e uso dos solos nas bacias hidrográficas e impactos associados**

Na atualidade, a expressão *impacto ambiental* relaciona-se a impactos negativos advindos das modificações causadas no ambiente, que influenciam na estabilidade dos ecossistemas (GUERRA; GUERRA, 2008).

No caso dos sistemas fluviais do planeta, a intensificação das atividades humanas tem causado diversas interferências neles durante os três últimos séculos (STEVAUX; LATRUBESSE, 2017), seja através de impactos diretos (quando localizados diretamente no canal fluvial) ou indiretos (quando ocorrem na bacia de drenagem, relacionados à ocupação e uso do solo).

Nas bacias hidrográficas, por exemplo, autores como Mota (1995), Andrade e Basch (2012) e Tucci (2002; 2006) destacam os efeitos da retirada da cobertura vegetal para expandir as atividades agropecuárias: diminuição da absorção de CO<sub>2</sub> pela vegetação em crescimento; aumento do escoamento superficial e a erosão; menor infiltração; maior assoreamento e vazão dos rios; diminuição da recarga de aquíferos e a evapotranspiração; alteração do microclima e poluição dos mananciais pelo uso de pesticidas e fertilizantes.

Ao mesmo tempo, a remoção de ecossistemas derivada do crescimento urbano deixa as cidades vulneráveis à intensificação de problemas como o aumento das ilhas de calor, poluição do ar e da água, e inundações (PBMC, 2016).

Nesse contexto, a inadequada utilização do solo constitui um dos principais agravantes dos processos erosivos, ocasionando efeitos como: perda de solos férteis, poluição de recursos hídricos, assoreamento de barragens, aumento de vazões e enchentes, e aumento nos custos para o tratamento de água (LATUF, 2007).

O autor ressalta que as modificações nos regimes de vazões podem ser explicadas pelas mudanças no uso do solo, variabilidade climática, construções de barramentos, irrigação e outros fatores (LATUF, 2007).

Autores como Stevaux e Latrubesse (2017), Guerra e Marçal (2012) e Marinho e Moreti (2017), salientam que as modificações dos sistemas fluviais nas antigas civilizações se limitavam basicamente à canalização e construção de barragens (para a irrigação, abastecimento de cidades, geração de energia e contenção de enchentes).

Porém, atualmente todos os sistemas fluviais do planeta estão alterados, em maior ou menor escala, pelas atividades humanas, um processo intensificado pelas possibilidades que oferecem os avanços tecnológicos, os quais produziram ferramentas capazes de ampliar as formas de uso da água (STEVAUX; LATRUBESSE, 2017).

No caso do Brasil, a exploração do ouro provocou alterações (como transposições, dragagens, barragens e assoreamentos), observadas desde o século XVII, em drenagens de pequeno porte (STEVAUX; LATRUBESSE, 2017).

Mais recentemente, a ocupação desordenada nas cidades, sem a implantação de infraestrutura adequada, tem provocado graves alterações associadas a fatores como o descarte inadequado de resíduos sólidos, a poluição (da água, solo e subsolo) e os deslizamentos de vertentes (AMORIN, 2013).

Na agricultura, as práticas agrícolas contribuem para o aumento de sedimentos advindos de processos erosivos não controlados, especialmente nas encostas e planícies, assoreando os rios e alterando a quantidade e qualidade da sua água (WRUBLACK et al., 2018; GUERRA; MARÇAL, 2012).

Esse aumento do volume de sedimentos transportados para os reservatórios também dificulta a captação de água para irrigação, enquanto a sua turbidez torna mais onerosa a depuração para consumo humano e industrial (TRICART, 1977).

Na agricultura brasileira, os grandes investimentos realizados para obter colheitas mais rentáveis implicaram a utilização de corretivos e adubos que são carregados pela infiltração até atingir o lençol freático, afetando a qualidade da água (MASCARENHAS; FERREIRA; FERREIRA, 2009; TUNDISI, 2014).

Paralelamente, na pecuária intensiva (principalmente bovinos, bufalinos e suínos) ocorre o lançamento de dejetos diretamente no solo, os quais contaminam a água subterrânea (HIRATA; VIVIANI-LIMA; HIRATA, 2009).

A magnitude dessas afetações pode ser avaliada quando são analisados os dados sobre o rebanho bovino do Brasil (que atinge mais de 218 milhões de cabeças) e a produção de lavouras temporárias como milho (mais de 64 milhões de toneladas em uma

área plantada superior a 16 milhões de ha) e soja (mais de 96 milhões de toneladas em uma área de 33.309.865 ha) (IBGE, 2016).

No Estado de Mato Grosso, a mesma fonte (IBGE, 2016) destaca que o seu efetivo rebanho bovino era de 30.296.096 cabeças, enquanto a produção de milho atinge 15.339.785 t (com área plantada 3.900.268 ha) e a de soja 26.277.303 t, com uma área plantada de 9.147.863 ha. Essas produções utilizam grande quantidade de água, seja para irrigação, dessedentação de animais, limpeza das instalações ou outras finalidades, causando impactos no solo e nas águas superficiais e subterrâneas (TELLES; DOMINGUES, 2006).

No caso da geração de energia hidrelétrica, Fernandez e Garrido (2004) destacam que ela foi incentivada pela criação da Eletrobrás em 1961, buscando diminuir a dependência de fontes externas de combustíveis fósseis e o risco de acidentes nucleares, bem como aproveitar os baixos custos da geração hidrelétrica e a enorme malha hidrográfica disponível.

Estimulou-se, assim, a construção de barragens para produção de energia elétrica, empreendimentos extremamente dependentes dos recursos hídricos cuja construção exige, segundo a legislação vigente, de um Estudo de Impacto Ambiental prévio, com seu Relatório de Impacto Ambiental (EIA-RIMA) para diagnosticar os cuidados necessários relacionados com o local da construção da mesma (GUERRA; MARÇAL, 2012).

No Estado de Mato Grosso, a Lei Estadual nº 6.945 de 05 de novembro de 1997 estabelece que para implantar, ampliar ou alterar projetos que alterem o regime, qualidade e quantidade dos recursos hídricos no Estado, deve ter o prévio cadastro e outorga pela Fundação Estadual do Meio Ambiente-FEMA (MATO GROSSO, 1997).

Porém, mesmo que este tipo de utilização deva garantir água de qualidade para os diversos usos pelas atuais e futuras gerações (CUNHA; REIS, 2007), a construção de barragens ocasiona a retenção de sedimentos a montante, podendo comprometer a vida útil do canal e até mesmo o funcionamento da usina; paralelamente, favorece a diminuição dos sedimentos carregados pelo curso d'água a jusante, interferindo na dinâmica fluvial da bacia como um todo (GUERRA; MARÇAL, 2012).

Ao mesmo tempo, impacta a vida dos peixes durante o período de piracema, por terem sua migração afetada por obstáculos que interrompem a deriva dos ovos e larvas juvenis para a jusante, podendo ficar retidos na barragem em condições de fluxo lento,

baixos teores de oxigênio dissolvido, carga elevada de sedimentos e altas pressões nas profundidades do reservatório, levando-os à morte (EIA, 2009).

No Brasil, esta situação é preocupante, pois 80% da energia elétrica provem de fontes renováveis, especialmente de usinas hidrelétricas (KELMAN et al., 2015), seis das quais foram construídas (ou estão planejadas) na bacia hidrográfica em estudo, segundo a Avaliação Ambiental Integrada da bacia hidrográfica do rio Teles Pires (EPE, 2009) (Quadro 01).

**Quadro 1 - Usinas hidrelétricas previstas na bacia do rio Teles Pires**

Nome	Rio	Ano/início	Municípios envolvidos
Foz do Apicás	Apicás	2014	Apicás, Nova Monte Verde e Paranaíta;
São Manoel	Teles Pires	2014	Jacareacanga e Paranaíta
Teles Pires		2011	Jacareacanga e Paranaíta
Colíder		2011	Colíder, Itaúba e Nova Canaã do Norte;
Sinop		2014	Sinop, Cláudia, Ipiranga do Norte, Itaúba e Sorriso;
Magessi		-	Nova Ubiratã, Paranatinga, Santa Rita do Trivelato e Sorriso.

Fonte: EPE, 2009

## 2.4 - Relação clima - disponibilidade hídrica nas bacias hidrográficas

A combinação de diversos atributos ou elementos (como temperatura, pressão, umidade, nebulosidade, radiação solar, precipitação e vento), identifica o tempo atmosférico; cabe salientar que um elemento é, de acordo com OMM (2007, apud OMM, 2017, p. 3), um "aspecto do clima que se pode descrever de forma estatística", como é o caso dos elementos supracitados.

Os atributos climáticos sofrem influência das características geográficas de cada local, especialmente a latitude, altitude e orientação do relevo, vegetação continentalidade, maritimidade e atividades humanas (ANDREOLI et al., 2014), ou seja, resultam das interações das massas de ar atmosféricas com os oceanos e a superfície terrestre (MAITELLI, 2005).

Assim, climas diferentes influenciam de forma diferenciada os processos geomorfológicos, pedológicos, o crescimento de plantas e a disponibilidade de recursos hídricos essenciais para a vida na Terra (AYOADE, 1986).

Portanto, o tempo é definido por condições momentâneas da atmosfera, enquanto o clima é determinado pelo conjunto de condições meteorológicas predominantes em uma região durante um período de 30 anos como mínimo, ou seja, ele representa a sucessão

habitual dos tipos de tempo (ADAS, 1985; TAVARES, 2007; CRUZ; BORBA; ABREU, 2005), e o estado do sistema climático (IPCC, 2007).

Como destacado por Ayoade (1986) no conceito de clima se inclui, além das condições médias ou mais prováveis do tempo atmosférico em uma determinada área da superfície terrestre, os desvios em relação às médias, ou seja, as alterações climáticas.

Essas condições médias são chamadas de normais climatológicas, como pode ser percebido na definição oferecida por Oliveira et al. (2015, p. 5): "... o clima constitui-se em um conjunto de tendências duradouras, oriundas de combinações permanentes, analisadas e estudadas ao longo de um dado período, a exemplo do que expressam as *normais climatológicas...*".

De acordo com a OMM (2016, apud OMM, 2017, p. 3), as *normais* são definidas como as "Médias periódicas calculadas para um período uniforme e relativamente longo que compreenda, pelo menos, três períodos consecutivos de 10 anos" enquanto as *normais climatológicas regulamentarias* seriam as:

"Médias dos dados climatológicos, calculadas para os seguintes períodos consecutivos de 30 anos: 1 de janeiro de 1981 a 31 de dezembro de 2010, 1 de janeiro de 1991 a 31 de dezembro de 2020, e assim sucessivamente" (OMM, 2017, p. 3).

A OMM (2011, apud OMM, 2016) recomenda o cálculo das normais climatológicas para um conjunto de estações o mais amplo possível, desde que cada uma delas cumpra as normas em relação com a quantidade e integridade dos dados disponíveis.

Finalmente, resulta oportuno salientar que, de conformidade com OMM (2007, apud OMM, 2017, p. 3), a *média* (também conhecida como "normal provisional") está representada pelo "valor médio dos valores mensais dos dados climatológicos durante qualquer período de tempo especificado" enquanto o *parâmetro* é o indicador estatístico de um elemento climático (na maioria dos casos a média aritmética; porém também pode incluir valores tais como a desviação típica, os pontos de percentil, o número de vezes que se excede um umbral, ou os valores extremos).

Dessa forma, a variabilidade climática pode-se entender como o conjunto de mudanças evidenciadas pelos parâmetros climáticos nos registros dos instrumentos de medição de uma ou mais estações meteorológicas, em um determinado período de

tempo, sendo que essas mudanças se expressam através de desvio-padrão ou do coeficiente de variação (CONTI, 2005).

Para Miranda (2010) a variabilidade climática consiste na variação natural (tanto no tempo como no espaço) dos parâmetros meteorológicos em torno das médias climáticas (nessa variação, de curta duração, os parâmetros meteorológicos flutuam em torno das médias climáticas características da região).

Desta forma, a variabilidade seria "...uma propriedade intrínseca do sistema climático terrestre, responsável por oscilações naturais nos padrões climáticos, observados em nível local, regional e global" (CONFALONIERI, 2003, p. 194). Um exemplo disto é o aumento previsto dos eventos extremos associados à frequência e volume de precipitação, a escala regional no Brasil (PBMC, 2013).

Isso porque no território brasileiro as causas mais importantes de variabilidade interanual das chuvas são os fenômenos El Niño e La Niña, bem como a oscilação do Oceano Atlântico Tropical e Sul, segundo o PBMC (2013).

Esses fatos geram alterações no gradiente de pressão que podem provocar a redução no deslocamento de umidade para o continente, diminuindo as probabilidades de formação de nuvens convectivas e, com isso, a ocorrência de chuvas abaixo do normal em algumas regiões (PBMC, 2013).

O fenômeno atmosférico-oceânico El Niño se caracteriza pelo aquecimento anormal das águas superficiais do oceano Pacífico Tropical, podendo afetar o clima regional e global com mudança nos padrões dos ventos em nível mundial, que interferem no regime de chuvas em regiões tropicais e de latitudes médias. Contrariamente, La Niña se caracteriza pelo resfriamento anormal das águas superficiais do Oceano Pacífico Tropical, com impactos que tendem ser opostos aos do El Niño (INPE, 2019).

Desta forma, em anos de ocorrência de El Niño, observa-se o enfraquecimento dos ventos alísios na região do Pacífico Equatorial, alterando-se o padrão da circulação oceânica e diminuindo a ressurgência de águas frias na costa oeste da América do Sul.

Paralelamente, o chamado "estaque quente" do Pacífico equatorial (resultante do acúmulo, pelas correntes marinhas, de águas quentes no sudeste da Ásia) se desloca para a parte central do Oceano Pacífico: como esse estaque gera o ramo ascendente da célula de circulação de Walker, as ilhas situadas nessa área do estaque quente,

normalmente pouco chuvosas, sofrem excesso de chuvas (CUNHA et al., 2011 p. 2) enquanto a Austrália e ilhas do sudeste asiático sofrem seca e estiagem.

A ocorrência de El Niño no Brasil tem provocado decréscimo das precipitações na região Norte, severas secas no Nordeste, leve tendência do aumento nos padrões de precipitação no sul de Mato Grosso do Sul (no Centro-Oeste) e, no Sudeste, aumento sutil das temperaturas médias, não havendo um padrão com relação às mudanças na intensidade e distribuição das chuvas (SILVA; FERREIRA; BRITO, 2012).

Estes mesmos autores relatam os efeitos de La Niña no Brasil: tendência de aumento da precipitação no norte e leste da Amazônia; frentes frias com possíveis chuvas sobre a região semiárida no Nordeste; ausência de modificações expressivas no Centro-Oeste, temperaturas próximas à média ou abaixo desta no inverno da região Sudeste e, no Sul, ocorrência de chuvas abaixo do normal.

Outras formas de manifestação da variabilidade são a sazonal, a intrassazonal e interdecadal (MARENGO et al., 2011), sendo que a sazonal e a intrassazonal estão associadas a fatores como: posição geográfica, relevo, características da superfície e sistemas de tempo atuantes na região, enquanto a variabilidade interdecadal é causada por padrões de variação da mesma escala de tempo na TSM (Temperatura da Superfície do Mar) dos oceanos Pacífico e Atlântico; assim, a Oscilação Decadal do Pacífico (ODP), e a do Atlântico Norte (ODAN) afetam o tempo meteorológico e o clima no Brasil.

Os grandes sistemas atmosféricos que controlam a variabilidade climática na região Centro-Oeste foram analisados por Matos (2018), sendo eles: (a) a Zona de Convergência Intertropical-ZCIT e sua migração sazonal associada à movimentação dos centros de alta pressão do Oceano Atlântico; (b) a Zona de Convergência do Atlântico Sul-ZCAS, sistema meteorológico próprio do verão que pode aumentar até em 95% o valor de precipitação diária no Centro-Oeste; (c) o Jato de Baixos Níveis (JBN) gerado pela interferência da cordilheira dos Andes na circulação zonal, que transporta umidade desde a bacia amazônica; (d) -os Complexos Convectivos de Mesoescala (aglomerados de cúmulos-nimbos que aportam grandes precipitações); (e) a Depressão do Chaco (Baixa do Chaco), que atrai o ar quente e úmido da massa Tropical Atlântica durante o verão; e (f) as Correntes perturbadas de sul (que atuam no inverno, provocando as frentes frias).

Como apontara Sant'Anna Neto (2013, p. 77), para a compreensão da variabilidade devem-se considerar, além desses grandes sistemas atmosféricos e seus mecanismos de circulação, "... suas relações com os fatores geográficos [...] e das influências dos grandes conjuntos vegetacionais ou antrópicos (como as grandes áreas de monocultura ou pecuária)".

Isto implica a consideração do fator antrópico como indutor de variabilidade climática, mostrado na definição do IPCC (2007, p. 89) quando reconhece que a origem da variabilidade pode estar associada tanto a processos naturais do sistema climático ("variabilidade interna") como a variações advindas do forçamento externo ou antrópico ("variabilidade externa").

De acordo com Mendonça e Danni-Oliveira (2007), as escalas de análise da variabilidade climática são: (1) a Contemporânea (baseada na identificação de médias e tendências, se utiliza quando a série de dados meteorológicos compreende um período reduzido); (2) a Histórica (baseada em informações arqueológicas, relatos de viagens e registros primários dos elementos do clima, abrange um período maior de tempo); e (3) a Geológica (identificação de paleoclimas).

A presente pesquisa foi concebida na escala Contemporânea, considerando os dados meteorológicos disponíveis das estações, bem como o fato de que, para o estudo da variabilidade, os valores médios e o emprego da estatística são fundamentais (SANT'ANNA NETO, 2008) buscando detectar tendências no clima a partir da medição/quantificação (GRIMM et al., 1998).

Para estes autores (GRIMM et al., 1998), quando a tendência ou variação dos parâmetros climáticos em torno das médias é sistemática, estamos em presença de mudança climática, sendo que ela pode ocorrer quando a forçante antrópica do sistema climático é também sistemática.

Assim, a mudança climática indica alterações das condições climáticas médias a uma escala global, afetando, além da atmosfera, outros sistemas climáticos como a hidrosfera, litosfera e criosfera (PEREIRA et al., 2005). Neste sentido, as normais correspondentes ao período 1961-1990 são utilizadas pela OMM como referência para a avaliação da mudança climática, sendo denominadas de "normais de referência".

Desta forma, se as mudanças da média dos parâmetros meteorológicos persistem durante um período de tempo prolongado, levam ao surgimento de um novo tipo de clima (SILVA, 2012).

Porém, tendo em vista as contínuas flutuações das condições climáticas no planeta, autores como Ayoade (1986); Angelocci e Sentelhas (2007); Mendonça (2010) e Sant'Anna Neto (2013) chamam a atenção para a necessidade de considerar a escala temporal na hora de diferenciar a existência de variabilidade ou de mudança climática. Assim, a variabilidade estaria incluída no conceito a ciclicidade anual e interanual dos eventos climáticos (DUBREUIL et al., 2010, apud NASCIMENTO JUNIOR, 2017).

Todavia, causas externas ao sistema climático, como a movimentação das placas tectônicas e os ciclos orbitais (Ciclos de Milankovitch), provocaram diversas mudanças climáticas durante a história evolutiva do planeta; por exemplo, durante a Era Mesozoica a temperatura do planeta era 10°C superior à atual e durante o período Quaternário têm ocorrido várias glaciações (avanços das geleiras com duração de uns 80 mil anos) alternando com períodos interglaciais com duração de uns 20 mil anos, onde houve recuo das geleiras, aquecimento e aumento do nível do mar (GARCIA et al., 2015).

Segundo estes autores (GARCIA et al., 2015) o último período de resfriamento do planeta (a chamada Pequena Idade do Gelo), ocorreu entre os séculos XIV e XIX. Porém, desde meados do século XIX a temperatura do planeta aumenta lentamente, o que indica que as intensas intervenções humanas nos ambientes terrestres constitui uma forçante climática que está provocando mudanças no clima, especialmente pelas emissões de GEE (SANT'ANNA NETO, 2013; FERREIRA; OLIVEIRA; SILVA, 2016).

Segundo Marengo e Dias (2006) o III Relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) concluiu que a temperatura média aumentou em uns 0,6°C durante o século XX e poderá aumentar ainda entre 1.0° e 3.5°C durante o atual século XXI por causa do incremento de 1,5%/ano no teor de GEE, associado ao aumento da população mundial, a agricultura e a indústria.

Dentre os efeitos desse aumento da temperatura, o derretimento das calotas de gelo tornará o nível médio dos oceanos maior, submergindo alguns países insulares e cidades costeiras, e forçando a migração de milhões de pessoas (IUPAC, 2007).

Paralelamente, de acordo com IPCC (2007), aumentará a frequência de dias e noites quentes devido a ondas de calor, bem como os eventos extremos de precipitação

(em algumas áreas tropicais úmidas) ou de seca (em regiões secas de latitudes médias e tropicais, como o nordeste do Brasil), com redução da disponibilidade de água para consumo humano, agricultura e geração de energia.

Segundo o PBMC (2014), a oferta de água define-se pelo comportamento médio e pela variação do regime hidrológico, razão pela qual a avaliação deste comportamento e suas alterações são relevantes para estimar a disponibilidade de água para o futuro.

Neste sentido, Monteiro (2013) e PBMC (2014), destacam que as mudanças climáticas alteram o balanço de radiação solar e, como resultado, o comportamento das temperaturas e o ciclo hidrológico, o que explica a previsão de alterações nos padrões de precipitação (aumento do seu volume e intensidade em algumas regiões e diminuição em outras), que afetarão a distribuição temporal das vazões e a disponibilidade hídrica.

O fato de a vegetação influenciar os recursos hídricos através da quantidade de água evaporada e transpirada (e, em consequência, precipitada) faz com que a água seja o recurso pelo qual a população percebe os efeitos da mudança do clima (pelas alterações nas precipitações e seu efeito no escoamento e a vazão dos rios) (ANA, 2015; ANDRADE; BASCH, 2012).

Assim, os efeitos do aumento da temperatura e da evapotranspiração (associados ao aquecimento global e o desmatamento) podem acarretar maior demanda de água para atividades como irrigação de plantações e consumo humano e animal, afetando as reservas de água doce (PBMC, 2014).

No Brasil, as alterações climáticas (como diminuição da precipitação, altas temperaturas e altas taxas de evaporação) tendem a intensificar as dificuldades de acesso à água, gerando crises em algumas regiões brasileiras, especialmente para a camada da população menos favorecida (MARENGO, 2008).

Contrariamente, o aumento do volume e intensidade da precipitação em um reduzido período de tempo leva ao enchimento dos aquíferos, diminuição na infiltração e saturação do solo, podendo causar cheias e inundações (MONTEIRO, 2013).

Baseado em tendências observadas e estudos desenvolvidos no Brasil, Marengo e Valverde (2007) trazem alguns possíveis cenários para o século XXI: na bacia da Prata deverão aumentar as precipitações e as vazões; na Amazônia a tendência é de redução de chuva, particularmente no setor leste, onde a seca comprometeria o balanço

hidrológico; no Nordeste, redução das chuvas e altas temperaturas e no Pantanal, um clima mais quente e chuvas concentradas e irregulares.

Angelocci e Sentelhas (2007) destacam que a projeção para o Brasil até 2100 é de um cenário com temperatura de 26.3°C a 28.9°C (superiores ao valor médio atual de 25°C). Segundo estes autores, a previsão de aumento da temperatura para o melhor e o pior cenário, respectivamente, são as seguintes: na Amazônia o aumento seria de 3,0° a 8,0°C (com precipitação reduzida entre 10 e 20%), no Pantanal, aumento de 3,4° a 4,6°C na temperatura; no Nordeste, aumento de 2,2° a 4,0°C, e na região Sul, aumento de 2,3° a 3,5°C.

#### **2.4.1 – Variabilidade climática e regime hidrológico**

A OMM (2018) e autores como Marengo, Tomazella e Nobre (2010) e Hartter et al. (2012) destacam que a ocorrência de extremos hidrológicos, associados tanto a secas intensas como aos excessos de precipitação, tem provocado desastres em diferentes partes do mundo e do Brasil: furacões, ventos fortes e tormentas locais de grande intensidade, inundações e fenômenos conexos, secas e ondas de calor ou de frio, tem contribuído de maneira importante para a variabilidade interanual da produção agrícola.

São exemplos do primeiro fator, o aumento da semiaridez e da aridez, enquanto os excessos de precipitação geram enchentes, transbordamentos e deslizamentos que colocam em risco a saúde humana e a segurança alimentar, e incrementam as vulnerabilidades.

Assim, a disponibilidade de recursos hídricos é afetada pelo comportamento da precipitação: a geração de escoamento superficial e, com ele, o regime de enchentes e a capacidade de regulação dos rios dependerão do momento e lugar da chuva (bem como a sua intensidade, duração e frequência). Paralelamente, o comportamento da temperatura no tempo e no espaço influi na geração de precipitações pelo fato dela atuar sobre os processos de evaporação e transpiração.

Nesse sentido, considerando que uma das variáveis meteorológicas mais importantes nos estudos climáticos e em diversas avaliações ambientais é a precipitação (SOUZA; AZEVEDO, 2012), diversos estudos têm sido feitos sobre a variabilidade espacial das precipitações, como por exemplo: Guimarães; Oliveira e Tavares (2005); Morais et al. (2005); Bega et al. (2005) e Becker et al. (2011).

O como essa variabilidade espacial das precipitações influencia no regime hidrológico parte de considerar os conceitos de *ano hidrológico* (período de 12 meses compreendido entre o início de duas estações de chuva consecutivas, ou seja, o dia 01 de outubro, mês em que as reservas hídricas atingem o seu mínimo e em que começa o período chuvoso no clima da região Centro-Oeste) e de *regime hidrológico*.

Como apontado por Santos; Griebeler e Oliveira (2010, p. 827) “O regime hidrológico de um rio é afetado pelo uso do solo, variabilidade climática, captações d’água, barragens e mudanças climáticas, entre outros”.

Em relação com o uso do solo, autores como McCulloch e Robinson (1993) e Zhang; Dawes e Walker (2001) tem destacado que as mudanças praticadas dentro de uma bacia hidrográfica geram modificações no escoamento, lembrando que a vegetação atua no ciclo hidrológico através de processos como a transpiração, a interceptação das chuvas e o estímulo à infiltração de água no solo.

Dai a importância concedida aos estudos sobre a hidrologia de bacias hidrográficas e sua associação com a variabilidade climática e o uso do solo, pois isto é considerado de grande importância para propor estratégias que facilitem a implementação de ações por parte dos órgãos responsáveis pela gestão de recursos hídricos, algo destacado por autores como Farley et al. (2005 apud SANTOS; GRIEBELER; OLIVEIRA, 2010, p. 827).

Nessa perspectiva se colocava, também, Rodriguez (2004, apud SOUZA et al., 2010) quando salientava a importância de conhecer o comportamento espaço- temporal das variáveis hidrológicas para poder subsidiar a tomada de decisão na gestão de recursos hídricos (justificado pelo fato de que, quando quantificamos a disponibilidade dos recursos hídricos no tempo e no espaço, podemos identificar áreas com escassez atual e futura deles).

Assim, a análise do comportamento hidrológico decorrente de mudanças nas condições de usos do solo é de grande importância para a gestão de recursos hídricos, sobretudo para a determinação de disponibilidades hídricas atuais e futuras.



referencial teórico-metodológico (em livros, revistas, dissertações, teses e outras fontes), e pesquisa documental (em sites governamentais como INMET, ANA, SEPLAN e outros).

O mapa de localização da área de estudo foi elaborado a partir das bases cartográficas que contém os limites municipais, estaduais e do Brasil, disponibilizadas no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018). Neste mapa foram utilizadas, também, informações da hidrografia da área de estudo obtidas a partir do site da Agência Nacional de Águas (ANA, 2018).

Para uma melhor compreensão e com a finalidade de atingir os objetivos propostos, os mesmos se subdividem nas seguintes etapas:

### **Etapa I: Caracterização geoambiental da bacia hidrográfica do Teles Pires**

Na caracterização da área de estudo foram considerados, inicialmente, dados gerais da bacia como situação geográfica (coordenadas), limites com outras bacias e área que ocupa. A seguir, as características geoambientais (geologia, clima, relevo, hidrografia e hidrogeologia, solos e vegetação original) e a sua representação cartográfica, utilizando fontes como o relatório do Projeto RABAMBRASIL (1980 e 1982), Lacerda Filho et al. (2004) e Camargo (2011).

Os mapas pedológico e geomorfológico da área de estudo foram elaborados a partir das bases cartográficas de solos e geomorfologia disponibilizadas no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018), na escala de 1:250.000, sendo que estas foram recortadas no ArcGIS, versão 10.6.1 (ESRI, 2018) pela máscara da Bacia Hidrográfica do Teles Pires; nesse software foram gerados os layouts dos mapas pedológico e geomorfológico.

As classes de solo foram atualizadas para a nomenclatura do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS, 2013).

O mapa de Vegetação e Uso da Terra da área de estudo foi elaborado a partir do recorte dos arquivos vetoriais disponibilizados pelo Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira-PROBIO (BRASIL, 2007). Para a inserção das cores do mapa foram utilizadas às cores oficiais que são recomendadas pelo Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 2013). O mapa e as quantificações do mesmo foram elaborados no SIG ArcGIS.

## **Etapa II: Sistematizar o processo histórico de ocupação e uso da terra**

Para investigar o processo histórico de ocupação e uso da terra na bacia (variação temporal da cobertura vegetal) foram estudados documentos de arquivo, principalmente do INCRA e das empresas colonizadoras, complementado com a análise de imagens de satélite Landsat-8 e Landsat-5 com resolução espacial de 30 metros, as quais foram processadas no software Spring versão 3.2.7 e os mapas e layouts no ArcGis versão 10.5.1 As informações obtidas se organizaram em um relatório sobre o processo histórico de ocupação e uso da terra na bacia em estudo.

Também foram utilizados livros, artigos científicos e sites de governos municipais para relatar a forma de ocupação das localidades inseridas na área da bacia. Os mapas para complementar a análise do processo de ocupação e cobertura vegetal foram elaborados através da metodologia do NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) (ROSS, 1994).

Para a construção temporal do NDVI (em classes percentuais de vegetação nativa, água, urbano, agricultura e pastagem) foram utilizadas imagens de satélite Landsat-5 TM dos anos 1988, 1998, 2008 e 2018. O mesmo possui resolução temporal de 16 dias (ou seja, a cada 16 dias o mesmo revisita a área para imageamento) e resolução espacial de 30 metros (cada pixel representa 1 800 m<sup>2</sup> da superfície terrestre). As bandas 3 e 4 foram utilizadas para identificar o vigor da vegetação (sendo a banda 3 a verde e a banda 4 a do infravermelho próximo).

Para caracterizar o vigor da vegetação de 2018 foi utilizada imagem de satélite do Landsat-8 OLI, também com resolução temporal de 16 dias e resolução espacial de 30 m. O produto NDVI foi extraído com a interpretação das bandas 4 e 5, sendo a 4 correspondente a verde e a banda 5 ao infravermelho próximo.

## **Etapa III: Análise da variabilidade climática regional no estado de Mato Grosso**

A análise foi realizada para o período de 31 anos (1988-2018), com base em dados meteorológicos das estações do INMET localizadas no interior e na periferia da bacia hidrográfica do Teles Pires (Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa-BDMEP), complementado os dados faltantes nas séries selecionadas com dados de reanálise do Climate Forecast System Reanalysis (CFSR) do National Center for Environmental Prediction (NCEP).

Também foram preenchidos dados faltantes com auxílio das bases de dados da NOAA (disponível em <https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/timeseries/daily/>) e da HIDROWEB-ANA (<https://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/apresentacao.jsf>).

Para a confecção do mapa de localização das estações meteorológicas foram feitas buscas na Agência Nacional de Águas através do Sistema de Informações Hidrológicas - HIDRO 1.3 (Compilação 1.3.0.6) (c) 2018 SGH/ANA.

Para a análise dos dados meteorológicos foi utilizado um aplicativo computacional específico (CLIMAP-Versão 3.0) elaborado por Salvador (2016; 2017).

As estações de referência cujos dados foram utilizados para analisar a variabilidade climática são as seguintes:

-No bioma Amazônia: Labrea-AM (Código: 82723), Manicore-AM (Código: 82533), Altamira-PA (Código: 82353), São Felix do Xingu-PA (Código: 82668), Matupá-MT (Código: 83219) e Gleba Celeste-MT (Código: 83264);

-No bioma Cerrado: Pedro Afonso-TO (Código: 82863), Peixe-TO (83228), Goiás-GO (Código: 83374), Aragarças-GO (Código: 83368), Jatai-GO (Código: 83464), Nova Xavantina-MT (código: 83319), Poxoréo-MT (Código: 83358), Cuiabá-MT (Código: 83371), Padre Ricardo Remeter-MT (Código: 83364), Cáceres-MT (Código: 83405) e Diamantino-MT (Código: 83309).

Além dessas estações com 30 anos ou mais de registros, foram utilizados os dados de outras duas estações com 24 anos consecutivos de registros: São José do Rio Claro-MT (Código: 83.267) e Canarana-MT (código: 83270). Esta decisão obedece ao fato de que a Guia de Práticas Climatológicas da OMM (2011) recomenda dispor de dados de, pelo menos, 80% dos anos que integram o período em análise para o cálculo das normais climatológicas, ou seja, "... 24 dos 30 anos de uma normal climatológica padrão o de referência" (OMM, 2011, apud OMM, 2016, p. 10).

Para determinar a variabilidade espacial das precipitações foram utilizados os registros das 19 estações climatológicas supracitadas com o intuito de calcular, utilizando o aplicativo CLIMAP (desenhado para o apoio as pesquisas climáticas por intermédio da análise de séries temporais, conforme SALVADOR, 2014), para determinar a média e o desvio padrão.

Para caracterizar os anos hidrológicos se utilizou a metodologia de classificação de "anos padrões" proposta por Monteiro (1976), ou seja, "os diferentes graus de

proximidade do ritmo “habitual” ao lado daqueles afetados por irregularidades na circulação” (MONTEIRO, 1991, p. 38), classificando-os como Normais ou Atípicos (Seco ou Chuvoso).

Neste sentido, com base no desvio da média, Tavares (1976) classificou os períodos da seguinte forma: *Anos Normais* ou Habituais (valores de precipitação com desvios próximos da média), *Anos Chuvosos* (aqueles com grandes desvios positivos em relação às médias) e *Anos Secos* (os de grandes desvios negativos); paralelamente, identificou anos que indicam transição (*Tendência a seco* ou *Tendência a chuvoso*).

Com o intuito de determinar padrões pluviométricos (habituais e excepcionais) em estudos de variabilidade climática, essa classificação de Anos Padrões tem sido utilizada por autores como Barbosa (2007); Braido e Tommaselli (2010); Moura e Zanella (2012); Silva e Silva (2012) e Soares e Zanella (2014).

Nesta pesquisa assumiu-se a proposta de classificação de Santos; Souza e Vecchia (2017) os quais, com base em Monteiro (1976), analisaram o comportamento pluviométrico a partir da quantificação (em %) dos desvios, ou seja, classificaram os anos em: *Normais* quando o desvio da média varia entre +15% e -15%; *Com tendência à Secos* quando o desvio negativo oscila entre 15% e 30%; *Secos* quando o desvio negativo é maior que 30%; *Tendentes a Chuvosos* quando o desvio positivo oscila entre 15% e 30% e *Chuvosos* quando o desvio positivo supera 30%.

#### **Etapa IV: Variabilidade climática regional versus vazões médias**

A análise da influência da variabilidade climática regional no comportamento hidrológico do rio Teles Pires foi realizada com base no comportamento das vazões médias tendo em vista, também, que de acordo com autores como Bruinjnzeel (1989), Andreassian (2004) e Brown et al. (2005), os impactos das alterações na vegetação da bacia hidrográfica sobre o escoamento podem ser avaliados em termos de vazões.

Para evitar a interferência das UHE nas vazões foram considerados os dados registrados antes do ano de 2011, data em que iniciou a construção das primeiras UHE: Colíder e Teles Pires (as outras iniciaram em 2014: Sinop, São Manoel e Foz de Apicás, enquanto a UHE Manguesi ainda está em projeto).

Assim, foram analisados os dados de vazões a partir da série histórica das seguintes estações fluviométricas da Agência Nacional de Águas (ANA), disponibilizados na Hidroweb (Quadro 02).

**Quadro 2 - Estações fluviométricas utilizadas no estudo**

Código	Estação	Latitude	Longitude	Área de drenagem (km <sup>2</sup> )
17200000	Porto Roncador	-13°33'27"	-55°20'05"	10.800,00
17280000	Cachoeirão	-11°39'06"	-55°42'09"	34.600,00
17300000	Fazenda Tratex	-10°57'21"	-55°33'03"	40.700,00
17340000	Indeco	-10°06'48"	-55°34'14"	52.200,00
17380000	Jusante Foz Peixoto de Azevedo	-09°38'26"	-56°01'10"	81.600,00
17410000	Santa Rosa	-08°51'28"	-57°24'07"	13.1000,00
17420000	Três Marias	-07°36'53"	-57°57'01"	138.000,00

**Fonte:** Elaborado pela autora (2019) com base em ANA-HIDROWEB

Foram construídos gráficos de vazões das estações fluviométricas considerando os meses chuvosos do ano hidrológico (outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março) correspondentes aos anos de 1988-1989, 1990-1991, 1995-1996, 2001-2002, 2005-2006, 2006-2007 e 2009-2010. A análise foi realizada seguindo as estações fluviométricas localizadas da nascente à foz do rio Teles Pires (Porto Roncador, Cachoeirão, Fazenda Tratex, Indeco, Jusante Foz Peixoto de Azevedo, Santa Rosa e Três Marias).

Com esses dados buscou-se identificar o comportamento da vazão média anual na sua relação com o comportamento da variabilidade climática regional identificada na etapa precedente da pesquisa, para identificar a propensão às mudanças das variáveis estudadas ao longo do período analisado (PEREIRA et al., 2005), ou seja, a possibilidade delas igualarem ou extrapolarem seus limites históricos.

## **CAPITULO IV – RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1- Caracterização geoambiental da bacia hidrográfica do Teles Pires**

#### **Geologia**

As características tectônico-estruturais e litológicas da bacia do rio Teles Pires são muito complexas, o que se explica pelo prolongado tempo de evolução geológica da região em seu conjunto. Devido a isso, a caracterização que se apresenta considera os três setores em que a bacia foi dividida para a análise das principais condições geoambientais: alto, médio e baixo curso do Teles Pires.

A área das nascentes deste rio se encontra na Serra Azul, pertencente à Província Serrana (testemunho da Faixa de Dobramentos Paraguai no Cinturão Orogênico Paraguai-Araguaia, como afirmara ROSS, 1990). Nesta área, a Província Serrana separa à Depressão Cuiabana do Planalto dos Parecis (ROSS; VASCONCELOS; CASTRO, 2005), estando formada por rochas sedimentares pré-cambrianas, fortemente dobradas e falhadas (Grupo Alto Paraguai). As principais rochas desse grupo que afloram na área das nascentes pertencem às formações Raizama (arenitos e ortoquartzitos com siltitos e argilitos intercalados, pouco metamorfizados e muito fraturados), Araras (calcários calcíticos na base e dolomitos no topo) e Diamantino (arcóseos, folhelhos, siltitos e argilitos) (EPE, 2009).

O resto da área do alto curso, bem como grande parte daquela que corresponde ao médio curso da bacia do Teles Pires, estão ocupadas pelas rochas da formação Utiariti (Grupo Parecis), composta por sedimentos arenosos feldspáticos de granulometria fina a média, sem cimento químico (o que determina a sua fácil desagregação, como apontado em BRASIL, 1980) que formam o planalto homônimo.

Na borda setentrional do Planalto dos Parecis afloram as rochas da formação Dardanelos (integrante das coberturas sedimentares proterozóicas) formando um chapadão limitado por escarpas de erosão ou de falha: a Serra do Dardanelos, de cotas entre 200 e 500 m (GONZALEZ, 2017). Segundo Frasca e Borges (2005) no topo da formação aparecem arenitos vermelhos médios a grossos, com grãos de quartzo e intercalações de conglomerado, sem evidências de metamorfismo regional.

No resto do médio curso, bem como no baixo curso da bacia o embasamento cristalino está constituído pelas rochas intensamente metamorfizadas do complexo Xingu: granitos e gnaisses graníticos a tonalíticos (BIAS et al., 2006) recobertos parcialmente

pela formação Iriri. Esta formação é composta por rochas vulcânicas ácidas a intermediárias (como riolitos, riodacitos, tufos e grauvacas) e depósitos piroclásticos, em associação com rochas sedimentares (arenitos, folhelhos, argilitos e siltitos). Tanto em Lacerda Filho, et al., (2004) como no relatório do JGP (2009) estas rochas vulcânicas são incluídas no Grupo Colíder. Segundo Lacerda Filho et al. (2004, p. 55) as rochas que compõem o grupo Iriri afloram em diferentes locais do estado "... inserindo-se geotectonicamente na Província Amazônica Central do Cráton Amazônico".

Esse vulcanismo ácido formou também diversos corpos intrusivos subvulcânicos que penetraram às rochas vulcânicas do Grupo Colíder e que são conhecidos como Granitos Teles Pires (Suíte Intrusiva Teles Pires): batólitos e stocks com granitoides de coloração róseo-avermelhado a vermelho-tijolo e granulação média a grossa, que ocorrem no norte do estado de Mato Grosso, entre as bacias paleozóicas do Parecis (a sul) e Alto Tapajós (ao norte) (GONZALEZ, 2017). No relatório do JGP (2009) os Granitos Teles Pires são incluídos no Domínio Roosevelt-Juruena (um sistema de arcos magmáticos e bacias sedimentares associadas).

No caso dos granitos da região de Nova Santa Helena, eles apresentam textura equigranular média a grossa e conteúdo de biotita inferior a 5% (PRADO et al., 2013). Paralelamente, a Suíte Nova Canaã, que resultou de um magmatismo alcalino e potássico, contem granitos menos deformados (FRASCA; BORGES, 2005). Tanto os corpos intrusivos supracitados como outros muitos dispersos na região estão em parte recobertos por rochas sedimentares do Grupo Beneficente, com maior área de exposição na Depressão Juruena-Teles Pires, aflorando ao sul da Serra do Cachimbo com arenitos quartzosos, siltitos, argilitos, calcários, folhelhos e conglomerados.

Cabe salientar que muitos interflúvios da bacia do rio Teles Pires estão recobertos pelas chamadas coberturas detritos-lateríticas ferruginosas originadas pelo prolongado intemperismo das rochas de diferentes unidades geológicas; essas coberturas estão constituídas por concreções ferruginosas, níveis de cascalhos e horizontes mosqueados (LACERDA FILHO et al., 2004) e a sua gênese é vinculada a um ambiente com alternância de climas úmido e semiárido. Também é notável a presença, nas planícies do rio Teles Pires e seus principais afluentes, de aluviões atuais com areias, siltes, argilas e cascalhos (GONZALEZ, 2017).

## **Clima**

De acordo com Ferreira (2001, apud NOBRE, 2008) o clima predominante no baixo curso da bacia do Teles Pires é o equatorial quente e úmido (controlado pela massa de ar Equatorial Continental), com um período de estiagem entre os meses de junho e agosto, e outro chuvoso durante os demais meses do ano, apresentando uma média anual entre 2000 a 2500 mm; os maiores volumes de pluviosidade ocorrem em janeiro, fevereiro e março.

O médio curso constitui a área de transição entre este tipo de clima e aquele dominante no alto curso: o Tropical semiúmido (Am, segundo a classificação de Köppen – Geiger); segundo autores como Monteiro (1951, apud MARCUZZO; GOULARTE, 2013), Camargo (2011) e Silva (2013), este clima é controlado pelas massas de ar Equatorial Continental e, secundariamente, a Polar Atlântica.

No alto curso a pluviosidade é de 1800-2000 mm, com deficiência hídrica entre maio a setembro e excesso de outubro a abril (meses em que ocorre mais de 90,0% da precipitação anual, devido à atuação massa de ar Equatorial Continental, atraída para o interior do continente no sentido noroeste para sudeste, ou ainda para leste-sudeste, em decorrência dos recuos sofridos pela massa Polar Atlântica).

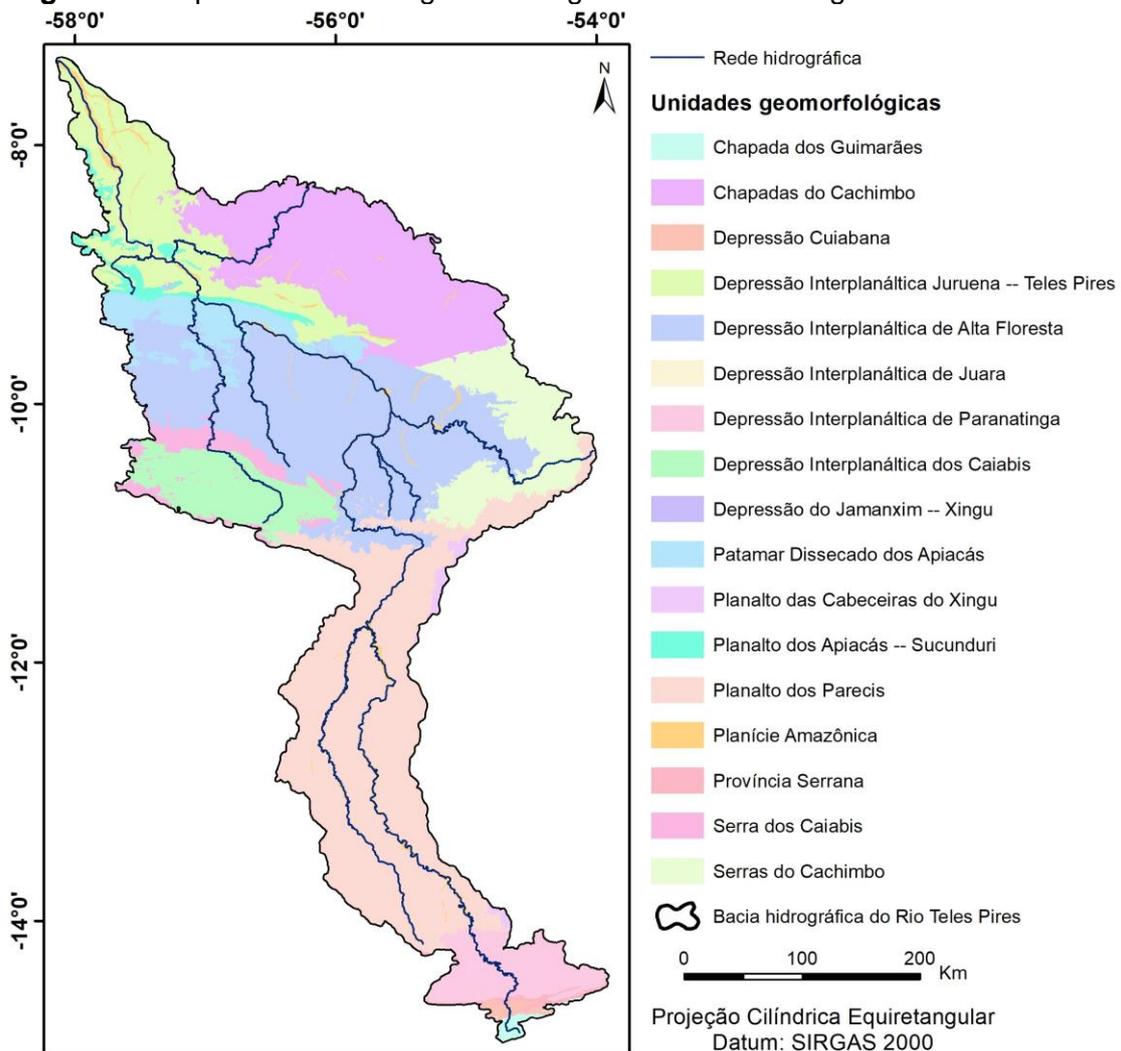
## **Geomorfologia**

As unidades geomorfológicas com maior expressão na bacia do Teles Pires podem-se identificar na Figura 2, sendo elas, do sul para o norte, as seguintes: Província Serrana, Planalto do Parecis, Depressão interplanáltica de Alta Floresta, Planalto dos Apiacás-Sucurundi, Depressão interplanáltica Juruena-Teles Pires e Chapada de Cachimbo e Serra dos Caiabis.

A área das nascentes do rio Teles Pires está na Serra Azul a qual constitui, de conjunto com o resto da Província Serrana, um sistema denudacional/estrutural de faixas dobradas onde o controle estrutural tem sido essencial na dissecação dos sucessivos sinclinais e anticlinais, os quais sofreram sucessivos processos de aplanamento e dissecação. Segundo Ross (1991, p. 25) a Província Serrana contribui para a formação da bacia sedimentar do Parecis, algo confirmado pelos atuais "...lentes de conglomerados constituídos por seixos rolados de quartzo e secundariamente de arenitos (provavelmente originários da Formação Raizama)...".

O Planalto do Parecis é uma ampla superfície de aplanamento com grande homogeneidade topográfica e dissecação principalmente tabular que apresenta altitudes em torno de 400 metros, predominando as áreas dissecadas e formas tabulares (CABRAL, 2014). Sobre este planalto, bem como nos topos dos interflúvios da bacia do Teles Pires, aparecem as coberturas detrito-lateríticas formadas pela alternância de condições climáticas (úmidas e semiáridas) e constituídas por concreções ferruginosas, níveis de cascalhos e horizontes mosqueados (LACERDA FILHO et al., 2004).

**Figura 2** - Mapa das unidades geomorfológicas da bacia hidrográfica do Teles Pires



Fonte: Elaborado pela autora, 2019

No extremo setentrional do Planalto do Parecis se destaca a Chapada de Dardanelos, pertencente às chamadas coberturas sedimentares intracratônicas proterozóicas. Ela constitui a parte basal do Grupo Caiabis e está contornada por

superfícies rebaixadas, sendo que o topo apresenta relevos residuais tabuliformes. É formada em rochas sedimentares da formação Dardanelos (Grupo Beneficente): arenitos vermelhos intercalados por lentes de conglomerados sem evidências de metamorfismo regional (GONZALEZ, 2017).

Essas superfícies rebaixadas pertencem à Depressão Interplanaútica de Alta Floresta, uma superfície dissecada, de forma convexa, que se interpenetra em todas as unidades de relevo da área, constituindo a base da superfície de aplanamento que é dissecada pelos sistemas fluviais atuais (Figura 3). Esta depressão foi modelada em rochas do Complexo Xingu e da formação Iriri, principalmente (BRASIL, 1982).

O Planalto dos Apicás-Sucurundi, formado em rochas da formação Iriri (Grupo Beneficente) é seccionado transversalmente por trechos do médio Teles Pires, sendo um relevo de topos tabulares que funciona como um divisor de águas dos rios Teles Pires e Juruena que cortam o planalto de sul a norte, cortando as estruturas dobradas da Serra do Apicás (BRASIL, 1982).

A Depressão Interplanáltica Juruena-Teles Pires, formada em rochas do Complexo Xingu, da formação Iriri, e das Alcalinas Canamã (Grupo Caiabis) compreende formas dissecadas com topos convexos, tabulares e aguçados, sendo drenada pelos rios Apicás e Paranaíta, afluentes do rio Teles Pires.

A Chapada do Cachimbo, formada em rochas das formações Dardanelos (Grupo Beneficente) e Arinos (Grupo Caiabis), apresenta topografia aplainada e dissecada, com formas tabulares e interflúvios amplos. Entretanto, a Serra do Caiabis, situada no interflúvio Juruena-Teles Pires, constitui um alinhamento de relevo tabular com bordas elevadas (em parte dissecadas com topos convexos ou aguçados) e o interior deprimido (BRASIL, 1980). Tanto a Chapada do Cachimbo como a Serra dos Caiabis e a Chapada de Dardanelos se agrupam nos Planaltos Residuais do Norte de Mato Grosso, uma complexa unidade geomorfológica que abrange relevos diferenciados.

De forma geral, tanto as serras como as colinas e morros dispersos nas depressões interplanaúticas de Alta Floresta e Juruena-Teles Pires são relevos residuais com altitudes que variam entre 400 e mais de 600 m, elevados entre 80 e 160 m com relação aos terrenos adjacentes, constituindo geralmente sistemas de blocos individualizados por falhas (que controlam tanto a sua orientação atual como o deslocamento vertical desses blocos); dependendo da litologia, os seus topos são

convexos (com matacões de granito) ou tabulares. Muitas destas formas do relevo correspondem a suítes intrusivas (stocks e batólitos), como é o caso dos Granitos Teles Pires, que penetram às rochas vulcânicas de composição ácida a intermediária do Grupo Colíder (formação Iriri, bem como aos granitoides da Suíte Matupá).

Nas vertentes inferiores das serras e morros é possível identificar depósitos de pedimentos formados em clima árido ou semiárido, com detritos transportados que às vezes formam antigos leques aluviais (MATO GROSSO, 2000). Muitos desses pedimentos, atualmente estabilizados, mostram escassa dissecação quando a vegetação sobre eles está conservada (GONZALEZ, 2017).

A planície aluvionar meandriforme do rio Teles Pires está constituída por sedimentos aluviais (arenosos, silticos-argilosos e conglomeráticos), que ocorrem nos terraços inferiores do rio principal e seus afluentes; nela se destacam os diques marginais (às vezes separando o canal fluvial de pântanos situados na planície) bem como meandros abandonadas (que em ocasiões geraram lagos em forma de ferradura e outras vezes depressões entulhadas) (GONZALEZ, 2017).

### **Hidrografia e Hidrogeologia**

A consulta realizada nas cartas topográficas permitiu constatar que o rio Teles Pires, em seu percurso da nascente até a foz, apresenta diversas mudanças de rumo: nasce na Serra Azul (Provincia Serrana), sendo o rio Paranatinga seu principal formador; a seguir segue o rumo nordeste até o município de Lucas do Rio Verde, onde muda para a direção norte até o município de Itaúba (todo este trecho sobre o Planalto do Parecis onde o padrão geral da drenagem é sub-dendrítico).

Neste ponto muda novamente de direção quando atravessa as bordas do planalto, seguindo rumo oeste até o setor meridional do município de Nova Canaã do Norte, onde volta a adotar a direção norte, até Alta Floresta. Mais uma mudança de direção para o noroeste (e finalmente para o norte), o leva à confluência com o rio Juruena (essa confluência forma o rio Tapajós, afluente da margem direita do Amazonas).

No seu percurso, o rio Teles Pires possui afluente de planalto como: “Tabatinga, Caiabis, Apiacás, Peixoto de Azevedo, Camarari, Juínamirim, Juína, Suturuipá ou Papagaio, São João da Barra ou Matrinchá, São Tomé, Tombador, Norte e Sangue” (CARVALHO, 2001, p.104).

Em muitos desses afluentes se localizam saltos e cachoeiras, como é o caso do rio Papagaio (Salto Utiariti), o rio Sangue (Cachoeiras da Jararaca, Tuiuiú, dos Patos e das Garças). Carvalho (2001) descreve como principais saltos e cachoeiras: Perigosa, Pirapora, Desastre, Canal do Inferno, Augusta, Misericórdia, Dois Irmãos, Três Irmãos, Recife Pequeno e Grande, Canaizocda, Cotazaré e, em destaque, São João da Barra.

Em relação à hidrogeologia, os aquíferos (formações subterrâneas onde ocorre o armazenamento de água, segundo PINTO-COELHO; HAVENS, 2015), tem sido classificados de acordo com o seu comportamento em: (a) sistemas porosos formados em rochas sedimentares; (b) sistemas fissurados formados em rochas cristalinas e (c) sistemas cársticos, em rochas carbonáticas "... com fraturas e outras descontinuidades, submetidas a processos de dissolução cárstica" (BACKES, 2017, p. 28).

Dessa forma, no setor superior e médio da bacia hidrográfica do Teles Pires se identifica o Sistema Aquífero Parecis, que no estado de Mato Grosso ocupa uma área de aproximadamente 200.000 km<sup>2</sup> onde se distribuem as rochas do Grupo Parecis (SILVA, 2013). Este é um aquífero livre em meio poroso e está constituído por rochas sedimentares (arenitos com intercalações de conglomerado) de idade cretácea, que formam a bacia sedimentar de igual nome, as quais possuem uma espessura saturada média de 150 m o que permite uma vazão média de 146,9 m<sup>3</sup>/h (SILVA, 2013).

No setor inferior da bacia ocorrem dois sistemas aquíferos: o Aquífero Dardanelos e o Aquífero Fraturado Norte. O primeiro, formado nas rochas arenosas da Formação Dardanelos possui "permeabilidade relativa média a alta, com fluxo contínuo, comportamento predominante livre, eventualmente semi-confinado/confinado, com extensão regional e ocasionalmente local" (COPEL, 2017, p. 08).

O segundo ocorre em áreas com rochas cristalinas metamórficas (CARDOSO et al., 2012). Segundo Manoel Filho (2006, p. 10) os aquíferos fraturados ocorrem em rochas diversas sendo que: "... nas rochas plutônicas, vulcânicas, carbonáticas e em muitos folhelhos, as fraturas são [...] as únicas responsáveis pela permeabilidade". Neles a água é armazenada e conduzida por fissuras ou fraturas em rochas que apresentam permeabilidade muito baixa (ALVES, 2008; PAULA, 2015).

## Solos

Os solos presentes no alto, médio e baixo curso da bacia hidrográfica do Teles Pires, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação do Solo (SiBCS, 2018) se mostram no Quadro 03, sendo os Latossolos (Vermelho-Amarelo Distrófico e Vermelho Distrófico) e o Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico os mais amplamente distribuídos (Figura 3).

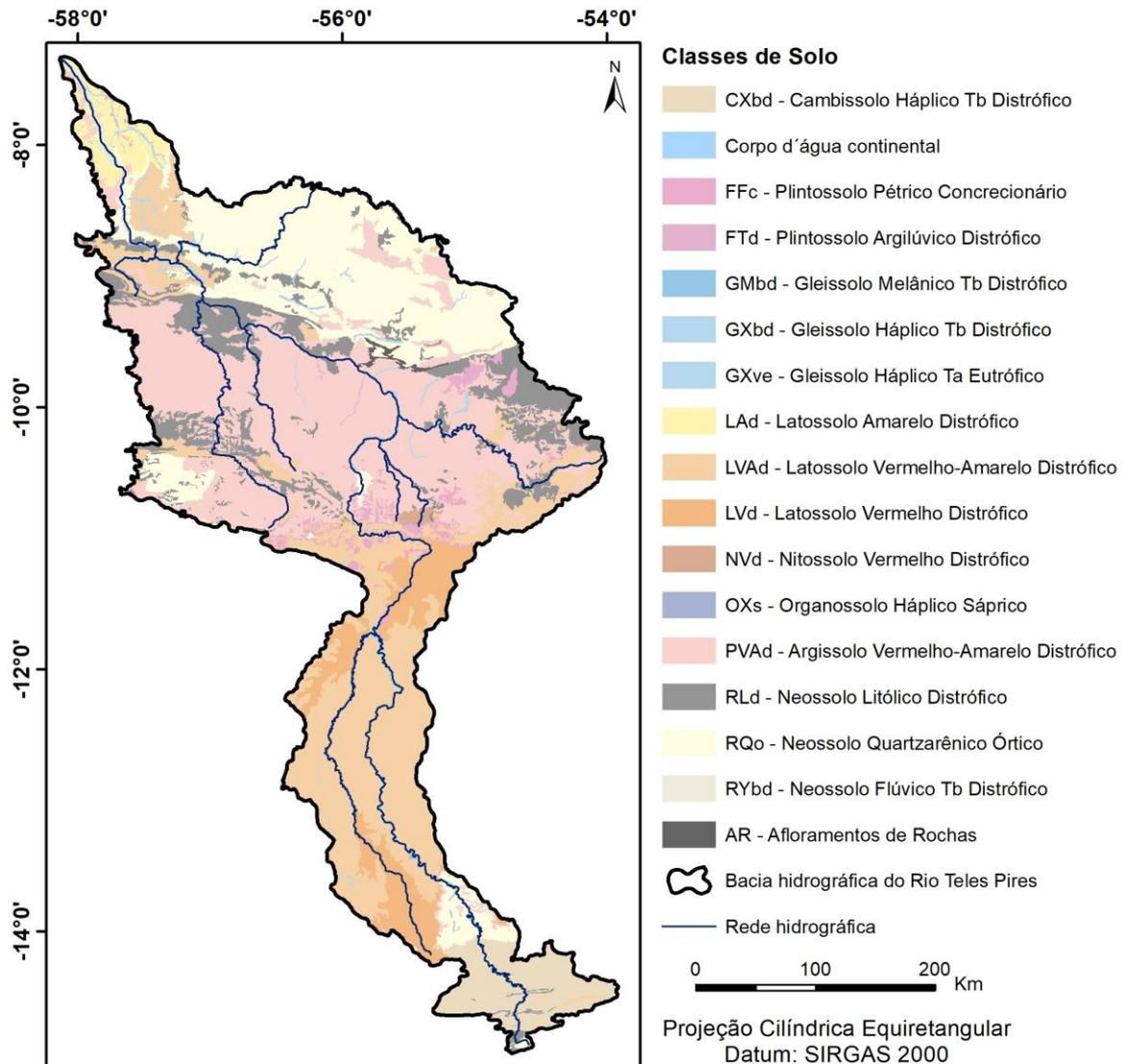
**Quadro 3 - Classificação dos solos da bacia hidrográfica do Teles Pires**

Situação na bacia hidrográfica	Tipos de solos (SiBCS, 2018)
Alto Curso	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrofico
	Latossolo Vermelho Distrofico
	Cambissolo
	Neossolo Quartzarênico Órtico
	Neossolo Litólico
Médio curso	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrofico
	Latossolo Vermelho
	Neossolo Litólico Distrofico
	Plintossolos Pétricos
Baixo curso	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrofico
	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrofico
	Plintossolo Pétrico
	Gleissolo

Fonte: Elaborado pela autora, 2019

Na área das nascentes do rio Teles Pires, predominam os Cambissolos (Figura 3); porém, em Santa Rito do Trivelato, no alto curso, existem amplas áreas da bacia com Neossolo Quartzarênico Órtico, o qual está constituído por material mineral ou orgânico, com menos de 20 cm de espessura e sequência de horizontes A-Ce. A sua textura é essencialmente arenosa em todos os horizontes, sendo que a areia quartzosa tem "...nas frações areia grossa e areia fina, 95% ou mais de quartzo, calcedônia e opala e praticamente ausência de minerais primários alteráveis (menos resistentes ao intemperismo)" (SiBCS, 2018, p. 218).

**Figura 3 - Mapa de solos da bacia hidrográfica do Teles Pires**



Fonte: Elaborado pela autora, 2019

O resto do alto curso do rio Teles Pires, bem como no médio curso, domina o Latossolo Vermelho Distrófico e o Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (Figura 3). Estes são solos profundos devido à avançada imtemperização, apresentando drenagem variável (desde aqueles bem drenados até os de drenagem moderada, ou ainda os imperfeitamente drenados e com certo grau de gleização. Dentre as suas características também se destaca o fato de a "...saturação por bases [ser inferior à] 50% na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B" (SiBCS, 2018, p. 198).

No baixo curso (especialmente entre os municípios de Nova Canaã do Norte e Alta Floresta) predomina o Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico o qual apresenta

“...saturação por bases < 50% na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B” (SiBCS, 2018, p. 119) estando constituído por material mineral, com horizonte B textural de argila de atividade baixa ou alta, conjugada por saturação por bases baixa, ou ainda com caráter alítico. De acordo com EMBRAPA (2013), o teor de argila neste solo apresenta um incremento na direção do horizonte B (com ou sem decréscimo nos horizontes subjacentes) sendo que esse horizonte B textural aparece imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial, exceto o hístico.

O Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico é interrompido nas numerosas serras que se distribuem nesta parte da bacia pelo solo Neossolo Litólico (Figura 3). Finalmente, no baixo curso, ao noroeste de Alta Floresta, reaparecem os Latossolos (Vermelho-Amarelo Distrófico e Vermelho Distrófico). Cabe salientar que nas planícies aluviais aparecem manchas de Plintossolos Pétricos e, no baixo curso, de Gleissolos.

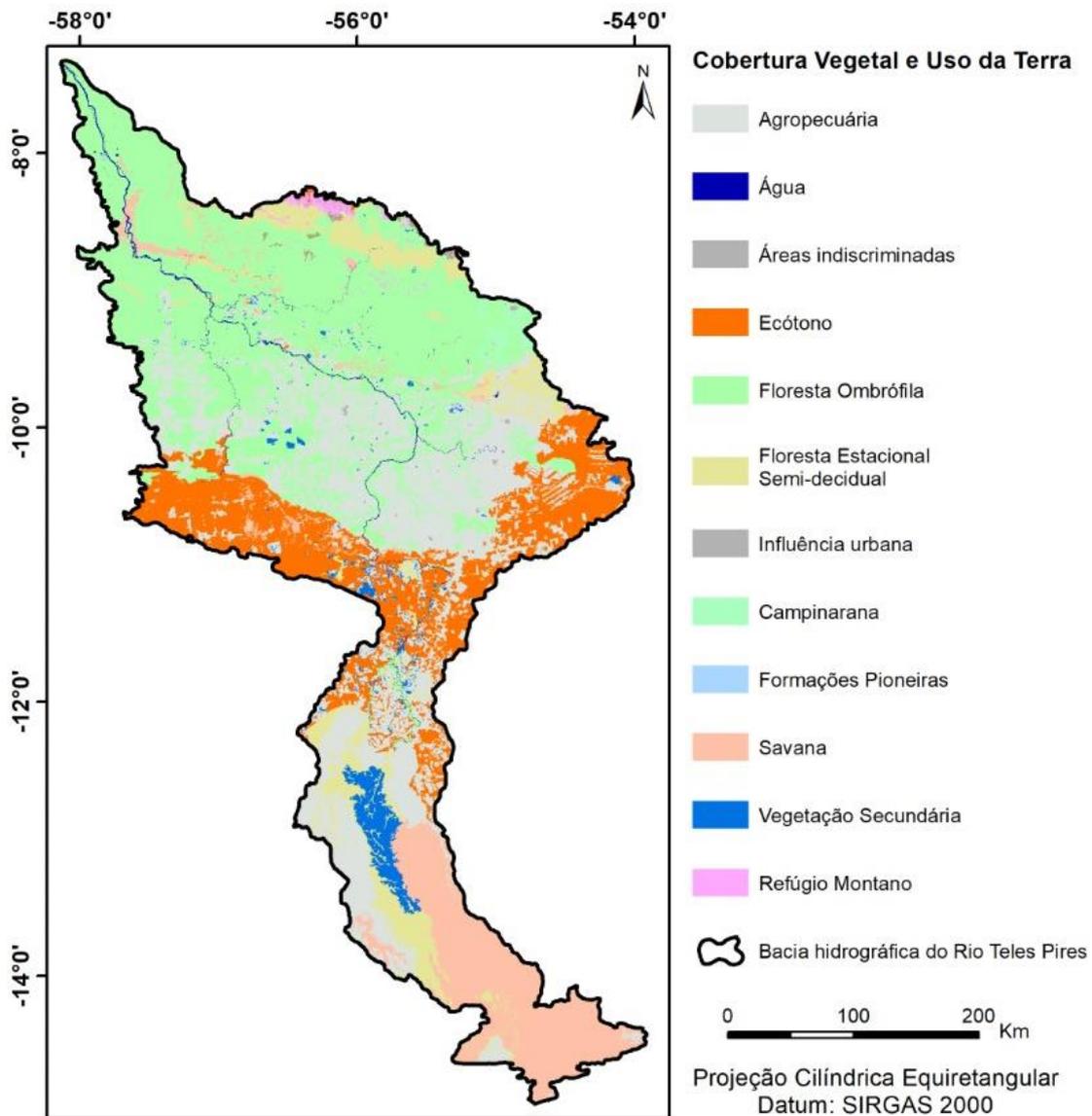
### **Vegetação Original**

Na parte norte da bacia ocorre predomínio do domínio Morfoclimático das Terras Baixas Florestadas Equatoriais, caracterizado pela ocorrência de Floresta Ombrófila (Aberta e Densa), associada aos relevos rebaixados, e formações savânicas no topo das serras residuais, como a dos Caiabis e a dos Apiacás (EIA, 2009).

No baixo e médio cursos da bacia do rio Teles Pires são expressivas as formações: Floresta Ombrófila e, em menor proporção, a Floresta Estacional (a primeira predomina nas partes mais baixas e a segunda nas mais elevadas, de acordo com GOMES; SANTOS, 2001). As formações de transição encontradas na bacia são: Floresta Ombrófila/Savana e Floresta Estacional/Savana, as quais se alternam em padrão de mosaico. Essas formações apresentam fisionomia parecidas com porte elevado (20-30 m de altura), sendo perenifólias na partes rebaixadas e decíduas nos relevos residuais (Figura 4).

A Savana Parque ou Campo Cerrado encontra-se em sua maioria em superfícies desgastadas, sobre Areias Quartzosas, de modo geral associada a Savanas Arborizadas (GOMES; SANTOS, 2001). Entretanto, a Savana Florestada ou Cerradão, possui componente arbóreo perene que atinge altura de 15-18 metros, com composição florística diversificada, associada a outras formações de savana (GOMES; SANTOS, 2001).

**Figura 4** - Mapa de cobertura vegetal da bacia hidrográfica do Teles Pires



**Fonte:** Elaborado pela autora, 2019

Os autores acima mencionados afirmam que a Savana Arborizada ou Cerrado (Cerrado Típico) constitui uma formação espacial irregular, aberta, manejada com fogo, com altura entre 2 e 7 m, apresentando troncos e galhos retorcidos, com casca grossa.

Finalmente, a Formação Aluvial encontram-se nas margens dos rios mostrando uma composição florística diferente, devido às restrições decorrentes do substrato encharcado (GOMES; SANTOS, 2001).

Cabe salientar que, principalmente no médio e alto cursos da bacia, os usos antrópicos (agricultura, pecuária, extrativismo vegetal e mineral e urbanização) tem

reduzido as formações naturais a fragmentos remanescentes com as características florísticas, estruturais e dinâmicas originais, como explicado no item 4.2, a seguir.

#### 4.2- A ocupação e uso atual da área da bacia hidrográfica do Teles Pires

Para compreender o processo de ocupação e as subsequentes mudanças do uso da terra na bacia hidrográfica do Teles Pires é preciso considerar a colonização dos municípios mato-grossenses. Nesta bacia estão presentes 35 municípios, sendo que 33 pertencem ao estado de Mato Grosso e 2 ao estado do Pará (Quadro 04).

**Quadro 4 - Bacia do Teles Pires - Municípios**

Municípios pertencentes a bacia do Teles Pires.	
Alto curso	Paranatinga, Santa Rita do Trivelato, Sorriso, Ipiranga do Norte, Nova Mutum, Lucas do Rio Verde, Sinop, Planalto da Serra, Vera, Rosário Oeste, Tapurah, Nova Brasilândia, Nova Ubiratã e Nobres
Médio curso	Itaúba, Colíder, Nova Canaã do Norte, Novo Mundo, Guarantã do Norte, Matupá, Terra Nova do Norte, Marcelândia, Peixoto de Azevedo, Nova Santa Helena, Tabaporã, Cláudia, Nova Guarita
Baixo curso	Jacareacanga, Novo Progresso, Apiacás, Alta Floresta, Nova Monte Verde, Paranaíta, Juara e Carlinda

**Fonte:** Elaborado pela autora, 2020

A maioria destas localidades teve seu desenvolvimento ligado a incentivos fiscais e projetos do Governo Federal da década de 1970. A partir destes incentivos, as cooperativas que se organizaram, promoveram o povoamento e emancipação de novos municípios em Mato Grosso (ao que também contribuiu a descoberta de ouro, que impulsionou o crescimento populacional).

Assim, a ocupação da terra no norte de Mato Grosso ocorreu de forma desordenada e com incentivo ao desmatamento (o que indica que a causa principal dos problemas ambientais é a falta de planejamento).

Nas cabeceiras do rio Teles Pires, o desmatamento atingiu 58% da área de abrangência dos rios Verde e Paranatinga (e no médio curso a situação se agrava, pois não existe nenhuma Área Protegida). No baixo Teles Pires a situação é melhor (SOUZA JÚNIOR et al., 2006); no entanto, no rio Cristalino o desmatamento alcançou 40% em 2005, destarte as florestas estarem preservadas devido à presença do Parque Estadual do Cristalino. Vale destacar que o desmatamento ocorre em grande parte nos rios Carlinda, Santa Helena e Paranaíta.

Segundo Zaiatz et al. (2018) a expansão de novas áreas, principalmente para pastagem e agricultura, aumentaram 25,53% entre 1986 e 2014, sendo o principal motivador de desmatamento no alto Teles Pires.

O desmatamento ao longo da BR -163 acentuou-se gradativamente, tornando-se preocupante (EPE, 2009), especialmente porque as nascentes do rio Teles Pires, localizam-se em áreas de expansão do cultivo da soja e algodão. Paralelamente, no médio e baixo cursos aumentam as áreas de monocultura, pecuária de corte e algumas madeiras que trabalham com madeiras de florestas remanescentes.

**Quadro 5** - Intervalos de NDVI, classes de proteção, notas e tipologias de uso da terra e cobertura vegetal empregadas na pesquisa

Intervalos de classes do NDVI	Classes de proteção	Notas	Tipologias de uso da terra e cobertura vegetal
1-0,8	Muito forte	5	Florestas; Matas naturais; Florestas cultivadas com biodiversidade.
0,8- 0,6	Forte	4	Formações arbustivas naturais com estrato herbáceo denso; formações arbustivas densas (mata secundárias, cerrado denso, capoeira densa); Mata homogênea de pinus densa; Pastagens cultivadas com baixo pisoteio de gado; cultivo de ciclo longo com a caça.
0,6- 0,4	Média	3	Cultivo de ciclo longo em curvas de nível/terraceamento como café; Laranja com forrageiras entre ruas; Pastagens com baixo pisoteio; Silvicultura de eucaliptos com sub-bosque de nativas.
0,4- 0,2	Baixa	2	Culturas de ciclo longo de baixa densidade (café, pimenta do reino, laranja com solo exposto entre ruas); Culturas de ciclo curto (arroz, trigo, feijão, soja, milho, algodão com cultivo em curvas de nível/terraceamento).
0,2-0	Muito baixa	1	Áreas desmatadas e queimadas recentemente; solo exposto por arado/gradeação; Solo exposto ao longo de caminhos e estradas; Terraplenagem; Culturas de ciclo curto sem práticas conservacionistas.

Fonte: Ross (1994)

De acordo com os Intervalos de classe do NDVI de Ross (1994) utilizados para o mapeamento das tipologias de uso da terra e cobertura vegetal da bacia do Teles Pires, observou-se que, com relação ao intervalo referente à classe de proteção muito forte (0,8-1) que condiz com florestas, matas naturais e florestas cultivadas com biodiversidade (Quadro 05), a mesma aparece com porcentagem muito baixa no ano de 1988 (0,01%) sendo que nos demais espaços temporais a mesma desaparece.

No ano de 1988, 61,48% da área da bacia apresentava formações arbustivas naturais com estrato herbáceo denso, formações arbustivas densas como cerrado e capoeira, além de pastagens cultivadas e cultivo de ciclo longo.

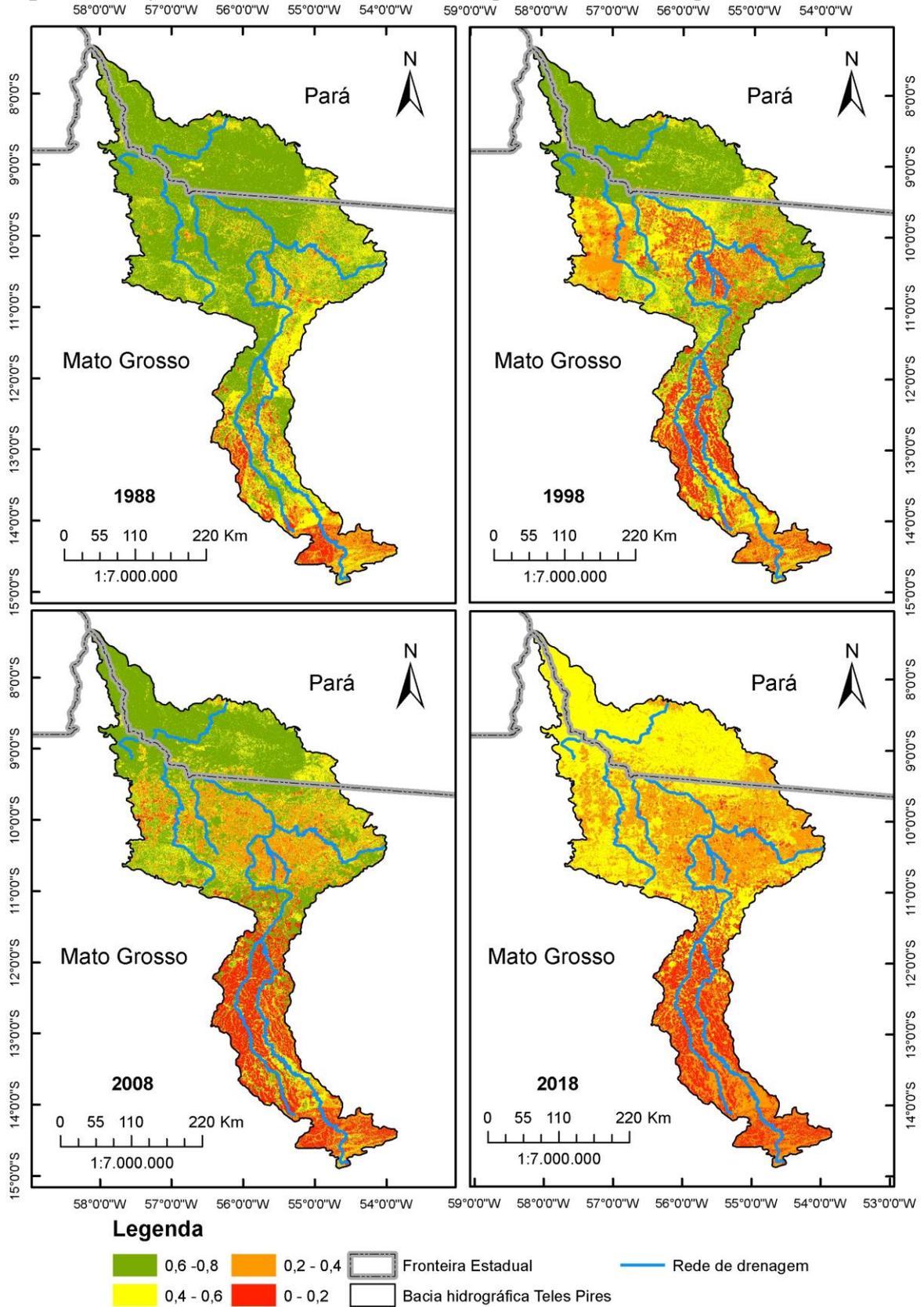
Em 1998 essa área reduziu para 39,20% da área total da bacia; no ano de 2008 teve um acréscimo (ficando com um total de 45,07) e em 2018 essa área desapareceu devido ao grande crescimento de área com cultivo de soja, milho e algodão. Segundo EMBRAPA (2019) o Brasil é o segundo maior produtor de soja com 35,822 milhões de hectares de área plantada na safra de 2018-2019 e o estado de Mato Grosso é o maior produtor brasileiro com uma área plantada de 9,700 milhões de hectares.

As culturas de ciclo longo de baixa densidade (café, pimenta do reino, laranja com solo exposto entre ruas), culturas de ciclo curto (arroz, trigo, feijão, soja, milho, algodão com cultivo em curvas de nível/terraceamento) aumentaram consideravelmente sendo que no ano de 1988 apresentava 8,40% da área e no ano de 2018 aumentou expressivamente passando para 37,00%. As áreas desmatadas e queimadas recentemente, solo exposto por arado/gradeação, solo exposto ao longo de caminhos e estradas, terraplenagem e culturas de ciclo curto sem práticas conservacionistas aumentaram de 5,05% em 1988 passando para 16,00% da área da bacia (Quadro 5).

Autores como Silva (2005) confirmam o avanço de culturas de ciclo curto: se nos anos 1980 a região Centro-Oeste se destacava como segunda em produção de soja, com 1.509.967 toneladas (10,9% da produção nacional) ficando atrás da região Sul com 11.052.518 toneladas (80,2%), no ano de 2000 a região Centro-Oeste lidera a produção. Azevedo (2014, p. 01) complementa que Mato Grosso é o principal polo produtor de grãos do país, "...responsável pela produção de 23,5 milhões de toneladas de soja e 19,9 milhões de toneladas de milho na safra 2012/13, ou seja, 29% e 24% da produção desses grãos no Brasil".

Um exemplo a ser citado é o município de Sorriso onde, segundo Tomazin e Rosseto (2006), não existe mais área para exploração, pois em 80% da sua área total desenvolve-se a agricultura mecanizada.

**Figura 5 - Mapa de uso da terra e cobertura vegetal da bacia hidrográfica do Teles Pires**



Fonte: Elaborado pela autora, 2019

Segundo Micol; Andrade e Bonner (2008) o estado de Mato Grosso tem uma área de 233 mil km<sup>2</sup> ocupada pela pecuária (73% do total de áreas abertas no estado) enquanto quase 88 mil km<sup>2</sup> são ocupados pela agricultura (27% do total).

À soja corresponde 66% da área agrícola seguida pelo milho, algodão, arroz e cana de açúcar. Estes autores reconhecem que a ocupação do solo e o desenvolvimento econômico do estado de Mato Grosso foi fortemente ligado ao desmatamento.

Até meados de 2006, cerca de 172 mil km<sup>2</sup> de florestas e 149 mil km<sup>2</sup> de cerrados foram desmatados, o que representa 33% e 40% das respectivas áreas originais. A maior parte (92%) desse desmatamento está localizada nas propriedades e posses privadas, enquanto os assentamentos da reforma agrária representam 6% do total acumulado (MICOL; ANDRADE e BONNER, 2008, p.100).

**Quadro 6** - Áreas da bacia do Teles Pires, compreendidas nos intervalos de classe NDVI

Legenda	Unidade	1988		1998		2008		2018	
		Área (Km <sup>2</sup> )	%						
0 - 0,2	Solo exposto	7.162,54	5,05	20.122,77	14,18	22.881,77	16,12	22.659,6	16,00
0,2 - 0,4	Pastagem	11.926,29	8,4	26.182,92	18,45	26.168,67	18,44	52.900,62	37,00
0,4 - 0,6	Agricultura	35.564,48	25,06	39.988,27	28,17	28.908,27	20,37	66.365,5	47,00
0,6 - 0,8	Vegetação Secundária	87.264,29	61,48	55.634,88	39,20	63.973,14	45,07	7	0,00
0,8 - 1	Floresta	15,13	0,01	3,9	0,00	0,88	0,00	0	0,00

Fonte: Elaborado pela autora, 2019

#### 4.3- Variabilidade climática regional e sua manifestação na bacia hidrográfica do Teles Pires

Como explicado no Capítulo III, para realizar a análise da variabilidade climática regional foram utilizadas as séries de dados diários de precipitação e temperatura do ar (máxima e mínima) de 19 estações meteorológicas convencionais do INMET durante o período de 1988-2018.

O Quadro 07 mostra as estações meteorológicas, com suas coordenadas geográficas, enquanto a Figura 06 apresenta a distribuição espacial dessas estações.

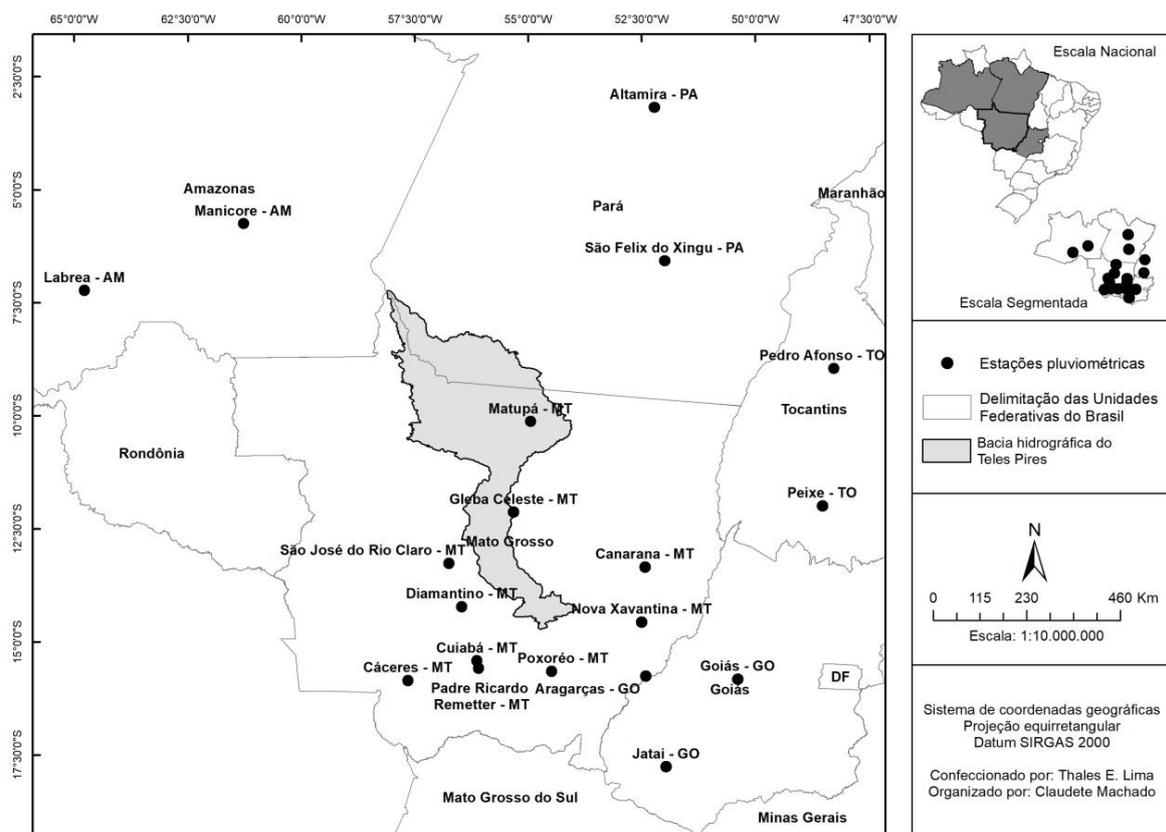
Desse total de 19 estações selecionadas para este estudo, 09 estão situadas em estados vizinhos de Mato Grosso, sendo eles: Amazonas (estações de Labrea e Manicore), Pará (estações de Altamira e São Felix do Xingu), Tocantins (estações de Pedro Afonso e Peixe) e Goiás (estações de Aragarças, Goiás e Jatai).

**Quadro 7 -** Relação de estações meteorológicas selecionadas para a análise da variabilidade climática regional

Código/Estação	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Período dos dados
82353/Altamira – PA	03°21'S	52°21'W	74.04	1988/2018
83368/Aragarças – GO	15°9'S	52°23'W	345.00	1988/2018
83405/Cáceres – MT	16°05'S	57°68'W	118.00	1988/2018
83361/Cuiabá – MT	15°61'S	56°1'W	145.00	1988/2018
83309/Diamantino - MT	14°4'S	56°45'W	286.30	1988/2018
83264/Gleba Celeste - MT	12°28'S	55°29'W	415.00	1988/2018
83374/Goiás – GO	15°91'S	50°13'W	512.22	1988/2018
83464/Jatai – GO	17°91'S	51°71'W	662.86	1988/2018
82723/Labrea – AM	7°25'S	64°83'W	61.00	1988/2018
82533/Manicore – AM	5°81'S	61°3'W	50.00	1988/2018
82863/Pedro Afonso - TO	8°96'S	48°18'W	187.00	1988/2018
83228/Peixe – TO	12°01'S	48°35'W	242.49	1988/2018
83358/Poxoréo – MT	15°83'S	54°38'W	450.00	1988/2018
82668/São Felix do Xingu - PA	6°63'S	51°96'W	206.00	1988/2018
83214/Matupá – MT	10°25'S	54°91'W	285.00	1988/2018
83319/Nova Xavantina – MT	14°7'S	52°35'W	316.00	1988/2018
83364/Padre Ricardo Remetter – MT	15°78'S	56°06'W	140.00	1988/2018
83267/São José do Rio Claro – MT	13°43'S	56°71'W	350.00	1995/2018
83270/Canarana – MT	13°47'S	52°27'W	430.00	1995/2018

Fonte: Organizado pela autora através da HIDROWEB/ANA

**Figura 6 -** Distribuição espacial das estações meteorológicas selecionadas



Fonte: Organizado pela autora, 2019

As restantes 10 estações se situam no interior do estado de Mato Grosso: Cáceres, Cuiabá, Padre Ricardo Remetter, Poxoréo, Nova Xavantina, Canarana, Diamantino, São José do Rio Claro, Matupá e Gleba Celeste (estas duas últimas situadas dentro da bacia do Teles Pires). Todas foram agrupadas conforme a sua situação nos biomas Amazônia e Cerrado.

## Bioma amazônico

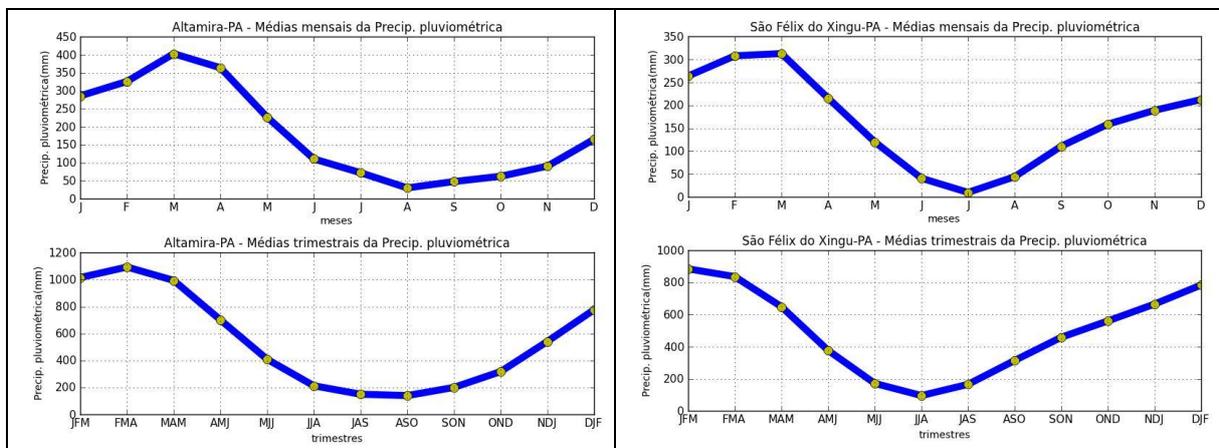
**Quadro 8** - Precipitação média histórica mensal e anual (em mm) nas estações do bioma Amazônico

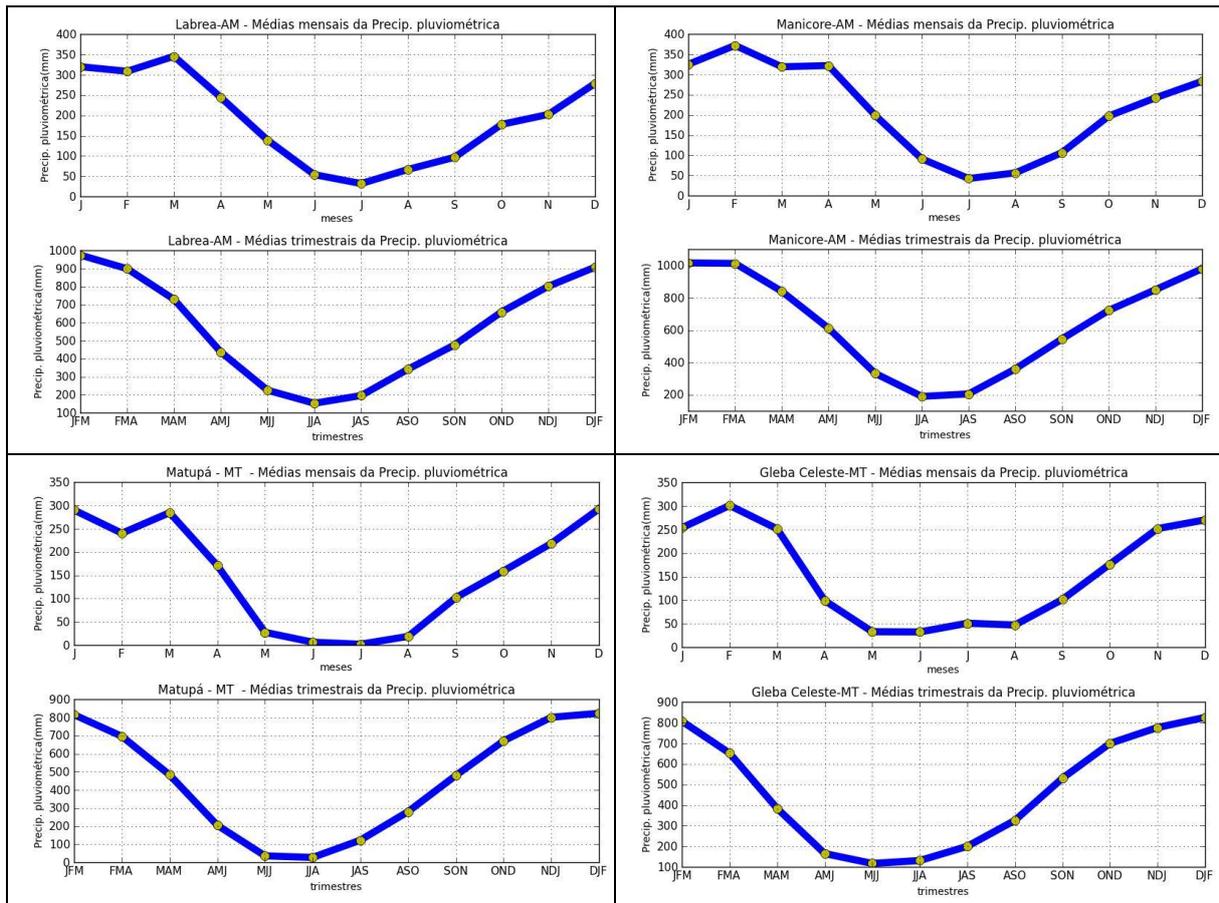
*	Médias mensais de precipitação											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	285.9	326.1	403.2	364.0	226.8	110.5	72.2	30.0	47.7	62.3	90.6	165.3
2	264.0	308.1	313.0	215.8	120.2	41.0	10.0	44.3	110.8	158.9	189.2	212.7
3	320.1	308.8	345.9	244.5	139.1	53.9	31.9	66.7	96.9	177.8	202.4	279.1
4	325.4	372.2	319.3	322.3	199.1	91.1	42.5	56.4	106.8	197.2	242.4	283.5
5	290,2	240,5	284,7	171,1	27,6	6,3	2,0	18,8	102,2	159,5	218,5	292,9
6	254.1	301.3	251.6	99.2	33.1	32.5	51.1	47.3	101.6	176.8	252.1	270.7
Médias anuais												
1	2184.9			3	2267.8			5	1814.8			
2	1988.4			4	2558.6			6	1872.0			

**Fonte:** Organizado pela autora através do CLIMAP 3.0. \***Nomes das estações:** 1 (Altamira) 2 (São Felix do Xingu) 3 (Labrea) 4 (Manicore) 5 (Matupá) 6 (Gleba Celeste)

Como evidenciado no quadro acima, as estações localizadas no bioma amazônico, pela sua posição geográfica, registraram médias históricas anuais de precipitação acima de 1.800 mm/ano, sendo verificado em Altamira 2.184,9 mm/ano, São Felix do Xingu 1.988,4mm/ano, Labrea 2.267,8 mm/ano, Manicore 2.558,2mm/ano, Matupá 1.814,8mm/ano e Gleba Celeste 1.872,0mm/ano.

**Figura 7** - Médias históricas mensais e trimestrais de precipitação





Fonte: Elaborado pela autora através do CLIMAP 3.0

Quanto à precipitação, as médias anuais demonstram que as localidades de Matupá-MT e Gleba Celeste-MT apresentam seus trimestres chuvosos adiantados em um mês, enquanto que Altamira-PA aparece com um mês de atraso em relação às outras séries analisadas. Ocorre uma variação em relação ao trimestre mais chuvoso sendo que em Altamira ocorre nos meses de fevereiro, março e abril (FMA), Matupá e Gleba Celeste em dezembro, janeiro e fevereiro (DJF), e São Félix do Xingu, Labrea e Manicore em janeiro fevereiro e março (JFM).

### Precipitação total e desvio padrão nas estações do bioma amazônico

Notou-se, em todas as estações estudadas, que os valores totais de precipitação variam em relação à média: a oscilação indicada na figura acima é reflexo da má distribuição da precipitação ao longo meses e dos anos na região. Através do DPP verificou-se a intensidade dos eventos extremos de precipitação, conforme Tabela 1. A

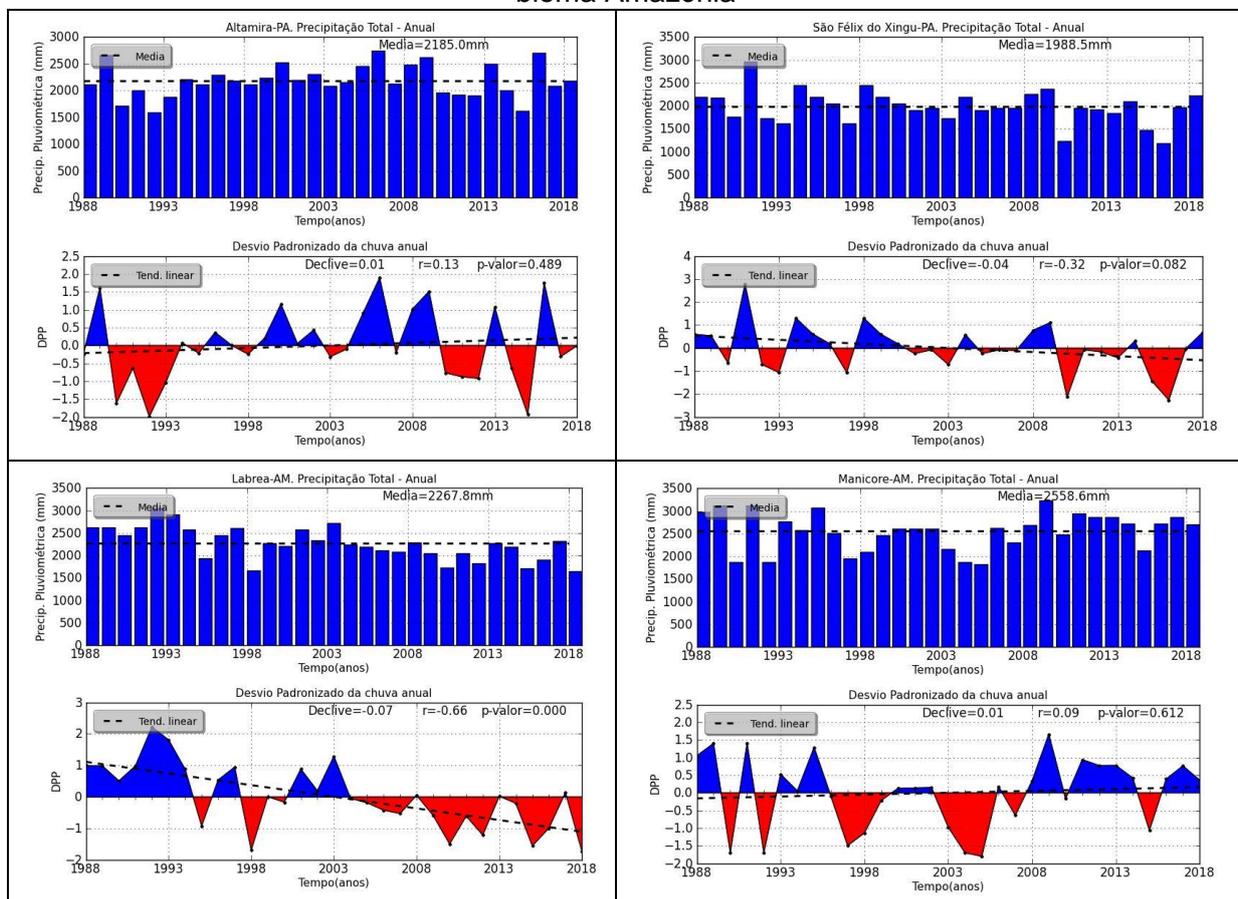
estação de Matupá foi a que apresentou uma sequência de anos com extremos negativos.

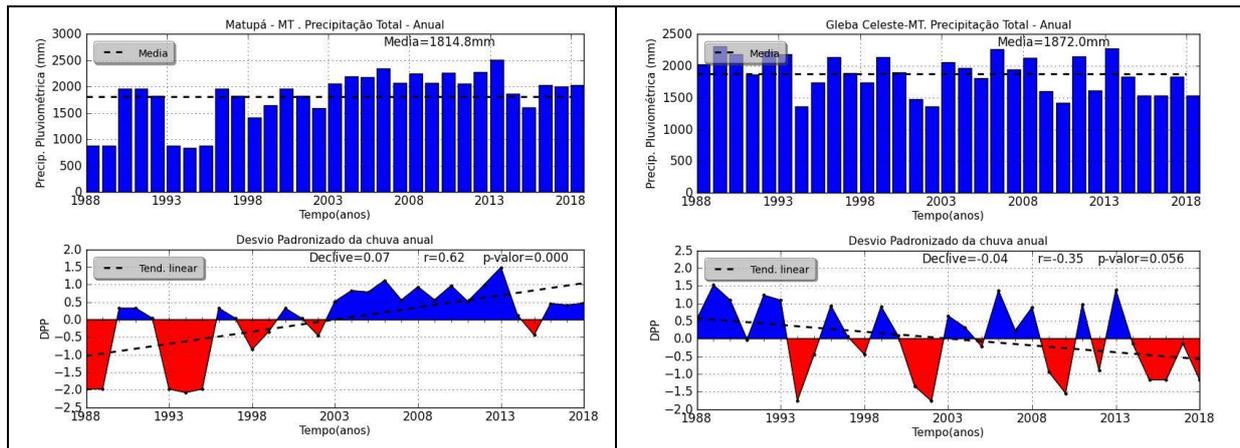
**Tabela 1 - Extremos de precipitação nas estações do bioma Amazônia**

Estação	Ano seco	Precipitação ano seco mm/	Ano chuvoso	Precipitação ano chuvoso mm/	Média total /mm
Altamira	1992		2006-2016	2550	2185.0
São F. do X.	2011-2016	1200	1991	2900	1988.5
Labrea	1998-2018	1600	1992	3000	2267.8
Manicore	2005	1700	2009	3200	2558.6
Matupá	1988-89-93-94-95	900	2013	2500	1814.8
Gleba Celeste	1994-2002	1350	1989-2006-2013	2430	1872.0

Fonte: Elaborado pela autora

**Figura 8 - Precipitação Total e Desvio Padronizado (DPP) da média de chuvas nas estações do bioma Amazônia**





Fonte: Elaborado pela autora através do CLIMAP 3.0

Na estação de Labrea pode-se observar que, no desvio padronizado da chuva anual, ocorreu uma inclinação no final da década de 1980 até o ano de 1994, com chuvas acima da média, e chuvas na média ou abaixo da mesma a partir do ano de 2004 até 2018.

### Tendência de dias com precipitação igual ou superior a 1mm, 10mm e 20 mm

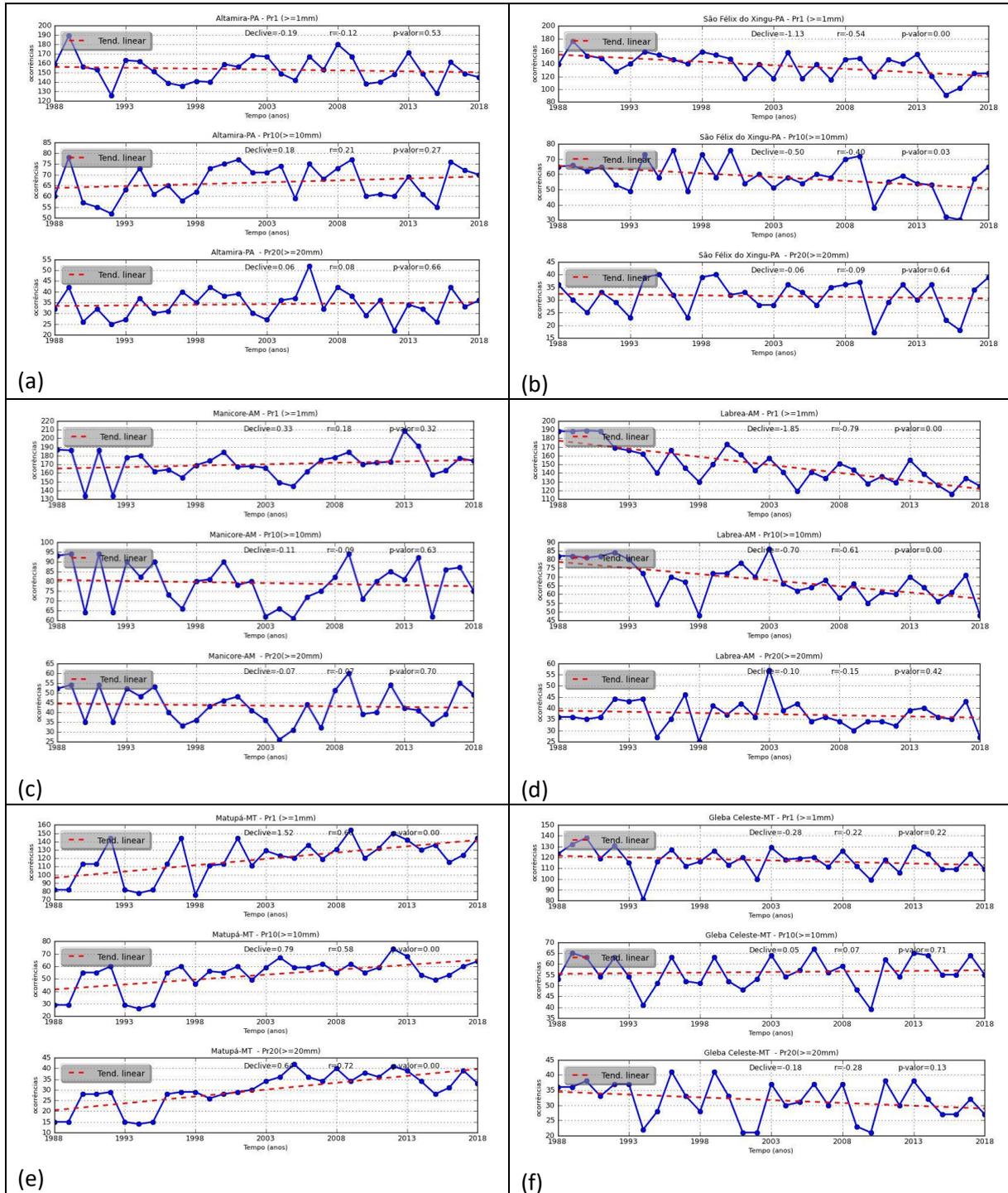
A localidade de Altamira apresentou tendência negativa na série de número de dias com chuva  $\geq 1$  mm (Pr1), demonstrando coeficiente angular que indica uma taxa de dias com chuva de -0,19 ocorrências/ano e tendência positiva de incremento de 0,18 ocorrências /ano (Pr10) (Figura 09 (a)).

A localidade de São Felix do Xingu obteve uma tendência negativa significativa na série de número de dias com precipitação  $\geq 1$  e 10 mm (Pr1 e Pr10) com coeficiente angular indicando uma taxa na ordem de -1,13 e -0,50 ocorrências/ano, respectivamente (Figura 09 (b)).

A estação Manicore apresentou uma tendência positiva na série de número de dias com precipitação  $\geq 1$  mm com coeficiente angular com taxa de incremento na ordem de 0,33 e uma tendência negativa na série de número de dias com precipitação  $\geq 10$  e 20 mm (Pr10 e Pr20), com coeficiente angular indicando uma taxa da ordem de -0,11 e -0,7 ocorrências/ano, respectivamente (Figura 09 (c)).

A localidade de Labrea apresentou tendência negativa significativa na série do número de dias com precipitação  $\geq 1$ , 10 e 20mm (Pr1, Pr10 e Pr20), com coeficiente angular indicando taxa de -1,85, -0,70 e -0,10 ocorrências/ano, respectivamente (Figura 09 (d)).

**Figura 9 - Precipitação igual ou superior a 1mm, 10mm e 20mm**



Fonte: Elaborado pela autora através do CLIMAP 3.0

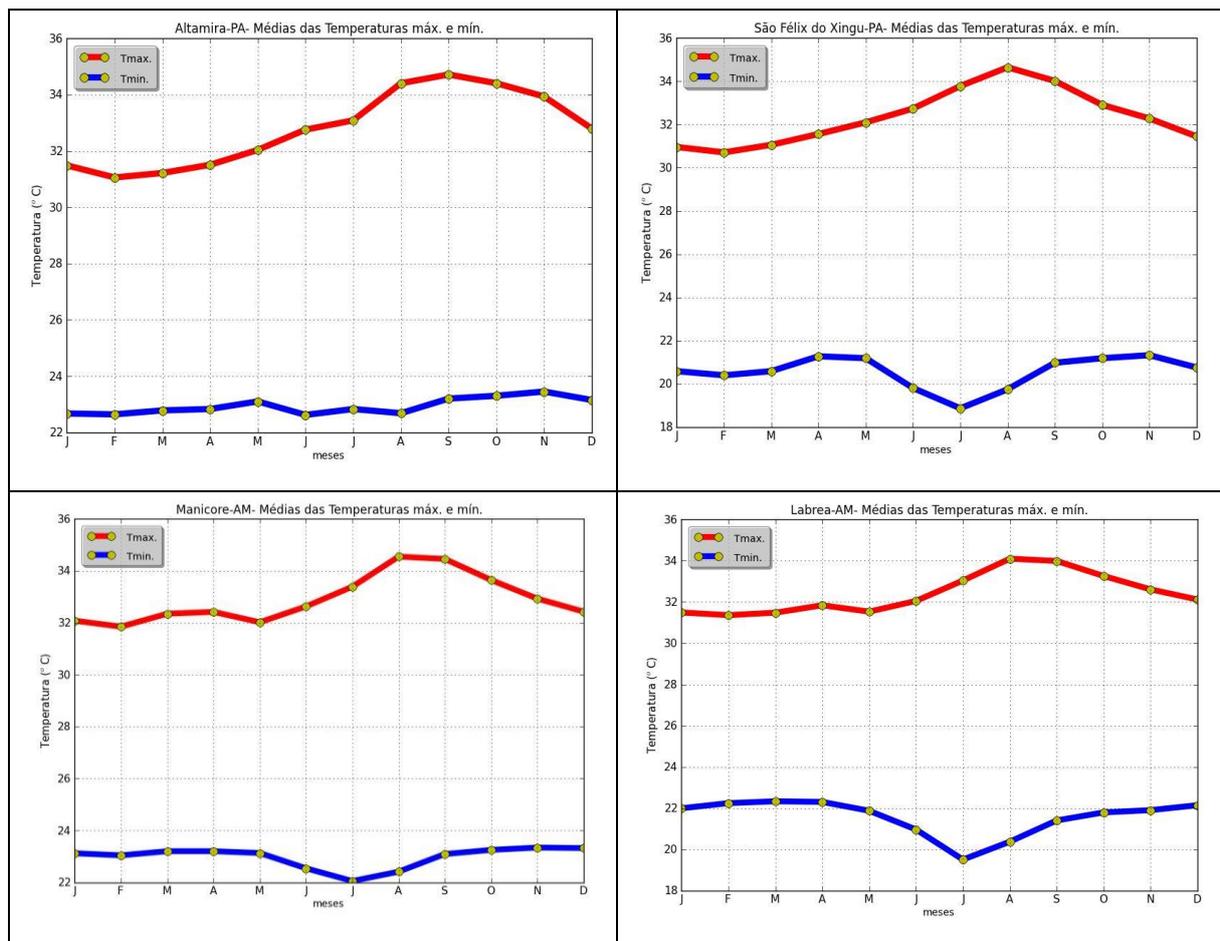
Percebeu-se que em Matupá ocorreu tendência positiva significativa na série do número de dias com chuva  $\geq 1$ , 10 e 20 mm, com coeficiente angular indicando taxa de acréscimo na ordem de 1,52, 0,79 e 0,61 ocorrências/ano, respectivamente (figura 09 (e)).

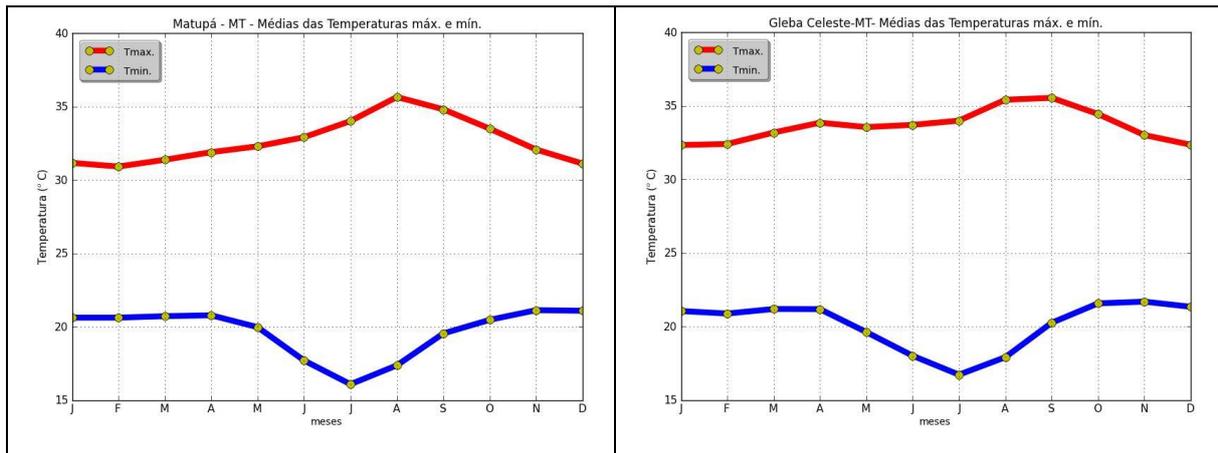
Em Gleba Celeste houve tendência negativa no número de dias com precipitação  $\geq 1$  e 20, Pr1 e Pr20mm com coeficiente angular indicando uma taxa da ordem de -0,28, -0,18 ocorrências/ano, respectivamente (Figura 09 (f)).

## Temperatura do ar

A temperatura máxima das estações estudadas no bioma amazônico mantém-se elevada o ano todo, apresentando médias superiores a 30°C. Observa-se que a maior média da temperatura máxima ocorre entre os meses de agosto, setembro e outubro, exceto São Félix do Xingu, que tem seu máximo anual nos meses de julho, agosto e setembro, coincidindo com o final do período seco (Figura 10).

**Figura 10** - Comportamento da temperatura máxima durante o período de 1988-2018





Fonte: Elaborado pela autora através do CLIMAP 3.0

A tabela abaixo mostra, em negrito, o trimestre com valor de temperatura máxima mensal das estações estudadas no bioma amazônico.

**Tabela 2** - Temperatura máxima média histórica mensal e anual nas estações selecionadas do bioma Amazônia durante o período 1988 - 2018

*	Temperatura máxima média histórica mensal												Média anual
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1	31,4	31,0	31,2	31,5	32,0	32,7	33,0	<b>34,4</b>	<b>34,7</b>	<b>34,4</b>	33,9	32,8	32,8
2	30,9	30,7	31,0	31,5	32,1	32,7	<b>33,7</b>	<b>34,6</b>	<b>34,0</b>	32,9	32,2	31,4	32,3
3	31,4	31,3	31,4	31,8	31,5	32,0	33,0	<b>34,1</b>	<b>33,9</b>	<b>33,2</b>	32,6	32,1	32,4
4	32,0	31,8	32,3	32,4	32,0	32,6	33,3	<b>34,5</b>	<b>34,4</b>	<b>33,6</b>	32,9	32,4	32,9
5	31,1	30,9	31,3	31,9	32,3	32,9	34,0	<b>35,6</b>	<b>34,8</b>	<b>33,5</b>	32,0	31,1	32,6
6	32,3	32,4	33,1	33,8	33,5	33,7	34,0	<b>35,4</b>	<b>35,5</b>	<b>34,4</b>	33,0	32,3	33,6

Fonte: Organizado pela autora através do CLIMAP 3.0. \*Nomes das estações: 1 (Altamira) 2 (São Felix do Xingu) 3 (Labrea) 4 (Manicore) 5 (Matupá) 6 (Gleba Celeste)

A temperatura mínima mantém-se acima dos 16°C nas estações de Matupá e Gleba Celeste, enquanto nas demais fica acima dos 18°C. Apresenta o trimestre de junho, julho e agosto (JJA) com as menores médias de temperatura do ar (Tabela 3).

**Tabela 3** - Temperatura mínima média histórica mensal e anual nas estações selecionadas do bioma Amazônia durante o período 1988-2018

*	Temperatura mínima média histórica mensal												Média anual
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1	22,6	22,6	22,7	22,8	23,1	<b>22,6</b>	<b>22,8</b>	<b>22,6</b>	23,2	23,3	23,4	23,1	22,9
2	20,5	20,3	20,5	21,2	21,1	<b>19,8</b>	<b>18,8</b>	<b>19,7</b>	20,9	21,1	21,3	20,7	20,5
3	21,9	22,2	22,3	22,3	21,8	<b>20,9</b>	<b>19,5</b>	<b>20,3</b>	21,4	21,7	21,9	22,1	21,5
4	23,1	23,0	23,2	23,2	23,1	<b>22,5</b>	<b>22,0</b>	<b>22,4</b>	23,0	23,2	23,3	23,3	22,9
5	20,6	20,6	20,7	20,7	19,9	<b>17,7</b>	<b>16,0</b>	<b>17,3</b>	19,5	20,4	21,1	21,0	19,6
6	21,0	20,8	21,1	21,1	19,6	<b>18,0</b>	<b>16,7</b>	<b>17,9</b>	20,2	21,5	21,6	21,3	20,1

Fonte: Organizado pela autora através do CLIMAP 3.0. Estação \*: Nomes das estações: 1 (Altamira) 2 (São Felix do Xingu) 3 (Labrea) 4 (Manicore) 5 (Matupá) 6 (Gleba Celeste)

**Bioma Cerrado**

Como demonstra o Quadro 9, as estações localizadas no bioma Cerrado registraram médias históricas anuais de precipitação acima de 1300 mm/ano, sendo verificadas as maiores médias em Diamantino (1899.7 mm) e Canarana (1828.0 mm), e as menores em Cáceres (1333.4 mm) e Peixe (1453.8 mm).

**Quadro 9** - Precipitação média histórica mensal e anual (em mm) nas estações do bioma Cerrado

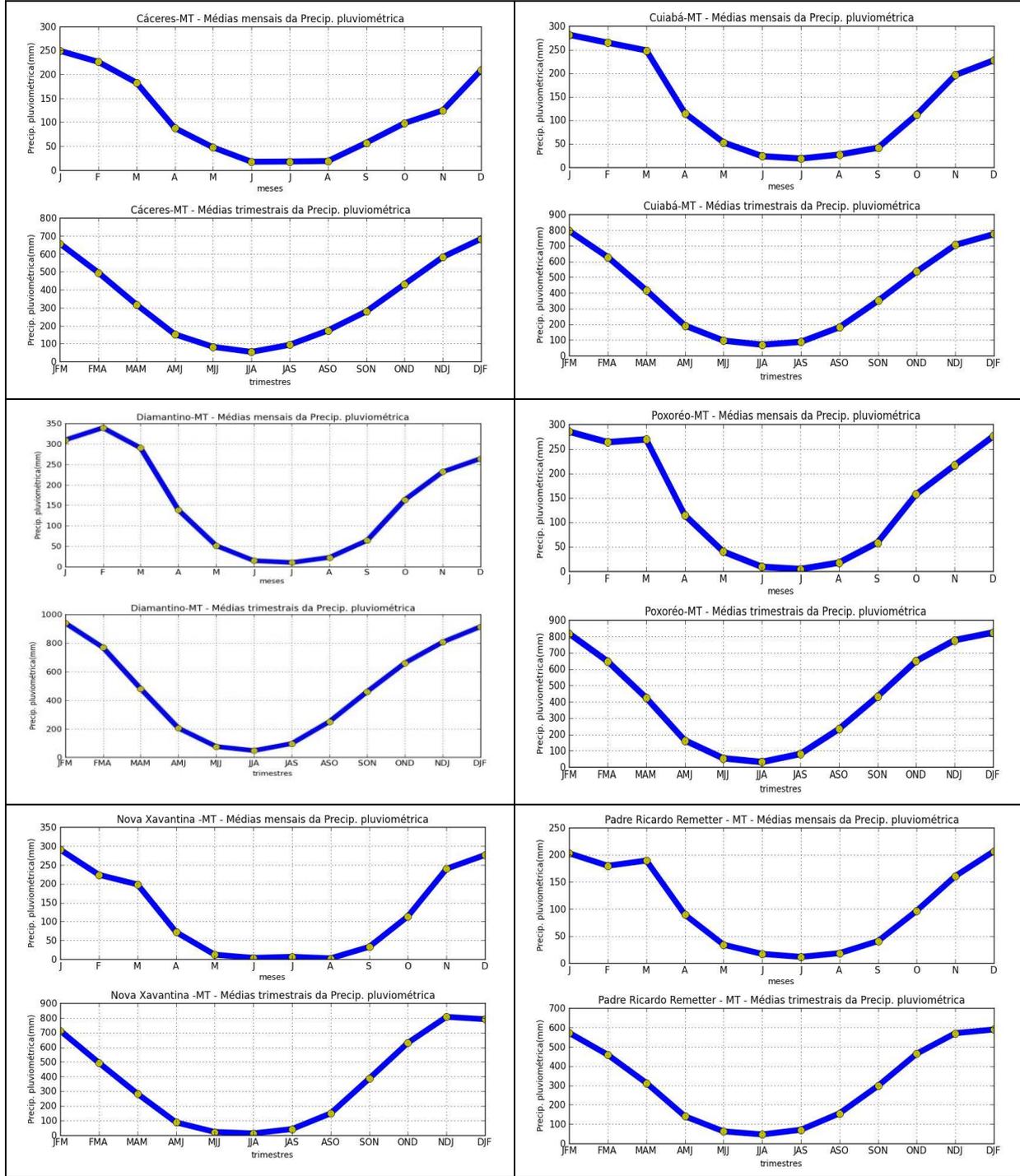
*	Médias mensais de precipitação											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	248,8	225,8	182,3	87,6	47,1	17,2	17,7	18,7	56,8	97,7	124,5	208,8
2	281,7	264,8	248,5	115,0	52,9	23,7	18,8	27,1	41,7	112,2	196,2	227,6
3	309,8	339,5	290,0	138,4	51,3	14,4	10,0	22,3	64,0	163,6	231,7	264,4
4	285,2	263,6	269,3	114,7	40,1	9,07	4,4	17,4	58,5	157,1	216,6	275,6
5	290,7	223,9	198,4	71,8	12,2	3,7	6,6	2,5	32,9	113,8	239,9	276,6
6	203,0	179,9	189,5	89,4	34,0	16,9	11,5	18,3	40,7	96,7	160,8	206,9
7	269,0	286,0	221,9	92,4	30,5	10,5	4,7	4,0	43,1	129,3	227,9	280,5
8	325,2	319,5	256,0	115,1	14,3	5,9	0,8	0,8	47,8	156,7	235,1	350,3
9	296,4	223,9	211,4	82,4	26,1	10,5	7,4	7,8	33,6	118,8	203,6	251,3
10	328,6	274,4	234,3	105,4	22,3	12,5	3,7	8,4	37,2	137,4	240,7	306,6
11	234,0	242,6	275,5	109,0	47,8	19,1	98,8	14,2	59,4	128,1	201,2	266,1
12	273,5	230,0	264,4	184,2	63,5	6,3	3,4	4,7	42,8	132,5	217,7	241,9
13	266,2	215,7	217,9	122,1	22,7	4,9	0,6	1,5	33,0	96,6	192,2	277,8
Média anual												
1	1333.4		5	1473.4		9	1473.7		13	1453.8		
2	1610.7		6	1248.0		10	1712.1					
3	1899.7		7	1600.2		11	1606.4					
4	1712.1		8	1828.0		12	1665.5					

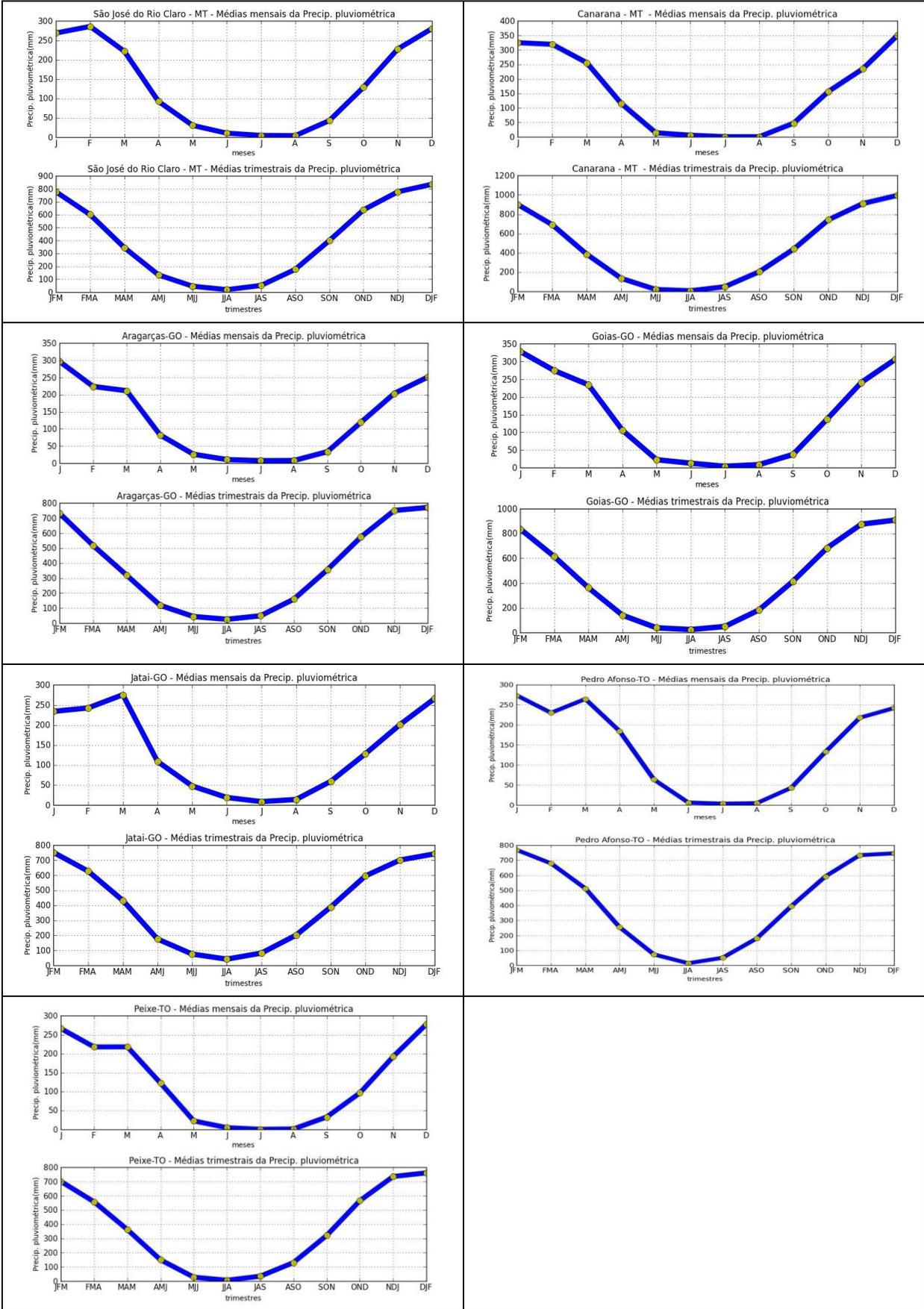
**Fonte:** Organizado pela autora através do CLIMAP 3.0. **Estação \*:** Nomes das estações: 1 (Cáceres) 2 (Cuiabá) 3 (Diamantino) 4 (Poxoréo) 5 (Nova Xavantina) 6 (Padre Ricardo Remetter) 7 (São José do Rio Claro) 8 (Canarana) 9 (Aragarças) 10 (Goiás) 11 (Jatai) 12 (Pedro Afonso) 13 (Peixe)

A Figura 11 apresenta as médias históricas mensais e trimestrais de precipitação das estações mato-grossenses de Cáceres, Cuiabá, Diamantino, Poxoréo, Nova Xavantina, Padre Ricardo Remetter, São José do Rio Claro e Canarana, bem como as de Aragarças-GO, Goiás-GO, Jatai-GO, Pedro Afonso-TO e Peixe-TO.

A linha que representa as médias mensais de precipitação forma curvas nos gráficos, as quais demonstram que o regime de chuvas tem seu início na primavera e se prolonga até meados do outono do ano seguinte, mostrando um padrão de verão chuvoso e inverno seco.

**Figura 11 - Médias históricas mensais e trimestrais de precipitação do bioma Cerrado**





Fonte: Elaborado pela autora através do CLIMAP 3.0

Quanto à precipitação, as médias mensais demonstram que quase todas as localidades apresentam seus trimestres chuvosos adiantados em um mês, enquanto que Nova Xavantina apresenta-se com dois meses adiantados em relação às outras séries analisadas. Ocorre uma variação em relação ao trimestre mais chuvoso, sendo que em Cáceres, Poxoréo, Padre Ricardo Remeter, São José do Rio Claro, Canarana, Aragarças, Goiás, Jatai, Pedro Afonso e Peixe são dezembro, janeiro e fevereiro (DJF), em Nova Xavantina, novembro, dezembro e janeiro (NDJ) e em Cuiabá e Diamantino nos meses de janeiro, fevereiro e março (JFM).

### Precipitação total e desvio padrão nas estações do bioma Cerrado

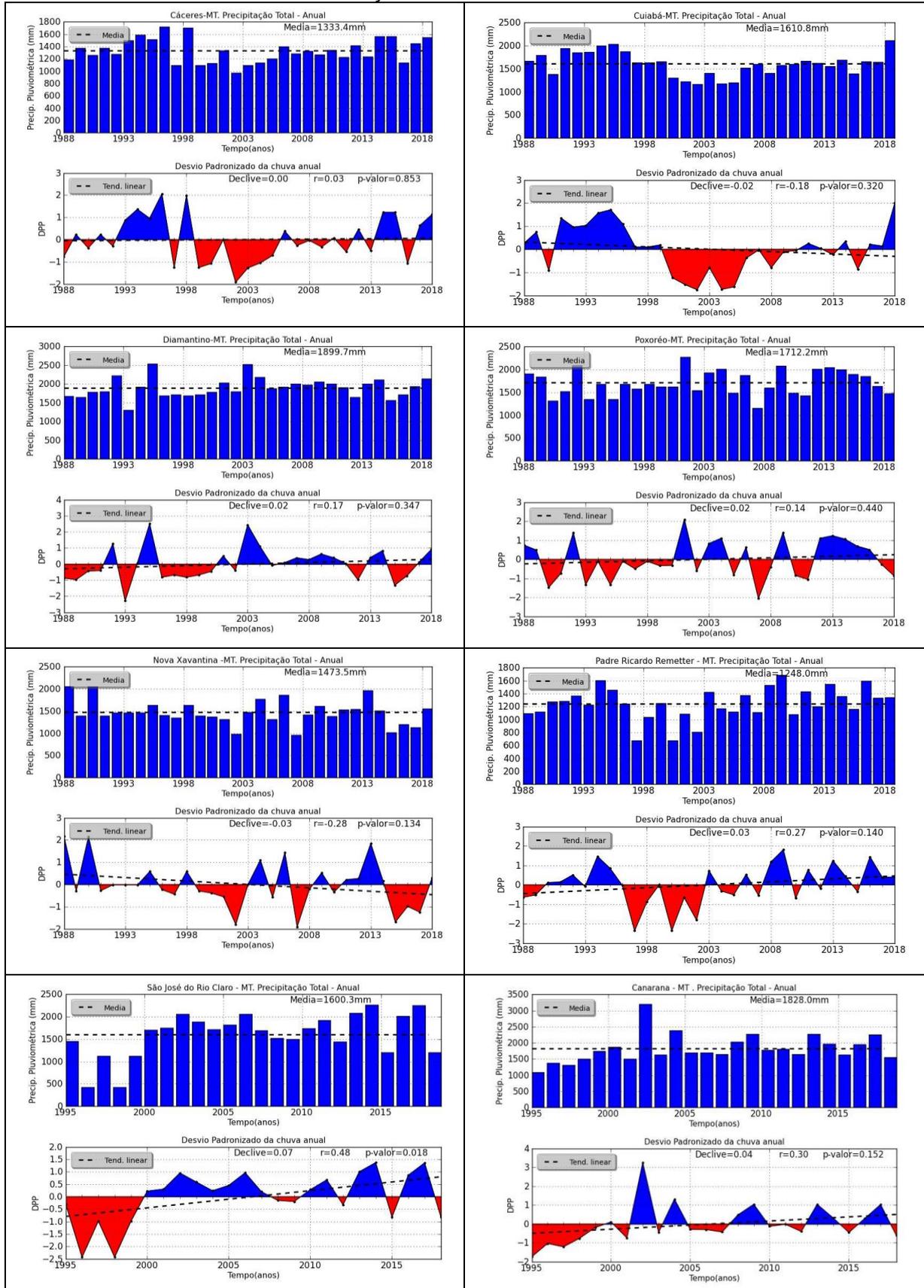
Notou-se, em todas as estações estudadas, que os valores totais de precipitação variam em relação à média; a oscilação indicada na figura abaixo é reflexo da má distribuição da precipitação ao longo de meses e dos anos na região. Através do DPP (Figura 12) verificou-se a intensidade dos eventos extremos de precipitação, conforme tabela abaixo. Percebeu-se que todas as séries estudadas apresentam sequência de anos com extremos negativos e positivos (Tabela 4). Nesta tabela percebe-se que São José do Rio Claro teve os anos de 1996 e 1998 com extremo de 480,0 mm constituindo anos atípicos bastante secos.

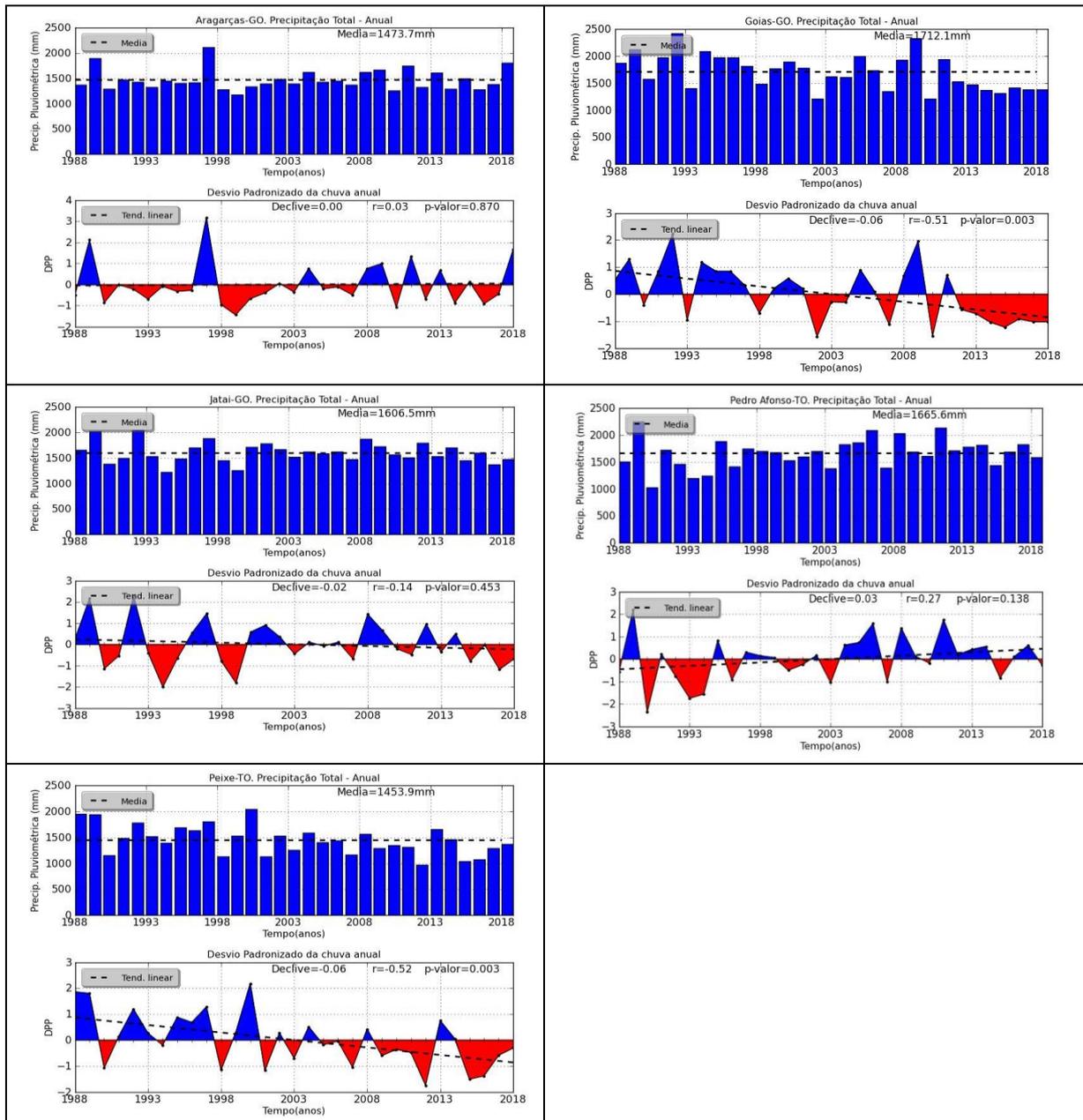
**Tabela 4 - Extremos de precipitação nas estações do bioma Cerrado**

Estação	Anos secos	Precipitação ano seco (em mm)	Anos chuvosos	Precipitação ano chuvoso (em mm)	Média total (em mm)
Cáceres	2002	1000	1996-1998	1700	1.333,4
Cuiabá	2002	1180	2018	2000	1.610,8
Diamantino	1993	1300	1995-2003	2500	1.899,7
Poxoréo	2007	1100	2001	2300	1.712,2
Nova Xavantina	2007	980	1988-90-2013	1950	1.473,5
Padre R, R	1997-2000	680	2009	1600	1.248,0
São J. Rio Claro	1996-1998	480	2014-2017	2000	1.600,3
Canarana	1995	1000	2002	3000	1.828,0
Aragarças	1999	1100	1997	2000	1.473,7
Goiás	2002-2010	1200	1992	2400	1.712,1
Jatai	1994	1200	1989-1992	2000	1.606,5
Pedro Afonso	1990	1000	1989	2300	1.665,6
Peixe	2013	1000	2000	2000	1.453,9

**Fonte:** Elaborado pela autora, 2019

**Figura 12 - Precipitação Total e Desvio Padronizado (DPP) da média de precipitações nas estações de bioma Cerrado**





Fonte: Elaborado pela autora através do CLIMAP 3.0

As estações de Nova Xavantina, Goiás, Jataí e Peixe obtiveram uma sequência de anos com precipitação abaixo da média, sendo estes observados a partir do ano de 2012 até 2018.

### Tendência de dias com precipitação igual ou superior a 1 mm, 10 mm e 20 mm

A localidade de Cáceres apresentou tendência negativa significativa na série de número de dias com chuva  $\geq 1$  mm (Pr1), demonstrando coeficiente angular que indica

uma taxa de -0,55 ocorrências/ano e tendência positiva significativa de incremento de 0,37 ocorrências /ano em Pr10 (Figura 13 (a)).

A localidade de Cuiabá obteve uma tendência negativa significativa na série de número de dias com precipitação  $\geq 1$ , com coeficiente angular indicando uma taxa na ordem de -0,50 ocorrências/ano (Figura 13 (b)).

Em Diamantino houve tendência negativa na série de número de dias com precipitação  $\geq 1$  e 10 mm/dia (Pr1, Pr10) com coeficiente angular indicando uma taxa na ordem de -0,06 e -0,06 ocorrências/ano, respectivamente (Figura 13 (c)).

Na estação de Poxoréo obteve-se uma tendência negativa na série de número de dias com precipitação  $\geq 1$  (Pr1) com coeficiente angular indicando uma taxa na ordem de -0,40 ocorrências/ano. E tendência positiva na série de número de dias com precipitação  $\geq 10$  e 20 mm (Pr10 e Pr20), com incremento na taxa de 0,22 e 0,16 ocorrências/ano, respectivamente (Figura 13 (d)).

Em Nova Xavantina notou-se tendência negativa na série de número de dias com precipitação  $\geq 10$  e 20 mm (Pr10 e Pr20) com coeficiente angular indicando uma taxa na ordem de -0,10 e -0,19 ocorrências/ano, respectivamente (Figura 13 (e)).

Na estação de Padre Ricardo Remetter, observou-se tendência negativa na série de número de dias com precipitação  $\geq 1$  mm (Pr1), com coeficiente angular indicando taxa de - 0,38 ocorrências/ano e tendência positiva no número de dias com precipitação  $\geq 10$  e 20 mm (Pr10 e Pr20) com coeficiente angular indicando uma taxa na ordem de 0,26 e 0,22 ocorrências/ano, respectivamente (Figura 13 (f)).

Em São José do Rio Claro percebeu-se tendência positiva significativa na série de número de dias com precipitação  $\geq 1$ , 10 mm, com coeficiente angular demonstrando uma taxa de incremento de 1,48 e 0,93 ocorrências/ano, respectivamente (Figura 13 (g)).

A localidade de Canarana apresentou tendência positiva significativa no número de dias com precipitação  $\geq 10$  e 20 mm, com coeficiente angular indicando um incremento de 0,66 e 0,57 ocorrências/ano, respectivamente (Figura 13 (h)).

Aragarças apresentou tendência negativa em todos os índices (Pr1 Pr10 e Pr20) com coeficiente angular com taxa de - 0,01, - 0,06 e - 0,03 ocorrências/ano, respectivamente (Figura 13 (i)).

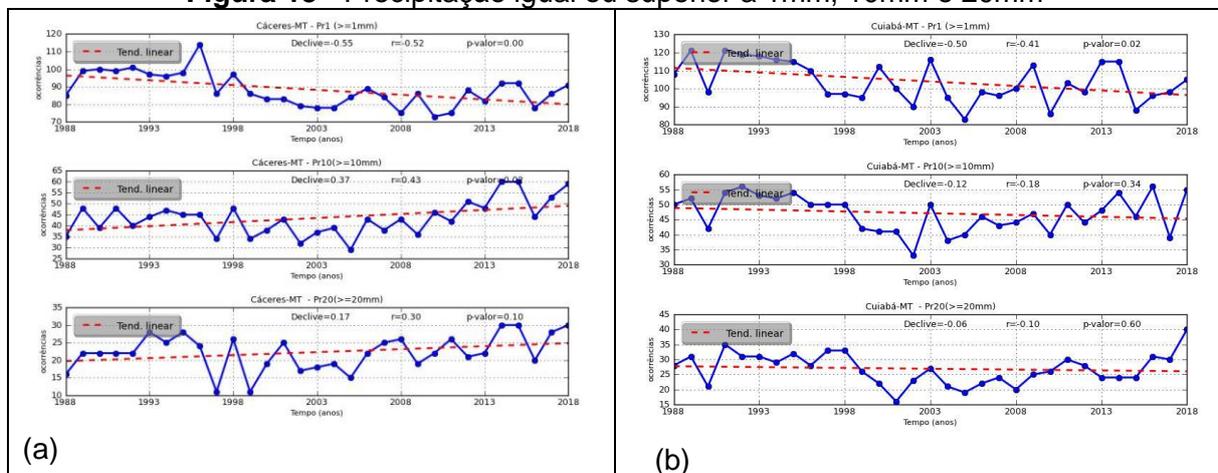
A estação de Goiás apresentou tendência negativa significativa quanto ao número de dias com precipitação  $\geq 1, 10$  e  $20$  mm, com coeficiente angular com taxa de  $-0,46, -0,40$  e  $-0,36$  ocorrências/ano, respectivamente (Figura 13 (j)).

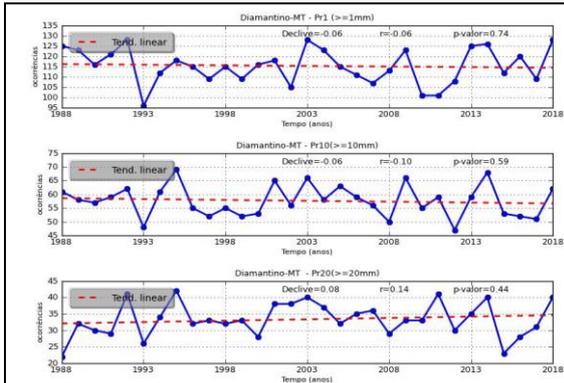
Em Jatai houve tendência negativa no número de dias com chuva  $\geq 1,10$  e  $20$  mm, apresentando coeficiente angular com taxas de  $-0,29, -0,20$  e  $-0,04$  ocorrências /ano, respectivamente (Figura 13 (k)).

Pedro Afonso demonstrou tendência negativa no número de dias com precipitação  $\geq 1$  mm, com taxa de  $-0,32$  e tendência positiva no número de dias com chuva  $\geq 10$  e  $20$ mm, com coeficiente angular com incremento de  $0,17$  e  $0,14$  ocorrências/ano, respectivamente (Figura 13 (l)).

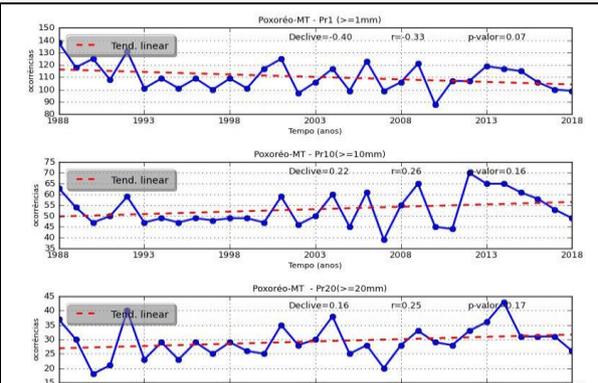
A estação de Peixe apresentou tendência negativa estatisticamente significativa no número de dias com chuva  $\geq 1, 10$  e  $20$  mm, com coeficiente angular com taxa de  $-0,71, -0,39$  e  $-0,33$  ocorrências/ano, respectivamente (Figura 13 (m)). Estudo realizado por Salvador (2014) nesta mesma estação demonstrou tendência negativa significativa na série estudada (1965 -2010).

**Figura 13 - Precipitação igual ou superior a 1mm, 10mm e 20mm**

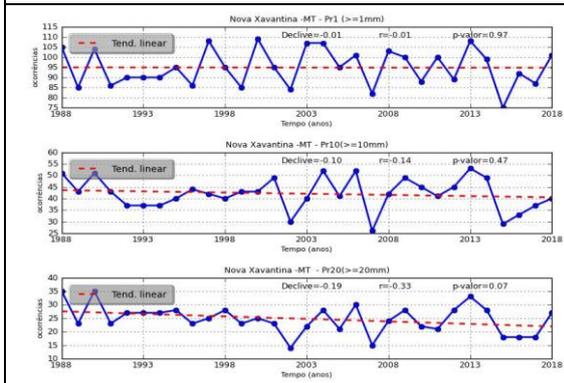




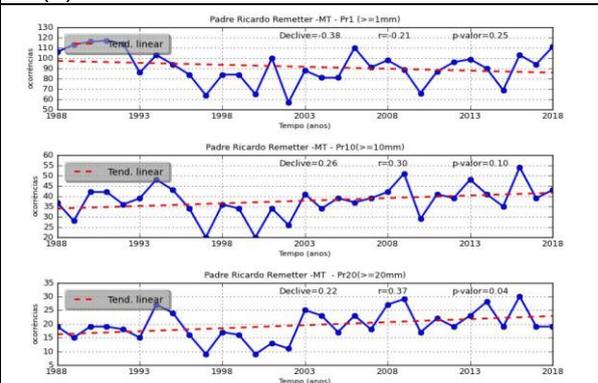
(c)



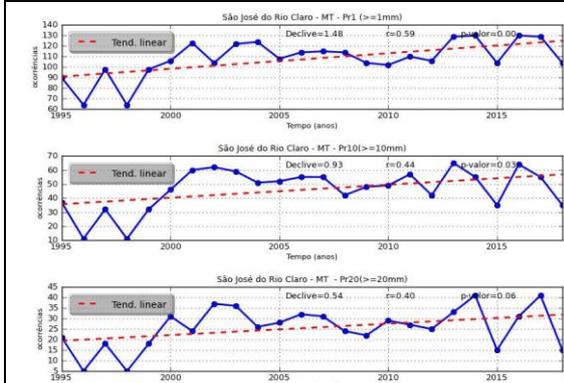
(d)



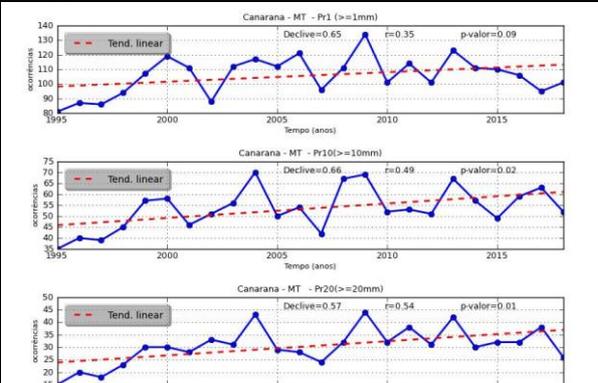
(e)



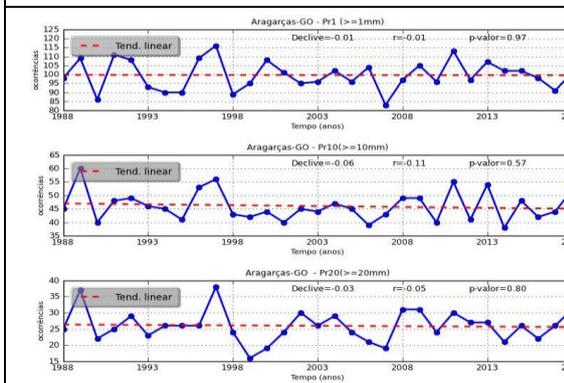
(f)



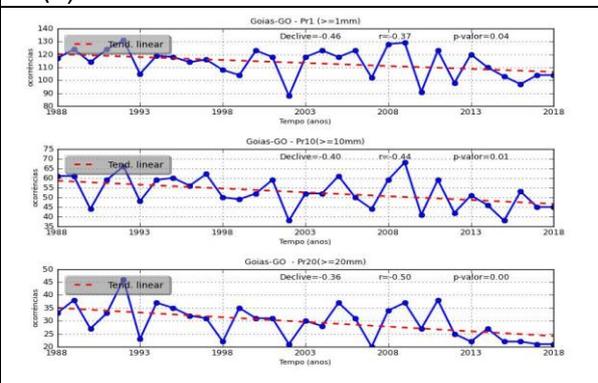
(g)



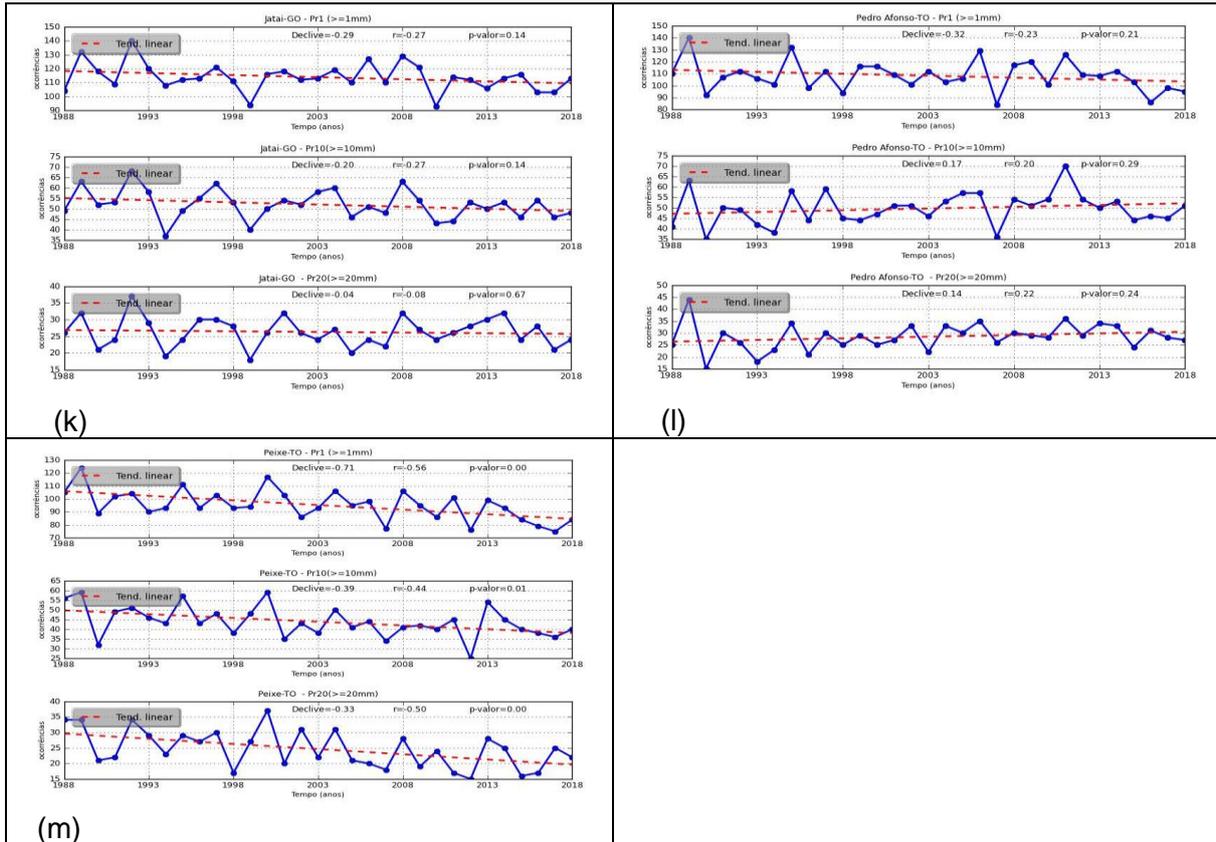
(h)



(i)



(j)

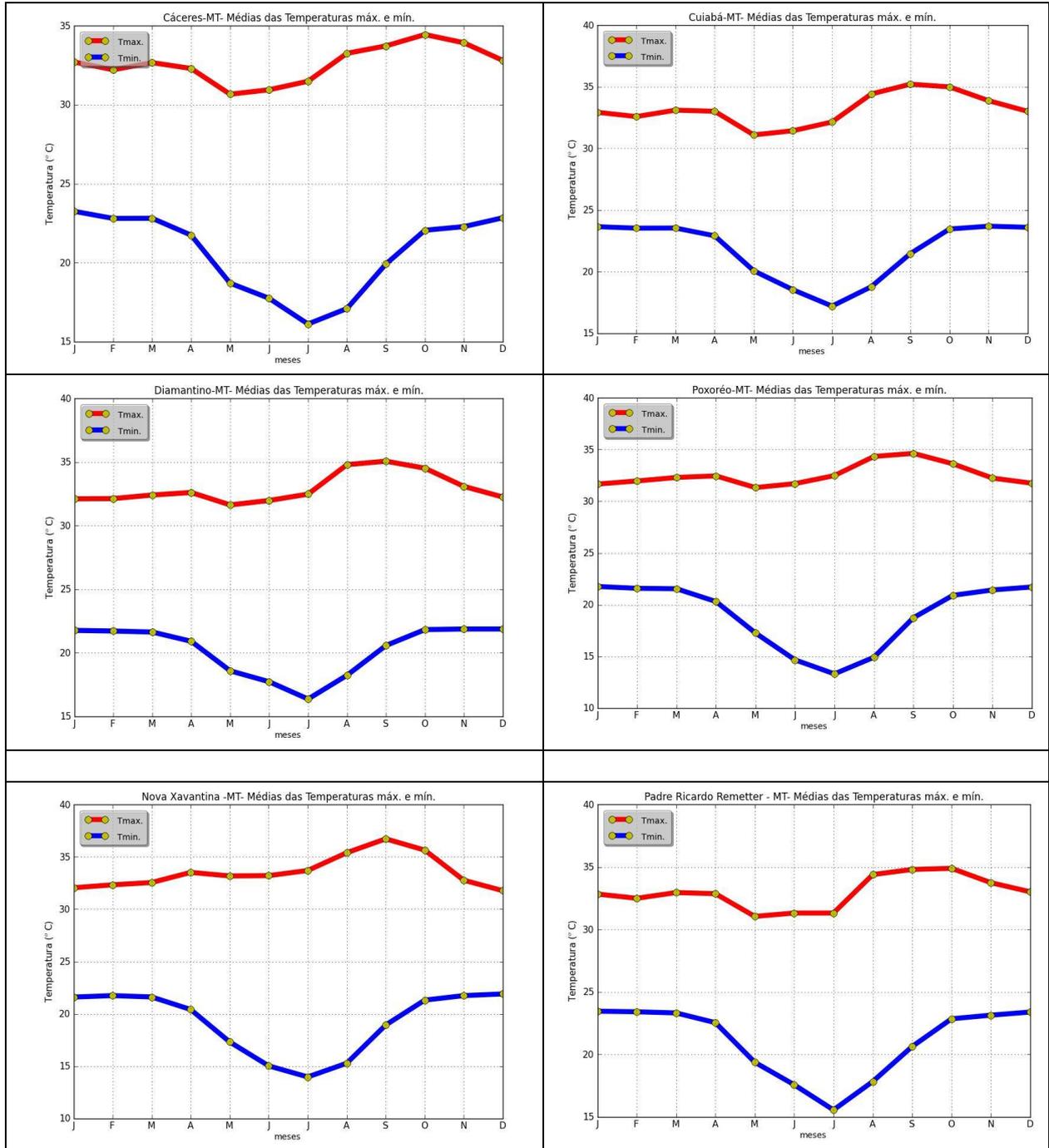


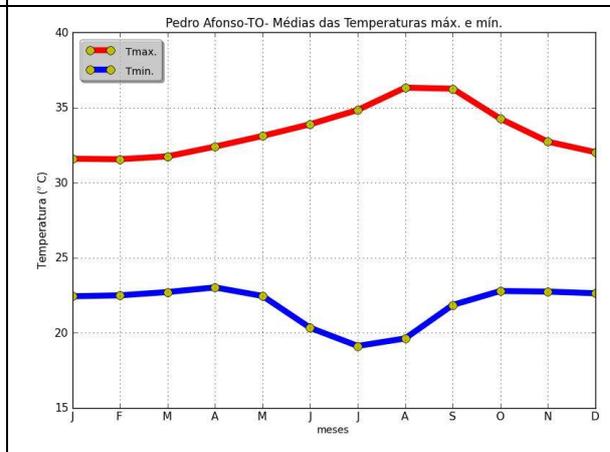
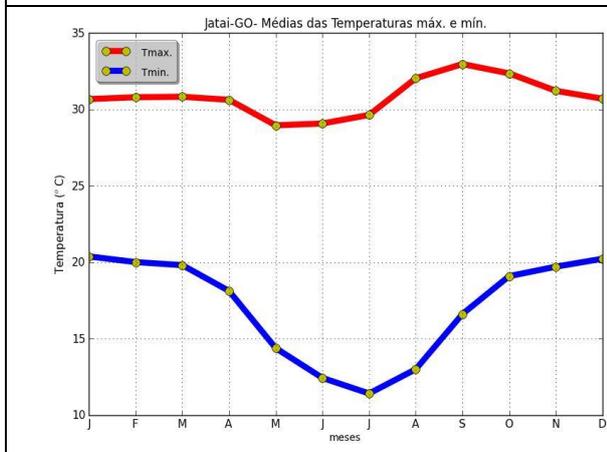
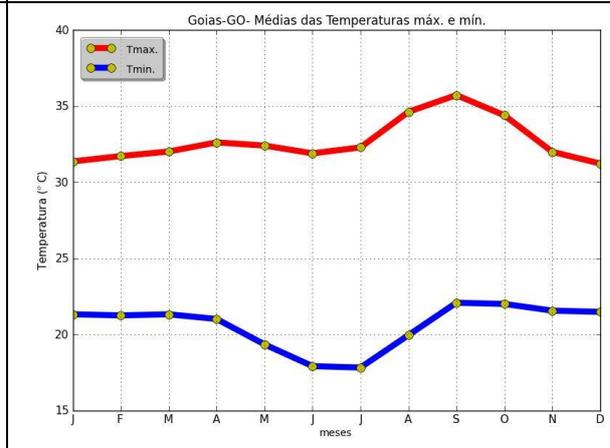
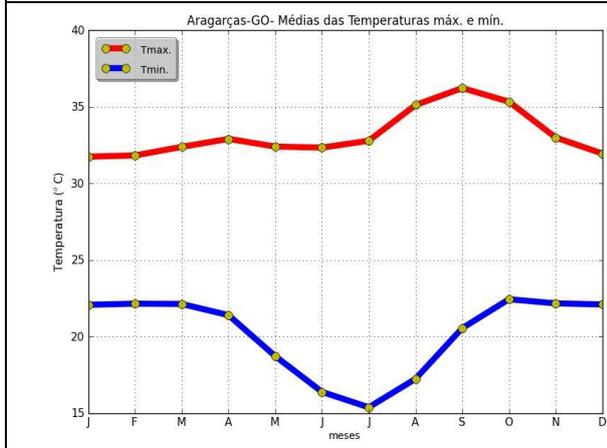
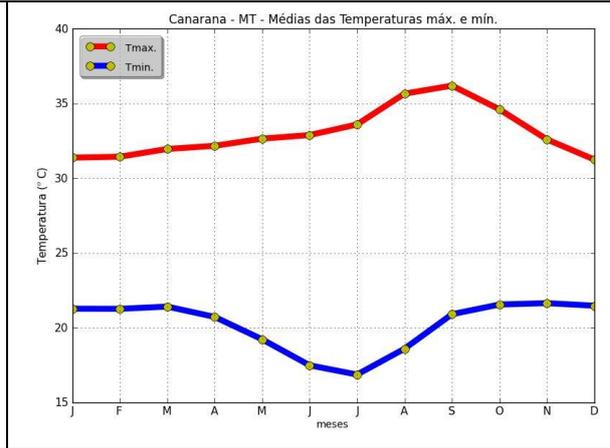
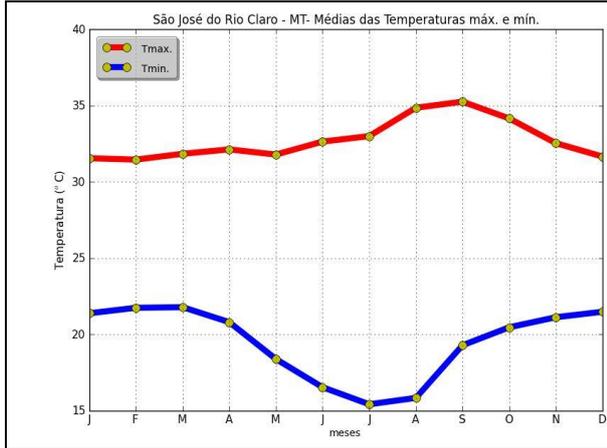
Fonte: Elaborado pela autora através do CLIMAP 3.0

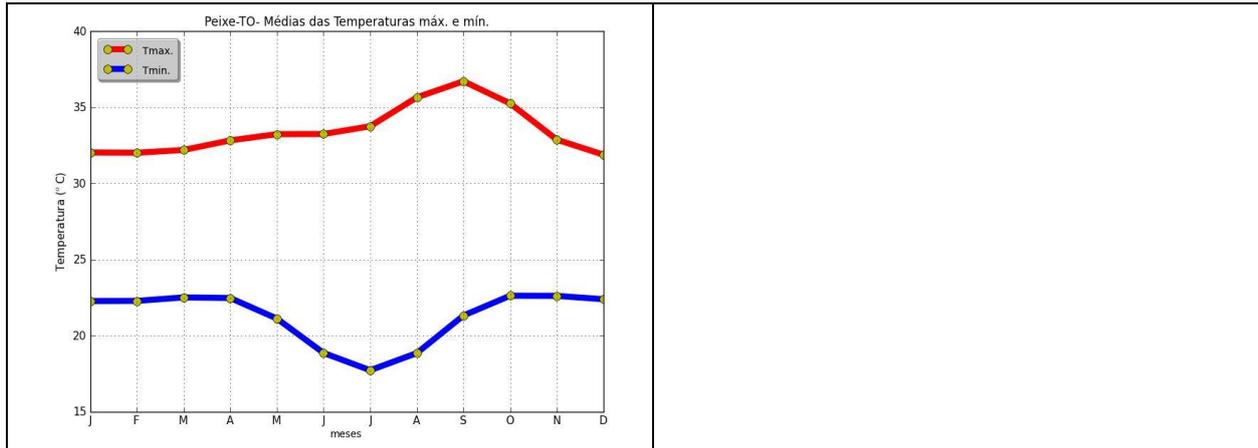
## Temperatura do ar

A temperatura máxima das estações estudadas no bioma Cerrado mantém-se elevadas o ano todo, apresentando médias mensais superiores a  $28^{\circ}\text{C}$ . Observa-se que a maior média da temperatura máxima ocorre entre os meses de agosto, setembro e outubro, exceto Cáceres que tem seu máxima anual nos meses de setembro, outubro e novembro, e Pedro Afonso (nos meses de julho, agosto e setembro, coincidindo com o final do período seco) (Figura 14).

**Figura 14 - Comportamento da temperatura máxima durante o período de 1988-2018 no bioma Cerrado**







Fonte: Elaborado pela autora através do CLIMAP 3.0

A Tabela 5 mostra, em negrito, o trimestre com valor de temperatura máxima mensal nas estações estudadas no bioma Cerrado.

**Tabela 5** - Temperatura máxima média histórica mensal e anual nas estações do bioma Cerrado durante o período 1988 - 2018

*	Temperatura máxima média histórica mensal												Média anual
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1	32,7	32,2	32,6	32,3	30,6	30,9	31,4	33,2	<b>33,7</b>	<b>34,4</b>	<b>33,9</b>	32,8	32,5
2	32,4	32,5	33,1	33,0	31,1	31,4	32,1	<b>34,4</b>	<b>35,2</b>	<b>35,0</b>	33,8	33,0	33,1
3	32,1	32,1	32,4	32,6	31,6	31,9	32,4	<b>34,8</b>	<b>35,0</b>	<b>34,5</b>	33,0	32,2	32,9
4	31,6	31,9	32,3	32,4	31,3	31,7	32,4	<b>34,3</b>	<b>34,6</b>	<b>33,6</b>	32,2	31,7	32,5
5	32,0	32,3	32,5	33,5	33,1	33,2	33,7	<b>35,4</b>	<b>36,7</b>	<b>35,6</b>	32,7	31,7	33,5
6	32,8	32,5	32,9	32,8	31,0	31,3	31,3	<b>34,4</b>	<b>34,8</b>	<b>34,9</b>	33,7	33,0	32,9
7	31,5	31,4	31,8	32,1	31,7	32,6	33,0	<b>34,8</b>	<b>35,2</b>	<b>34,1</b>	32,5	31,6	32,7
8	31,3	31,4	31,9	32,1	32,6	32,8	33,6	<b>35,6</b>	<b>36,2</b>	<b>34,6</b>	32,6	31,2	33,0
9	31,7	31,8	32,3	32,9	32,4	32,3	32,7	<b>35,1</b>	<b>36,2</b>	<b>35,3</b>	33,0	31,9	33,1
10	32,3	32,4	33,1	33,8	33,5	33,7	34,0	<b>35,4</b>	<b>35,5</b>	<b>34,4</b>	33,0	32,3	33,6
11	30,6	30,8	30,8	30,6	28,9	29,0	29,6	<b>32,0</b>	<b>32,9</b>	<b>32,3</b>	31,2	30,7	30,8
12	31,5	31,5	31,7	32,4	33,1	33,8	<b>34,8</b>	<b>36,3</b>	<b>36,2</b>	34,2	32,7	32,0	33,4
13	32,0	32,0	32,2	32,8	33,2	33,2	33,7	<b>35,6</b>	<b>36,7</b>	<b>35,2</b>	32,8	31,8	33,4

Fonte: Organizado pela autora através do CLIMAP 3.0. Nome das Estações \*: 1 (Cáceres) 2 (Cuiabá) 3 (Diamantino) 4 (Poxoró) 5 (Nova Xavantina) 6 (Padre Ricardo Remetter) 7 (São José do Rio Claro) 8 (Canarana) 9 (Aragarças) 10 (Goiás) 11 (Jataí) 12 (Pedro Afonso) 13 (Peixe)

Percebe-se que o pico de temperatura máxima (final do inverno-início da primavera) ocasiona-se pelo aumento da radiação incidente e pelo fato de que neste período ocorrem poucas chuvas e a umidade do ar é baixa (SALVADOR, 2014; SALVADOR e BRITO, 2018). O autor corrobora dizendo que, no verão, as máximas são menos elevadas mesmo sendo o período de maior incidência de radiação solar, pois

nesta estação há maiores ocorrências de chuva, alta umidade do ar e presença de dias nublados, contribuindo para reduzir a temperatura.

**Tabela 6** - Temperatura mínima média histórica mensal e anual nas estações do bioma Cerrado durante o período 1988 – 2018.

*	Temperatura mínima média histórica mensal												Média anual
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1	23,2	22,8	22,8	21,7	18,7	17,7	16,1	17,0	19,9	22,0	22,2	22,8	20,6
2	23,6	23,5	23,5	22,9	20,0	18,5	17,2	18,7	21,4	23,4	23,6	23,6	21,6
3	21,7	21,7	21,6	20,9	18,5	17,7	16,3	18,2	20,5	21,8	21,8	21,8	20,2
4	21,7	21,5	21,5	20,3	17,2	14,6	13,3	14,9	18,7	20,9	21,4	21,7	18,9
5	21,6	21,7	21,6	20,4	17,3	15,0	13,9	15,2	18,9	21,3	21,7	21,9	19,2
6	23,4	23,4	23,3	22,5	19,3	17,5	15,5	17,8	20,6	22,8	23,1	23,3	21,0
7	21,3	21,7	21,7	20,8	18,3	16,5	15,4	15,8	19,2	20,4	21,1	21,4	19,5
8	21,2	21,2	21,4	20,7	19,2	17,4	16,8	18,5	20,9	21,5	21,6	21,4	20,1
9	22,0	22,1	22,1	21,4	18,7	16,3	15,3	17,2	20,5	22,4	22,1	22,1	20,2
10	21,0	20,8	21,1	21,1	19,6	18,0	16,7	17,9	20,2	21,5	21,6	21,3	20,5
11	20,3	20,0	19,8	18,1	14,3	12,4	11,4	13,0	16,6	19,0	19,7	20,2	17,0
12	22,4	22,4	22,7	23,0	22,4	20,3	19,1	19,6	21,8	22,7	22,7	22,6	21,8
13	22,2	22,2	22,5	22,4	21,1	18,8	17,7	18,8	21,3	22,6	22,6	22,3	21,2

**Fonte:** Organizado pela autora através do CLIMAP 3.0. **Nomes das estações\*:** 1 (Cáceres) 2 (Cuiabá) 3 (Diamantino) 4 (Poxoréo) 5 (Nova Xavantina) 6 (Padre Ricardo Remetter) 7 (São José do Rio Claro) 8 (Canarana) 9 (Aragarças) 10 (Goiás) 11 (Jataí) 12 (Pedro Afonso) 13 (Peixe)

A temperatura mínima média mensal mantém-se acima dos 11°C na estação de Jataí, enquanto nas demais mantém-se acima dos 13°C; entretanto, apresenta o trimestre de junho, julho e agosto (JJA) com as menores médias de temperatura do ar (Tabela 6).

#### 4.3.1- Variação espacial e temporal da precipitação no contexto regional

No contexto regional relativo ao bioma Amazônia percebe-se que, nos anos de 1988 a 1998, ocorreu grande alternância no comportamento da precipitação. Na totalidade das séries analisadas, a maioria dos anos mostra comportamento normal, seguido de tendente a chuvoso com 17 ocorrências, e tendência a seco com 14. Apenas Labrea (1992) e São José do Xingu (nos anos de 1991, 1994 e 1998) mostram ocorrências chuvosas. As ocorrências do tipo seco ocorreram em Manicore (2005), Altamira (1992 e 2015) e São Félix do Xingu (1993-2010 -2016).

Nas estações inseridas no contexto local notou-se que nos anos de 1988-1989 e 1993 a 1995, Matupá apresentou maior número de ocorrências do tipo seco, com desvio negativo maior que 30% (Quadro 10). Observa-se, ainda, que no ano de 2015 todas as estações foram classificadas como Seco ou Tendente a seco (exceto em Matupá, que

apresentou comportamento Normal). Salienta-se que esse foi um ano de ocorrência de El Niño com intensidade forte (Quadro 13).

**Quadro 10** - Classificação do comportamento pluviométrico nos últimos 30 anos nas estações estudadas do bioma Amazônia

Ano	Estações com registros analisados					
	Contexto regional				Contexto local	
	Labrea-AM	Manicore-AM	Altamira-PA	São Félix do Xingu-PA	Matupá-MT	Gleba Celeste-MT
1988	T chuvoso	T chuvoso	Normal	Normal	Seco	Normal
1989	T chuvoso	T chuvoso	T chuvoso	Normal	Seco	T chuvoso
1990	Normal	T seco	T seco	Normal	Normal	Normal
1991	T chuvoso	T chuvoso	Normal	Chuvoso	Normal	Normal
1992	Chuvoso	T seco	Seco	Normal	Normal	Normal
1993	T chuvoso	Normal	T seco	Seco	Seco	Normal
1994	Normal	Normal	Normal	Chuvoso	Seco	T seco
1995	T seco	T chuvoso	Normal	Normal	Seco	Normal
1996	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
1997	T chuvoso	T seco	Normal	T seco	Normal	Normal
1998	T seco	Normal	Normal	Chuvoso	T seco	Normal
1999	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
2000	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
2001	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	T seco
2002	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Seco
2003	T chuvoso	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
2004	Normal	T seco	Normal	Normal	T chuvoso	Normal
2005	Normal	Seco	Normal	Normal	T chuvoso	Normal
2006	Normal	Normal	T chuvoso	Normal	T chuvoso	T chuvoso
2007	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
2008	Normal	Normal	Normal	Normal	T chuvoso	Normal
2009	Normal	T chuvoso	T chuvoso	T chuvoso	Normal	T seco
2010	T Seco	Normal	Normal	Seco	T chuvoso	T seco
2011	Normal	T chuvoso	Normal	Normal	Normal	Normal
2012	T seco	Normal	Normal	Normal	T chuvoso	T seco
2013	Normal	Normal	Normal	Normal	Chuvoso	T chuvoso
2014	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
2015	T seco	T seco	Seco	T seco	Normal	T seco
2016	T seco	Normal	T chuvoso	Seco	Normal	T seco
2017	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
2018	T seco	Normal	Normal	Normal	Normal	T seco

Fonte: Adaptado de Santos; Souza; Vecchia (2017)

Nas estações do contexto regional no bioma Cerrado, notou-se que em muitos dos anos analisados as localidades apresentaram comportamento Normal, com alternância de Chuvoso, Seco e Tendente a chuvoso (exceto em Goiás que apresentou uma sequência de cinco anos com Tendência a secos: 2014 a 2018) (Quadro 11).

**Quadro 11** - Classificação do comportamento pluviométrico nos últimos 30 anos nas estações estudadas do bioma Cerrado (contexto regional)

Ano	Estações com registros analisados					
	P. Afonso-TO	Peixe-TO	Goiás-GO	Aragarças-GO	Jataí-GO	Cáceres-MT
1988	Normal	Chuvoso	Normal	Normal	Normal	Normal
1989	Chuvoso	Chuvoso	T chuvoso	T chuvoso	T chuvoso	Normal
1990	Seco	T seco	Normal	Normal	Normal	Normal
1991	Normal	Normal	T chuvoso	Normal	Normal	Normal
1992	Normal	T chuvoso	Chuvoso	Normal	T chuvoso	Normal
1993	Seco	Normal	T seco	Normal	Normal	Normal
1994	Seco	Normal	T chuvoso	Normal	T seco	T chuvoso
1995	Normal	T chuvoso	Normal	Normal	Normal	Normal
1996	T seco	Normal	T chuvoso	Normal	Normal	T chuvoso
1997	Normal	T chuvoso	Normal	Chuvoso	T chuvoso	T seco
1998	Normal	T seco	Normal	T seco	Normal	Chuvoso
1999	Normal	Normal	Normal	T seco	T seco	T seco
2000	Normal	Chuvoso	Normal	Normal	Normal	T seco
2001	Normal	T seco	Normal	Normal	Normal	Normal
2002	Normal	Normal	Seco	Normal	Normal	T seco
2003	T seco	Normal	Normal	Normal	Normal	T seco
2004	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
2005	Normal	Normal	T chuvoso	Normal	Normal	Normal
2006	T chuvoso	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
2007	T seco	T seco	T seco	Normal	Normal	Normal
2008	T chuvoso	Normal	Normal	Normal	T chuvoso	Normal
2009	Normal	Normal	Chuvoso	Normal	Normal	Normal
2010	Normal	Normal	Seco	T seco	Normal	Normal
2011	T chuvoso	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
2012	Normal	Seco	Normal	Normal	Normal	Normal
2013	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
2014	Normal	Normal	T seco	Normal	Normal	T chuvoso
2015	Normal	T seco	T seco	Normal	Normal	T chuvoso
2016	Normal	T seco	T seco	Normal	Normal	Normal
2017	Normal	Normal	T seco	Normal	Normal	Normal
2018	Normal	Normal	T seco	T chuvoso	Normal	T chuvoso

Fonte: Adaptado de Santos, Souza e Vecchia (2017)

Nas séries analisadas (1988-2018), este conjunto de localidades foi a que mais apresentou o comportamento dos tipos Chuvoso ou Tendente a Chuvoso (com 12 e 23 ocorrências, respectivamente), enquanto os tipos Seco e Tendência a seco tiveram 11 e 20 ocorrências, respectivamente.

Quanto ao contexto local no bioma Cerrado, as estações de São José do Rio Claro e Canarana apresentaram sequência de anos Secos (1995-1998). Percebe-se que no ano de 1995-1996 as estações acima citadas apresentaram comportamento pluviométrico tipo Seco: em Canarana obteve-se uma média de 1000mm/ano no ano de 1995 e em São José do Rio Claro no ano de 1996 registrou-se uma média de 480mm/ano.

**Quadro 12** - Classificação do comportamento pluviométrico nos últimos 30 anos nas estações estudadas do bioma Cerrado (contexto local)

Ano	Estações com registros analisados						
	Nova Xavantina	Poxoréo	Cuiabá	Padre R. Remetter	Diamantino	São J. do Rio Claro	Canarana
1988	Chuvoso	Normal	Normal	Normal	Normal	-	-
1989	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	-	-
1990	Chuvoso	T seco	Normal	Normal	Normal	-	-
1991	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	-	-
1992	Normal	T chuvoso	Normal	Normal	T chuvoso	-	-
1993	Normal	T seco	Normal	Normal	Seco	-	-
1994	Normal	T seco	T chuvoso	T chuvoso	Normal	-	-
1995	Normal	Normal	T chuvoso	Normal	Chuvoso	Normal	Seco
1996	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Seco	T seco
1997	Normal	Normal	Normal	Seco	Normal	T seco	T seco
1998	Normal	Normal	Normal	T seco	Normal	Seco	T seco
1999	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	T seco	Normal
2000	Normal	Normal	T seco	Seco	Normal	Normal	Normal
2001	Normal	Chuvoso	T seco	Normal	Normal	Normal	T seco
2002	Seco	Normal	Normal	Seco	Normal	Normal	Chuvoso
2003	Normal	Normal	Normal	Normal	Chuvoso	T chuvoso	Normal
2004	T chuvoso	T chuvoso	T seco	Normal	Normal	T chuvoso	Chuvoso
2005	Normal	Normal	T seco	Normal	Normal	Normal	Normal
2006	T chuvoso	Normal	Normal	Normal	Normal	T chuvoso	Normal
2007	Seco	Seco	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
2008	Normal	Normal	Normal	T chuvoso	Normal	Normal	Normal
2009	Normal	T chuvoso	Normal	Chuvoso	Normal	Normal	T chuvoso
2010	Normal	Normal	Normal	T seco	Normal	Normal	Normal
2011	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	T chuvoso	Normal
2012	Normal	T chuvoso	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
2013	Chuvoso	T chuvoso	Normal	T chuvoso	Normal	T chuvoso	T chuvoso
2014	Normal	T chuvoso	Normal	Normal	Normal	Chuvoso	Normal
2015	Seco	Normal	Normal	Normal	T seco	T seco	Normal
2016	T seco	Normal	Normal	T chuvoso	Normal	T chuvoso	Normal
2017	T seco	Normal	Normal	Normal	Normal	Chuvoso	T chuvoso
2018	Normal	Normal	Chuvoso	Normal	Normal	T seco	T seco

Fonte: Adaptado de Santos, Souza e Vecchia (2017)

### Correspondência da variabilidade observada com El Niño e La Niña.

Com base em INPE (2019, p. 01) a intensidade do fenômeno El Niño considerou-se *Forte* quando a temperatura da superfície do mar (TSM) foi superior a 1,5°C em alguns dos meses pertencentes à série (agosto de um ano até julho do ano seguinte); *Moderada* quando os valores foram inferiores a 1,5°C, mas superiores a 1,0°C; e *Fraca* em aqueles eventos com valores inferiores a 1,0°C, mas superiores a 0,5°C.

**Quadro 13** - Anomalias das precipitações durante eventos El Niño e La Niña de acordo com os registros das estações meteorológicas estudadas

*	Ano	Anomalias das precipitações – Estações*																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
La Niña	1988-1989	+	€	€	+	-	+	+	+	+	€	+	+	+	-	€	-			
El Niño	1991-1992	-	-	€	+	-	€	+	€	+	€	€	+	€	€	+	€	+		
El Niño	1992-1993	-	-	€	+	€	+	€	+	€	€	-	+	€	-	€	+	+		
El Niño	1997-1998	+	€	€	+	-	-	€	€	€	-	+	+	-	€	€	€	-	-	
La Niña	1998-1999	+	-	€	+	-	€	€	€	€	-	+	€	-	+	-	€	-	-	
La Niña	1999-2000	+	-	-	-	-	€	+	€	€	-	+	€	-	€	€	-	€	€	
El Niño	2002-2003	€	-	-	-	€	€	-	€	+	€	€	+	€	€	€	€	€	+	
El Niño	2006-2007	+	-	€	€	+	+	-	€	-	€	€	€	€	€	+	€	€	+	
La Niña	2007-2008	+	€	€	€	+	+	€	€	€	€	+	€	-	+	+	-	€	+	
El Niño	2009-2010	+	+	€	€	+	-	€	€	-	€	€	-	€	€	+	€	€	€	
La Niña	2010-2011	-	€	€	+	+	€	€	-	-	€	€	-	-	-	+	€	€	+	
El Niño	2015-2016	€	-	€	€	-	-	-	-	-	€	€	-	+	-	€	-	€	€	
La Niña	2017-2018	+	€	+	+	+	-	-	-	€	+	€	-	-	+	+	€	+	€	

LEGENDA	
Anomalia positiva	+
Anomalia negativa	-
Comportamento irregular	€
Sem dados	

Evento	Intensidade
El Niño	Forte
El Niño	Moderado
El Niño	Fraco
La Niña	Moderado
La Niña	Fraco

**Fonte:** Organizado pela autora através de dados do INPE, 2019. \* **Eventos. Nome das Estações:** 1 (Altamira) 2 (Aragarças) 3 (Cáceres) 4 (Cuiabá) 5 (Diamantino) 6 ( Gleba Celeste) 7 (Goiás) 8 ( Jatai) 9 (Labrea) 10 (Manicore) 11(Pedro Afonso) 12 ( Peixe) 13 ( Poxoréo) 14 (São Félix do Xingu) 15 (Matupá) 16 (Nova Xavantina) 17 (Padre Ricardo Remetter) 18 (São José do rio Claro) 19 (Canarana)

Quanto a La Niña, a intensidade do fenômeno foi considerada *Forte* quando a temperatura da superfície do mar (TSM) foi inferior a  $-1,5^{\circ}\text{C}$  (agosto de um ano até julho do seguinte); *Moderada* quando se obtiveram valores superiores à  $-1,5^{\circ}\text{C}$ , mas inferiores à  $-1,0^{\circ}\text{C}$  e *Fraca* quando os valores foram superiores à  $-1,0^{\circ}\text{C}$ , mas inferiores à  $-0,5^{\circ}\text{C}$ .

Para realizar a análise das anomalias consideraram-se positivos os eventos iguais ou acima da média de precipitação, negativos aqueles abaixo da média e com comportamento irregular quando os dados oscilam de negativos para positivos, ou vice-versa.

No ano de 1988-1989 ocorreu La Niña de intensidade moderada, notou-se que as anomalias positivas obtiveram maior ocorrência neste período. A partir do ano de 1998 percebeu-se que os eventos de anomalias obtiveram intensidade de Moderada a Fraca

evidenciando assim um maior número de dados demonstrando comportamento irregular (ano < que a média, seguido de ano > que a média, ou vice-versa).

Quando analisada a relação entre os períodos anômalos e os eventos El Niño e La Niña (segundo dados Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, 2019), percebe-se que, na área de estudo, a influência de um mesmo evento gerou anomalias positivas ou negativas, tendo ainda anos com um comportamento irregular (Quadro 13).

#### **4.4- Variabilidade climática regional versus vazões médias**

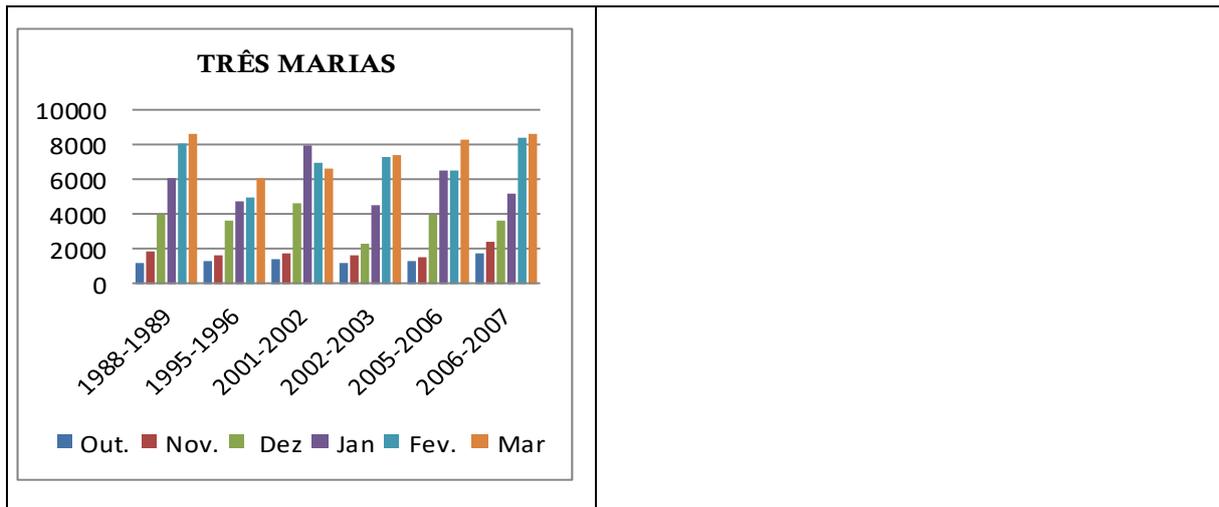
Para a análise desta relação utilizaram-se os dados de vazão média das estações selecionadas. Os critérios de seleção dos anos para a análise das vazões foram os seguintes: (1) anos anteriores ao início da construção de UHEs no rio Teles Pires, ou seja, antes do ano de 2011 e (2) anos com disponibilidade de dados nos registros das estações fluviométricas.

Os resultados mostram que, no ano de 1988-1989, das 17 estações observadas, 12 apresentaram comportamento Normal, sendo que Labrea e Manicore apresentaram Tendência a chuvoso, e Nova Xavantina, Peixe Chuvoso e Matupá, comportamento Seco. Todas as estações fluviométricas à jusante de Porto Roncador apresentam vazões com valores superiores devido ao aumento do número de afluentes que contribui com seu fluxo (vazão em  $m^3/s$ ); nesse ano de 1988-1989 as estações analisadas apresentam um aumento gradativo nos meses chuvosos (Figura 15).

Nos anos de 1995-1996, todas as estações fluviométricas apresentam vazões menores que os anos anteriores e posteriores, o que se explica pela precipitação analisada nas estações meteorológicas: boa parte delas apresentaram precipitação abaixo da média. Em São José do rio Claro notou-se que, desde o ano de 1995 até o ano de 1999, a precipitação apresentou-se abaixo da média, com extremo de 480mm/ano. De outra parte, Matupá apresentou um extremo de 900mm/ano nos anos de 1993 a 1995 e Canarana um extremo no ano de 1995 (tendo uma continuidade de precipitação abaixo da média até o ano de 2001).

**Figura 15** - Vazão média mensal das estações fluviométricas estudadas, em anos hidrológicos selecionados





Fonte: Elaborado pela autora, 2019

No ano de 2005-2006 ocorre comportamento Normal e Tendente a Chuvoso no contexto local e regional do bioma Cerrado, onde se encontram as estações Porto Roncador, Cachoeirão, Fazenda Tratex e Indeco, que apresentam dados neste ano, podendo-se observar um comportamento irregular, refletido na figura acima.

Percebe-se que durante o evento El Niño de 2006-2007, dez estações mostraram comportamento irregular, representando um ano acima da média e outro abaixo da média ou vice-versa, justificando, assim, os meses com vazão reduzida (diferente do ano de 1988-1989 que expõe uma regularidade na vazão, que aumenta e diminui conforme o período chuvoso).

Quanto à série de anos analisados na estação Cachoeirão, notou-se que no ano de 2002-2003 houve aproximação nos valores de vazão em outubro, novembro e dezembro (393,77; 536,38 e 691,3 m<sup>3</sup>/s) tendo um aumento em janeiro, fevereiro e março (1.337,72; 1.478,69 e 1.532,76 m<sup>3</sup>/s) explicado pela irregularidade de precipitação ocorrida em 12 estações em ano de El Niño.

A estação fluviométrica Fazenda Tratex demonstrou certa regularidade em seus dados, explicada por meses com maior ou menor precipitação. Notando-se que em 2005-2006 ocorreu em aumento expressivo da vazão no mês de janeiro com 2417,82 m<sup>3</sup>/s, possivelmente pela irregularidade nos meses chuvosos ocorridos nesse ano.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os rios Teles Pires e Juruena formam o rio Tapajós, importante afluente da margem direita do rio Amazonas. A situação geográfica e extensão areal da bacia hidrográfica do Teles Pires explicam a sua diversidade geológica, com presença de diversas suítes intrusivas cortando tanto as rochas do embasamento pré-cambriano polideformado como as das sequências sedimentares depositadas sobre ele.

O relevo está fortemente influenciado pela litologia e a estrutura geológica, sendo que sobre as rochas sedimentares aparecem planaltos e chapadas, como o Planalto dos Parecis e a Chapada de Dardanelos, enquanto sobre as rochas das suítes intrusivas se formaram serras como as de Cachimbo e Caiabis.

O clima predominante no baixo curso da bacia é o Equatorial quente e úmido, com precipitação média anual de 2000 a 2500 mm. No médio curso ocorre à transição para o clima Tropical semiúmido próprio do alto curso o qual apresenta precipitação anual de 1800 a 2000 mm, sendo que a deficiência hídrica vai de maio a setembro e o excesso de outubro a abril (meses em que ocorre mais de 90,0 % da precipitação anual). É sob essas condições climáticas que ocorre a recarga dos aquíferos presentes na bacia: Parecis, Dardanelos, e Fraturado Norte.

A diversidade geológica e do relevo, de conjunto com o clima, explicam a variedade de solos identificados na bacia, sendo os mais estendidos no alto e médio curso: Latossolos, Cambissolos, Argissolos e Neossolos, enquanto no baixo curso aparecem, também, os Plintossolos e, Gleissolos. A vegetação desenvolvida sobre eles estava formada principalmente por formações de transição entre os Domínios da Floresta Amazônica e do Cerrado: no baixo curso dominava a Floresta Ombrófila/Floresta Estacional e a Floresta Ombrófila/Savana; no médio curso a transição Floresta Estacional/Savana, seguida por outras típicas do Cerrado na direção do alto curso: Savana Florestada ou Cerradão, Savana Arborizada ou Cerrado.

Essas formações foram quase totalmente eliminadas durante o processo de ocupação da região, o qual ocorreu de forma desenfreada sob o estímulo das políticas públicas do governo federal, especialmente na segunda metade do século XX, o que favoreceu a criação de numerosos municípios onde a base econômica era a garimpagem e a atividade extrativa. Na atualidade os usos que predominam são a monocultura (soja, milho e algodão) e a pecuária de corte e leiteira.

Na identificação da variabilidade climática regional a partir dos registros das estações meteorológicas, foi observada uma tendência estatisticamente significativa tanto de aumento como de diminuição das chuvas em estações da bacia do Teles Pires. Ocorrendo uma grande variação interanual da precipitação, onde muitas localidades ficam abaixo da média anual e em alguns casos acontece uma sequência desse evento. Quanto à temperatura do ar, verificou-se um aumento em seus índices, especialmente a temperatura máxima, o que pode ser associado ao aquecimento global e às ações antropogênicas.

Com relação às vazões nas estações fluviométricas nos anos selecionados, observou-se uma oscilação interanual evidenciada no aumento ou diminuição da quantidade de água escoada, o que pode ser reflexo tanto da variabilidade anual da precipitação como da declividade do relevo em algumas áreas, que facilita um rápido escoamento, e à influência sobre a infiltração dos diferentes tipos de uso que ocorrem na área da bacia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABUTAKKA, A. **A formação e ocupação do território mato-grossense**. Artigos SEPLAN. 1997. Disponível em: <  
<http://www.seplan.mt.gov.br/documents/363424/3935270/A+forma%C3%A7%C3%A3o+e+ocupa%C3%A7%C3%A3o+do+territ%C3%B3rio+mato-grossense.pdf/dd149e42-ce2e-4eb0-8ad7-ffa31ce3d43>> Acesso em: 11 de maio de 2018.
- ADAS, M. **Panorama geográfico do Brasil: aspectos físicos, humanos e econômicos**. São Paulo: Ed. Moderna, 1985.
- ALVES, F. M. **Tectônica rúptil aplicada ao estudo de aquífero em rochas cristalinas fraturadas na região de Cotia, SP**. Dissertação (Geoquímica e Geotecnologia). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008. Disponível em:<  
<https://www.google.com/url?url=http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44141/tde02092008150509/publico/FMA.pdf&rct=j&frm=1&q=&esrc=s&sa0000=U&ved=0ahUKEwi5yqrOsYHdAhWjd98KHalvAg44ChAWCCUwAQ&usq=AOvVaw2jakNNx3R8VIHzwH-F7fgS>>  
 Acesso em: 22 de agosto de 2018.
- AMORIM, L. dos R. **O cerrado- meu, seu, nosso: Cuidemos**. s.d .Disponível em:  
[http://cerratense.com.br/fotosdocumento/arquivopdf2/CERRADO%20ATUAL%20%20\(1\).pdf](http://cerratense.com.br/fotosdocumento/arquivopdf2/CERRADO%20ATUAL%20%20(1).pdf) Acesso em: 19 de setembro de 2019.
- AMORIN, M. C. de C. T. Ritmo climático e planejamento urbano. In: AMORIN, M. C. de C. T.; SANT'ANA NETO, J. L.; MONTEIRO, A. **Climatologia urbana e regional questões teóricas e estudos de caso**. São Paulo: Outras expressões, 2013.
- ANA- Agência Nacional de Água. **A Evolução da Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil**. Brasília: ANA, 2002. Disponível em: <  
<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2002/AEvolucaoDaGestaoDosRecursosHidricosnoBrasil.pdf>> Acesso em: 12 de junho de 2018.
- \_\_\_\_\_. **HIDROWEB 2.0.0.4**. 2018. Disponível em:<  
[http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/medicoes\\_historicas\\_abas.jsf](http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/medicoes_historicas_abas.jsf)> Acesso em: 27 de abril de 2018.
- \_\_\_\_\_. **Regiões Hidrográficas**. Portal Brasileiro de dados abertos. Brasília: ANA, 2018. Disponível em: <http://dados.gov.br/dataset/29>. Acesso em: 07 de outubro de 2018.
- \_\_\_\_\_. **Mudanças climáticas e recursos hídricos subsídios ao Plano Nacional de Adaptação as Mudanças Climáticas**. 2015. Disponível em: <  
[http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/noticias/20151109111952\\_Mudancas\\_Climaticas\\_e\\_Recursos\\_Hidricos\\_Subsidios\\_ao\\_PNAMC\\_2015.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/noticias/20151109111952_Mudancas_Climaticas_e_Recursos_Hidricos_Subsidios_ao_PNAMC_2015.pdf)> Acesso em: 28 de maio de 2018.
- \_\_\_\_\_. **Os efeitos das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos: desafios para a gestão**. Brasília: 2010. Disponível em:<  
[http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/noticias/20151106083606\\_Os%20Efeitos%20das%20Mudancas%20Climaticas%20sobre%20os%20Recursos%20Hidricos](http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/noticias/20151106083606_Os%20Efeitos%20das%20Mudancas%20Climaticas%20sobre%20os%20Recursos%20Hidricos)>

dricos%20%20desafios%20para%20a%20gest%C3%A3o\_Link%20dentro%20do%20text  
o%20da%20apresenta%C3%A7%C3%A3o.pdf> Acesso em: 02 de junho de 2018.

ANDRADE, J.; BASCH, G. Clima e estado do tempo. Fatores e elementos do clima. Classificação do clima. In: **ICAAM - Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas, Escola de Ciência e Tecnologia Universidade de Évora**. 2012. Disponível em: <  
[https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/7715/1/Livro%20Hidrologia\\_Clima.pdf](https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/7715/1/Livro%20Hidrologia_Clima.pdf)>  
Acesso em: 28 de maio de 2018.

ANDRADE, R. M. de. Recursos hídricos. In: **Recursos naturais, meio ambiente e poluição: contribuições de um ciclo de debates**. Rio de Janeiro, IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977.

ANDRÉASSIAN, V. Waters and forests: From historical controversy to scientific debate. **Journal of Hydrology**, v. 291, p.1-27, 2004.

ANDREOLI, C. V.; ANDREOLI, F. de N.; KIM, P. K.; MONTEIRO, K. de A. **Mudanças climáticas uma abordagem conceitual sobre este problema ambiental global**. 2014. Disponível em: < [http://www.agrinho.com.br/site/wp-content/uploads/2014/09/29\\_Mudancas-climaticas.pdf](http://www.agrinho.com.br/site/wp-content/uploads/2014/09/29_Mudancas-climaticas.pdf)> Acesso em: 28 de maio de 2018.

ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Variabilidade, Anomalia e Mudança Climática**. In: Material didático da disciplina LCE306 -Meteorologia Agrícola - Turmas 1,4,5 e 6 Departamento de Ciências Exatas- setor de Agrometeorologia - ESAL/USP – 2007. Disponível em: <  
[https://portais.ufg.br/up/68/o/variabilidade\\_\\_anomalia\\_e\\_mudan\\_\\_as\\_clim\\_\\_ticas.pdf](https://portais.ufg.br/up/68/o/variabilidade__anomalia_e_mudan__as_clim__ticas.pdf)>  
Acesso em: 01 de junho de 2018.

ARAUJO, G. H. de S.; ALMEIDA, J. R. de; GUERRA, A. J. T. O papel da geomorfologia no diagnóstico de áreas degradadas. In: \_\_\_\_\_. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

ATLAS BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS: 1991 a 2012. **Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres**. 2. ed. rev. ampl. – Florianópolis: CEPED UFSC, 2013. Disponível em: <  
[http://www.ceped.ufsc.br/wpcontent/uploads/2012/01/AMAZONAS\\_mioloWEB.pdf](http://www.ceped.ufsc.br/wpcontent/uploads/2012/01/AMAZONAS_mioloWEB.pdf)>  
Acesso em: 28 de maio de 2018.

AYOADE, J. O. **Introdução a Climatologia para os Trópicos**. São Paulo: Ed. Bertrand. Brasil. 1986. p 01-14.

AZEVEDO, L. R. L. **A infraestrutura de escoamento de grãos de Mato Grosso**. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Campinas: Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas, 2014. Disponível em:<<file:///C:/Users/klaud/Downloads/AzevedoLuizRafaelLeiteTCC.pdf>> Acesso em: 30 de julho de 2019.

- BACKES, E. M. **Vulnerabilidade natural e risco à contaminação do Sistema Aquífero Parecis no Estado de Mato**. 192fls. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso: Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Cuiabá, 2017. Disponível em:<  
<https://sites.ufmt.br/ppgrh/Disserta%C3%A7%C3%B5es/Turma%202017/elizete.pdf>>  
 Acesso em: 18 de outubro de 2019.
- BANCO MUNDIAL. **Cambio Climático: panorama general. 2017**. Grupo Banco Mundial. Washington-DC (USA), 87 p., 2017. Disponível em:  
<https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/27986/211119SP.pdf>  
 Acesso em: 15 mai. 2019.
- BARBOSA, J. P. M. Mudanças climáticas e distribuição espacial da precipitação na Serra do Mar – análise a partir de séries históricas de precipitação e sistemas de informação geográfica (SIG). **Caminhos da Geografia**, Uberlândia, v. 8, p. 67-81, 2007.
- BECKER, C.; MELO, M.; COSTA, M.; RIBEIRO, R. Caracterização Climática das Regiões Pluviometricamente Homogêneas do Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4, n. 2, p. 286-299, 2011.
- BEGA, R.; VIEIRA, S.; MARIA, I.; DECHEN, S.; CASTRO, O. (2005). Variabilidade espacial das precipitações pluviiais diárias em uma estação experimental, em Pindorama, SP. **Bragantia**, Campinas, v. 64, p. 149-156.
- BIAS, E. de S.; TORRES, M. G.; BAPTISTA, G. M. M.; RIBEIRO, R. J. C.; REZENDE, M.G. Análise da evolução geomorfológica da bacia do Teles Pires a partir de dados SRTM-Shuttle Radar Topography Mission. In: VI Simpósio Nacional de Geomorfologia. **Anais [...]**. Goiânia, setembro de 2006.
- BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. da. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. **Reflexões sobre Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014, p.153 -192.
- BRAIDO, L. M. H.; TOMMASELLI, J. T. G. Caracterização climática e dos anos extremos (chuvoso e seco): seus efeitos na produção de cana-de-açúcar, milho e soja para a região do Pontal do Paranapanema-SP. **Revista Formação**, v. 1, p. 13-34, 2010.
- BRASIL. Palácio do Planalto. **Lei federal Nº 12.187/2009**. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC e da outras providências. Disponível em:  
[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm) Acesso em: 21 abr. 2018.
- BRASIL (Palácio do Planalto). **Lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm)> Acesso em: 10 de maio de 2018

\_\_\_\_\_ (Palácio do Planalto). **Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: < <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1980-1987/lei-6938-31-agosto-1981-366135-publicacaooriginal-1-pl.html>> Acesso em: 11 de maio de 2018.

\_\_\_\_\_ (Palácio do Planalto). **Relatório Probio – Amazônia**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 2007. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/probio/datadownload.htm>. Acesso em: 23/03/2018.

\_\_\_\_\_ (Palácio do Planalto). **Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas no Cerrado: Conservação e desenvolvimento**. 2010. Disponível em: < [file:///C:/Users/klaud/Desktop/ppc cerrado\\_outubro.pdf](file:///C:/Users/klaud/Desktop/ppc cerrado_outubro.pdf)> Acesso em: 19 de set. de 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério de Minas e Energia. Secretaria Geral. **RADAMBRASIL**. Folha SD. 21 Cuiabá: Geologia, Geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982. V.26 540 p.

\_\_\_\_\_. Departamento Nacional da Produção Mineral. **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SC. 21 Juruena; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra Rio de Janeiro, 1980. 460 p.

BRIGANTE, J.; ESPINOLA, E. L. G.. A bacia hidrográfica: aspectos conceituais e caracterização geral da bacia do rio Mogi-Guaçu. In: \_\_\_\_\_. **Limnologia fluvial um estudo no rio Mogi-Guaçu**. São Carlos: RiMa, 2003.

BROWN, A. E.; ZHANG, L.; MCMAHON, T. A.; WESTERN, A. W.; VERTESSY, R. A. A review of paired catchment studies for determining changes in water yield resulting from alterations in vegetation. **Journal of Hydrology**, v.310, p.28-61, 2005.

BRUIJNZEEL, L. A. (De) forestation and dry season flow in the tropics: A closer look. **Journal of Tropical Forest**, v.1, n.3, p.229-243, 1989.

CABRAL, T. L. **Zoneamento e mapeamento geoambiental no município de Sorriso – MT**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Santa Maria-RS, Brasil, 2014, 131 p. Disponível em: [http://w3.ufsm.br/ppggeo/images/dissertacoes/dissertacoes\\_2014/dissertacao\\_Tiele\\_Final.pdf](http://w3.ufsm.br/ppggeo/images/dissertacoes/dissertacoes_2014/dissertacao_Tiele_Final.pdf) Acesso em: 21 abr. 2018.

CAMARGO, L. (org.). **Atlas de Mato Grosso: abordagem Socioeconômica– ecológica**. Cuiabá, MT: Entrelinhas, 2011.

CARDOSO, F. B. F.; ALMEIDA, L.; GONÇALVES, M. V. C.; OLIVEIRA, F. R.; NASCIMENTO, F. S. N.; FERREIRA, A. N. P.; GASPAR, M.T. P. Mapa das áreas aflorantes dos aquíferos e sistemas aquíferos do Brasil. 2012. In: **XVII congresso brasileiro de águas subterrâneas**. Disponível em: <

<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/issue/view/1299>> Acesso em 22 de agosto de 2018.

CARLOS, A. F. A. **O Espaço Urbano: Novos Escritos sobre a Cidade**. São Paulo: Labur Edições, 2007.

CARVALHO, C. G. de. Mato Grosso: terra e povo – um estudo de Geo-História. In: \_\_\_\_\_. **O espaço Geográfico**. 1º volume. Cuiabá: Edições Verdepantanal, 2001, p.83-165.

CAVALCANTI, I. F. A.; AMBRIZZI, T. Teleconexões e suas Influências no Brasil. In: CAVALCANTI, I. F. de A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A. J. da; DIAS, M. A. F. da S. (Orgs.). **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009, 468 p.  
CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980, 188 p.

COELHO, M. A. **Geografia geral: o espaço natural e sócio-econômico**. São Paulo: Moderna, 1992.

COELHO NETTO, A. L. Hidrologia na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.) **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand, 1996. p. 93-148.

CONFALONIERI, U. E. C. Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil. In: **Terra Livre** São Paulo Ano 19 - vol. I - n. 20 p. 193-204 jan/jul. 2003. Disponível em: < <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd68/uconfalonieri2.pdf>> Acesso em: 14 de jun. de 2018.

CONTI, J. B. A questão climática do Nordeste brasileiro e os processos de desertificação. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.1, n.1, p.7-14, 2005.

COPEL. **Monitoramento hidrogeológico Usina hidrelétrica de Colíder –MT**. Relatório de monitoramento - fase Pré-enchimento. 2017. Disponível em: < [http://www.copel.com/uhecolider/sitearquivos2.nsf/arquivos/relatorio\\_hidrogeologico\\_agosto\\_2017/\\$FILE/Relatorio\\_Hidrogeologico\\_Agosto\\_2017.pdf](http://www.copel.com/uhecolider/sitearquivos2.nsf/arquivos/relatorio_hidrogeologico_agosto_2017/$FILE/Relatorio_Hidrogeologico_Agosto_2017.pdf)> Acesso em: 23 de agosto de 2018.

CORRÊA, R. L. **O espaço urbano**. Editora Ática Série Princípios, 1989.

COSTA, M. H.; COE, M. T.; GUYOT, J. L. **Efeitos de variabilidade climática e desmatamento no regime de águas superficiais**. Amazônia e Mudança Global Série Monografia Geofísica 186. Direitos Autorais American Geophysical Union. 2009. 10.1 029 / 2008GM000738. Disponível em< [https://daac.ornl.gov/LBA/lbaconferencia/amazonia\\_global\\_change/33\\_Efeitos\\_Variabilidade\\_Costa.pdf](https://daac.ornl.gov/LBA/lbaconferencia/amazonia_global_change/33_Efeitos_Variabilidade_Costa.pdf)> Acesso em: 19 de agosto de 2019.

COUTINHO, E. C.; ROCHA, E. J. P. de; LIMA, A. M. M.; RIBEIRO, H. M. C.; GUTIERREZ, L. A. C. L.; BARBOSA, A. J. S.; PAES, G. K. A. A.; BISPO, C. J. C.; TAVARES, P. A. Variabilidade climática na bacia amazônica brasileira entre 1982 e 2012. In: **Revista Brasileira de Climatologia**. ISSN: 22378642. 2018. Disponível em: <

<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/46074/35466>> Acesso em: 22 de agosto de 2019.

CRUZ, F. N. da; BORBA, G. L. ABREU, L. R. D. de. Clima e tempo. In: **Ciências da natureza e realidade**. Natal, RN: EDUFRN Editora da UFRN, 2005. Disponível em: <[http://www.ead.uepb.edu.br/arquivos/cursos/Geografia\\_PAR\\_UAB/Fasciculos%20%20Materias/Ciencia\\_Natureza\\_Realidade/CI\\_NAT\\_A08\\_GR\\_RAARL\\_090810.pdf](http://www.ead.uepb.edu.br/arquivos/cursos/Geografia_PAR_UAB/Fasciculos%20%20Materias/Ciencia_Natureza_Realidade/CI_NAT_A08_GR_RAARL_090810.pdf)> Acesso em: 10 de junho de 2018.

CUNHA, G. R. da; PIRES, J. L. F.; DALMAGO, G. A. D.; SANTI, A.; PASINATO, A.; SILVA, A. A. G. da; ASSAD, E. D.; ROSA, C. M. da. El Niño/La Niña - Oscilação Sul e seus impactos na agricultura brasileira: fatos, especulações e aplicações. In: **Revista Plantio Direto**, edição 121, janeiro/fevereiro de 2011. Aldeia Norte Editora, Passo Fundo, RS.

CUNHA, S. B. da. Geomorfologia fluvial. In: CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. (orgs.). **Geomorfologia exercícios, técnicas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 396 p.

CUNHA, E. C. N. da; REIS, L. B. dos. Desafios da integração da gestão ambiental e de recursos hídricos ante a exploração de potencial hidráulico para geração de energia elétrica. In: YOSHIDA, C. Y. M. **Recursos hídricos aspectos éticos, jurídicos, econômicos e socioambientais**. Campinas, SP: Alínea, 2007.

EIA. **Estudo de Impacto Ambiental**. Aproveitamento hidrelétrico Colíder rio Teles Pires. Volume II, 2009. Disponível em: <[http://www.copel.com/uhecolider/sitearquivos2.nsf/arquivos/rima/\\$FILE/RIMA.pdf](http://www.copel.com/uhecolider/sitearquivos2.nsf/arquivos/rima/$FILE/RIMA.pdf)> Acesso em 23 de agosto de 2018.

ESRI. **ArcGIS Desktop**: release 10.6.1. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute, 2018.

EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Soja em números** (safra 2018-2018/19). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>> Acesso em: 17 de janeiro de 2020.

\_\_\_\_\_. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. ampl. Brasília, DF, EMBRAPA, 2013.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética - Avaliação Ambiental Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Teles Pires. **Relatório final-Sumário Executivo**. Dezembro de 2009. Disponível em: <[http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-248/topico-292/AAI%20Teles%20Pires%20-%20Relat%C3%B3rio%20Final%20-%20Sum%C3%A1rio%20Executivo\[1\].pdf](http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-248/topico-292/AAI%20Teles%20Pires%20-%20Relat%C3%B3rio%20Final%20-%20Sum%C3%A1rio%20Executivo[1].pdf)> Acesso em: 28 de maio de 2018.

FERNANDEZ, J. C.; GARRIDO, R. J. Recursos hídricos no Brasil e sua regulação para os setores de água e energia elétrica. In: MACHADO, C. J. S. (org.). **Gestão de águas doces**. Rio de Janeiro: Interciências, 2004.

FERREIRA, V. de O.; OLIVEIRA, K. R. de; SILVA, M. M. Mudanças climáticas, uso do solo e recursos hídricos no Brasil: uma breve revisão bibliográfica. In: **XII SBCG Variabilidade e Suscetibilidade Climática: Implicações ecossistêmicas e sociais** 25 a 29 de outubro de 2016 Goiânia (GO)/UFG. Disponível em: <[http://www.abclima.ggf.br/sbcg2016/anais/arquivos/eixo\\_2/trabalho%20\(26\).pdf](http://www.abclima.ggf.br/sbcg2016/anais/arquivos/eixo_2/trabalho%20(26).pdf)> Acesso em: 01 de junho de 2018.

FINKLER, Raquel. **Planejamento, manejo e gestão de bacias**. Unidade 3: Técnicas e Práticas de Gestão de Bacias Hidrográficas. 2012. Disponível em: <https://capacitacao.ead.unesp.br/dspace/handle/ana/201> Acesso em 12 de agosto de 2018.

FISCH, G.; MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A. uma revisão geral sobre o clima da Amazônia. In: **ACTA AMAZONICA** 28 (2): 101-126. 1998. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/aa/v28n2/1809-4392-aa-28-2-0101.pdf>> Acesso em: 19 de agosto de 2019.

FRASCA, A.A.S.; BORGES, F.R. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB. **Projeto Província Mineral de Alta Floresta (PROMIN ALTA FLORESTA)**. Geologia e Recursos Minerais da Folha Ilha 24 de Maio - SC.21-Z-A. Brasília: CPRM, 2005.

GARCIA, S.; CRUZ JUNIOR, F. W. da; CHIESSI, C. M.; BACCI, D. de LA C. O clima do passado face ao presente. In: JACOBI, P. R.; GRANDISOLI, E.; COUTINHO, S. M. V.; MAIA, R. A.; TOLEDO, R. F. de.(orgs.). **Temas atuais em mudanças climáticas: para os ensinos fundamental e médio**. São Paulo: IEE – USP, 2015. Disponível em: <[http://www.incline.iag.usp.br/data/arquivos\\_download/TEMAS\\_ATUAIS\\_EM\\_MUDANCAS\\_CLIMATICAS\\_on-line.pdf](http://www.incline.iag.usp.br/data/arquivos_download/TEMAS_ATUAIS_EM_MUDANCAS_CLIMATICAS_on-line.pdf)> Acesso em: 01 de junho de 2018.

GARRIDO, R. J. Reflexões sobre a aplicação da cobrança pelo uso da água no Brasil. In: MACHADO, C. J. S. (org.). **Gestão de águas doce**. Rio de Janeiro: Interciências, 2004.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

GONZÁLEZ, A. M. L. **La concepción del espacio geográfico. corrientes actuales y metodología del trabajo geográfico**. (Sección Temario de Oposiciones de Geografía e Historia), Proyecto Clío 36. ISSN: 1139- 6237. 2010. Disponível em: <<http://clio.rediris.es/n36/oposicones/tema01.pdf>> Acesso em: 10 de maio de 2018.

GONZALEZ, A. Z. D. Município de Colíder: Geologia, Clima, Relevo e Solos. In: CARMO, J. A. do. **Expansão urbana e vulnerabilidade socioambiental: da pesquisa ao ensino de geografia na Educação Básica**. Relatório final de projeto de pesquisa. Universidade do Estado de Mato Grosso – Campus de Colíder. Colíder-MT, 2017.

GONZÁLEZ, A. Z. D. Caracterização geoambiental da bacia hidrográfica do rio Teles Pires, entre os municípios de Nova Canaã do Norte e Itaúba. In: Relatório do projeto: **Bacia hidrográfica do rio Teles Pires**: dinâmica fluvial e empreendimentos hidroelétricos entre os municípios de Nova Canaã do Norte e Itaúba. Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus de Colíder, 2017, 15 p.

GOMES, M. A. V.; SANTOS, M. V. dos. **Aspectos das formações vegetais/ uso e ocupação do solo folha MIR-220 – rio Cururu - folha MIR-247 – rio Teles Pires - memória técnica**. 2001. Disponível em: <[http://www.dados.mt.gov.br/publicacoes/dsee/vegetacao/uso\\_ocupacao/mt/DSEE-VG-US-MT-001.pdf](http://www.dados.mt.gov.br/publicacoes/dsee/vegetacao/uso_ocupacao/mt/DSEE-VG-US-MT-001.pdf)> Acesso em: 29 de abril de 2020.

GRIMM, A. M.; MULLER, I. I.; KRUGER, C. M; KAVISKI, E. Variações pluviométricas nos estados de São Paulo e Paraná entre os períodos pré e pós 1970 e suas possíveis causas. In: X Congresso Brasileiro de Meteorologia/VII Congresso da FLISMET, Brasília. **Anais...** Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1998.

GUERRA, A. T.; GUERRA A. J. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. dos S. Geomorfologia Ambiental conceitos, temas e aplicações. In: \_\_\_\_\_. **Geomorfologia Ambiental**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

GUIMARÃES, E.C.; OLIVEIRA, J.A.; TAVARES, M. Comportamento espacial de chuvas de verão no estado de Minas Gerais. In. Simpósio de Estatísticas Aplicada à Experimentação Agrônômica, 11.; 2005, Londrina. **Anais...**Londrina: RBRAS, v. 1. p. 1-5, 2005.

HADDAD, E.; DOMINGUES, E.; DUBEUX, C.; FARIA, W. R.; MAGALHÃES, A. S. **Impactos Multi-setoriais, Riscos, Vulnerabilidade e Oportunidades**. 2011. Disponível em: <[http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/pt/component/docman/doc\\_view/154-gt2draft-zerocap-8original](http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/pt/component/docman/doc_view/154-gt2draft-zerocap-8original)> Acesso em: 11 de junho de 2018.

HARTTER, J.; STAMPONE, M.D.; RYAN, S.J.; KIRNER, K.; CHAPMAN, C.A. E GOLDMAN, A. Patterns and perceptions of climate change in a biodiversity conservation hotspot. **PLOS One**, vol. 7, n. 2, 2012.

HIRATA, R.; VIVIANI-LIMA, J. B.; HIRATA, H. A água como recurso. In: TEIXEIRA, W. FAIRCHILD, T. R.; TOLEDO, M. C. M. de; TAIOLI, F. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Companhia editora Nacional, 2009.

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Informações ambientais de Pedologia e Geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/downloads-geociencias.html>. Acesso em: 07 de outubro de 2018.

\_\_\_\_\_. **Malha municipal digital do Brasil: situação em 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/downloads-geociencias.html>. Acesso em: 07 de outubro de 2018.

\_\_\_\_\_. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 3 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013, 271 p.

\_\_\_\_\_. **Produção agrícola lavoura temporária/ Pecuária**. 2016. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/pesquisa/14/10193>> Acesso em: 27 de maio de 2018.

INPE-Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Monitoramento do El Niño durante DJF-2019**. Disponível em: <<http://enos.cptec.inpe.br/>> Acesso em: 14 de junho de 2019.

IPCC, 2007: Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment **Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 p.

IPCC, 2013: **Resumo para Decisores**. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribuição do Grupo de Trabalho I para o Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido e Nova Iorque, NI, EUA.

IUPAC (União Internacional de Química Pura e Aplicada). In: **Consórcio Inter-Universitário Nacional “A Química para o Ambiente”**, Julho de 2007. ISBN: 88-88214-12-7. Disponível em: <[http://www.incaweb.org/publications/pdf/climate\\_monograph\\_por.pdf](http://www.incaweb.org/publications/pdf/climate_monograph_por.pdf)> Acesso em 28 de maio de 2018.

JGP- Consultoria e Participações Ltda. Aproveitamento Hidrelétrico Colíder: Rio Teles Pires – MT. **Estudo de Impacto Ambiental – EIA**. 2009. Volume II – Capítulo 7.0. Disponível em:[http://www.copel.com/uhecolider/sitearquivos2.nsf/arquivos/eia\\_-\\_vol.\\_ii/\\$FILE/EIA%20Colider%20-%20Volume%20II%20-%20janeiro%202009.pdf](http://www.copel.com/uhecolider/sitearquivos2.nsf/arquivos/eia_-_vol._ii/$FILE/EIA%20Colider%20-%20Volume%20II%20-%20janeiro%202009.pdf) Acesso em 23-05-2019.

KELMAN, J.; PEREIRA, M. V. de F.; SALES, P. R. de H.; VIEIRA, A. de M.; KELMAN, R.. Hidreletricidade. In: **Águas doces no Brasil**. BRAGA, B.; TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T. M.; CIMINELLI, V. S. T.(orgs.). São Paulo: Escrituras, 2015.

KENDALL, C.; MCDONNELL, J. J. (Eds.). **Isotope Tracers in Catchment Hydrology**. Nova Iorque, xxix + 839 páginas, ISBN 0-444-50155-X, 1998.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Técnicas de pesquisa**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2007.

LACERDA FILHO, J. V.; ABREU FILHO, W.; VALENTE, C. R.; OLIVEIRA, C. C.; ALBUQUERQUE, M. C. (Orgs.). **Geologia e Recursos Minerais do Estado de Mato Grosso**. Esc. 1: 1.000.000. Goiânia: CPRM, 2004. (Convênio CPRM/SICME).

LATUF, M. de O. **Mudanças no uso do solo e comportamento hidrológico nas bacias do rio Preto e Ribeirão Entre Ribeiros**. 102 folhas, Dissertação (Pós- Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de *Magister Scientiae*). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 2007.

LEMOS, R.S.; PEREIRA, R.; CARVALHO, V. L. M.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P.; LOPES, F. **A evolução do uso e ocupação em uma bacia hidrográfica urbana e suas consequências para a qualidade ambiental: reflexões a partir do caso da lagoa da Pampulha, região metropolitana de Belo Horizonte**. Disponível em: <<http://anpur.org.br/app-urbana-2014/anais/ARQUIVOS/GT2-287-94-20140529222744.pdf>> Acesso em: 22 de maio de 2018.

LIRA, G. **Conhecendo o Mato Grosso o estado e a capital Cuiabá**. 2011. Disponível em: < [http://www.camaratapurah.mt.gov.br/fotos\\_downloads/1497.pdf](http://www.camaratapurah.mt.gov.br/fotos_downloads/1497.pdf)> Acesso em: 11 de maio de 2018.

LORANDI, R.; CANÇADO, C. J. Parâmetros físicos para o gerenciamento de bacias hidrográficas. . In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de bacia hidrográfica: teorias e aplicações**. Ilhéus, BA: Editus, 2002.

MACEDO, J. **Produção de alimentos: o potencial dos cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1996. Disponível em: < <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/551820/1/doc59.pdf>> Acesso em: 19 de setembro de 2019.

MACHADO, R.B.; RAMOS NETO, M.B.; PEREIRA, P.G.P.; CALDAS, E.F.; GONÇALVES, D.A.; SANTOS, N.S. TABOR, K.; STEININGER, M. 2004. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro**. Relatório técnico não publicado. Conservação Internacional, Brasília, DF. Disponível em:< [http://hm-jbb.ibict.br/bitstream/1/357/1/2004\\_%20Conservacao%20Internacional\\_%20estimativa\\_de\\_smatamento\\_cerrado.pdf](http://hm-jbb.ibict.br/bitstream/1/357/1/2004_%20Conservacao%20Internacional_%20estimativa_de_smatamento_cerrado.pdf)> Acesso em: 19 de setembro de 2019.

MAITELLI, G.T. Interações atmosfera superfície. In: MORENO, Gislaíne e HIGA, Tereza C. S. (orgs). **Geografia de Mato Grosso: território, sociedade e ambiente**. 1ª ed. Cuiabá: Entrelinhas, 2005, p. 238 a 249.

MARCUZZO, F. F. N.; GOULARTE, E. R. P. Caracterização do Ano Hidrológico e Mapeamento Espacial das Chuvas nos Períodos Úmido e Seco do Estado do Tocantins. **Revista Brasileira de Geografia Física** V. 06, N. 01 (2013) 091-099.

MARENCO, J. A. Água e mudanças climáticas. In: **Estudos Avançados** 22 (63), 2008. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/ea/v22n63/v22n63a06.pdf>> Acesso em: 02 de junho de 2018.

MARENCO, J. A.; ALVES, L. M.; BESERRA, E. A.; LACERDA, F. F. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. In: **Recursos hídricos em regiões áridas e**

**semiáridas**. ISBN 978-85-64265-01-1. Instituto Nacional do Semiárido. Campina Grande-PB, 2011.

MARENGO, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. Brasília: MMA, ISBN 85-7738-038-6. 2006.

MARENGO, J. A. NOBRE, A. C.; CHOU, S. C.; TOMASELLA, J.; SAMPAIO, G.; ALVES, L. M.; OBREGON, G. O.; SOARES, W.R.; BETTS, R.; KAY, G. . **Riscos das Mudanças Climáticas no Brasil: Análise conjunta Brasil-Reino Unido sobre os impactos das mudanças climáticas e do desmatamento na Amazônia**. 2011. Disponível em: < [http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/destaques/relatorio\\_port.pdf](http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/destaques/relatorio_port.pdf)>. Acesso em: 25 de julho 2018.

MARENGO, J. A.; SOUZA JR, C. **Mudanças climáticas: impactos e cenários para a Amazônia**. São Paulo: 2018. Disponível em:< [onectas.org/wp/wp-content/uploads/2018/12/Relatorio\\_Mudancas\\_Climaticas-Amazonia.pdf](http://onectas.org/wp/wp-content/uploads/2018/12/Relatorio_Mudancas_Climaticas-Amazonia.pdf)> Acesso em:18 de setembro de 2019.

MARENGO, J. A.; TOMASELLA, J.; NOBRE, A. C. “Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos”. (Capítulo 12, p. 200-215). Em: Bicudo, C.E.M., Tundisi, J.G. & Scheuenstuhl, M.C.B (Orgs). **Águas do Brasil: análises estratégicas**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2010, 222 p.

MARENGO, J. A.; VALVERDE, M. C. Caracterização do clima no Século XX e Cenário de Mudanças de clima para o Brasil no Século XXI usando os modelos do IPCC-AR4. In: **Revista Multiciência** | Campinas | Edição no. 8 | Mudanças Climáticas | Maio 2007. Disponível em: < [https://www.multiciencia.unicamp.br/artigos\\_08/a\\_01\\_8.pdf](https://www.multiciencia.unicamp.br/artigos_08/a_01_8.pdf)> Acesso em: 30 de maio de 2018.

MARINHO, V. L. F.; MORETI, E. C. A água e a gestão de recursos hídricos: construções conceituais e repercussões práticas no Brasil. In: CHÁVEZ, E. S.; DI MAURO, A.; MORETI, E. C.(orgs.). **Água, recurso hídrico: bem social transformado em mercadoria**. Tupã: ANAP, 2017.

MARQUES NETO, R. A abordagem sistêmica e os estudos geomorfológicos: algumas interpretações e possibilidades de aplicação. **Geografia**. v. 17, n. 2, p. 67-87, 2008.

MASCARENHAS, L. M. de A.; FERREIRA, M. E.; FERREIRA, L. G. Sensoriamento remoto como instrumento de controle e proteção ambiental: análise da cobertura vegetal remanescente na bacia do rio Araguaia. In: **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, 21 (1): 5-18, ABR. 2009.

MATO GROSSO (Estado). **Lei Estadual nº 6.945 de 05 de novembro de 1997**. Dispões sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências. Disponível em: < <http://oads.org.br/leis/2913.pdf>> Acesso em: 02 de junho de 2018.

MATO GROSSO (Estado). **Apresentação geral das memórias técnicas – Geomorfologia**. Parte 2: Sistematização das Informações Temáticas Nível Compilatório. Projeto de desenvolvimento agroambiental do estado de Mato Grosso-PRODEAGRO. Cuiabá, 2000, 52 p. Disponível em: <http://www.dados.mt.gov.br/publicacoes/dsee/geomorfologia/rt/DSEE-GM-RT-002.pdf> Acesso em: 24 abr. 2018.

MATOS, L. A. de. **Fatores condicionantes da disponibilidade hídrica em assentamentos do setor meridional da Província Serrana-MT, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade do Estado de Mato Grosso, 2018, 97 p.

McCULLOCH, J. S. G.; ROBINSON, M. History of forest hydrology. **Journal of Hydrology**, v.150, p.189-216, 1993.

MENDONÇA, F. A vulnerabilidade da urbanização do Centro-Sul do Brasil frente à variabilidade climática. **Mercator**. V. 9, Número especial (1), dez/2010, p.135 a 151.

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

MICOL, I.; ANDRADE, J.; BONNER, J. Pacto pela valorização da floresta e pelo fim do desmatamento na Amazônia brasileira: potencial de aplicação no estado de Mato Grosso. In: Oliveira, D.(org.) **Desenvolvimento territorial: diretrizes para a região da BR-163**. Radiola Design & Publicidade. WWF Brasil.2008, p.97-123.

MIRANDA, J. M. Cap. 1: Conceitos Fundamentais. In: J. M. Miranda (Org.). **Terra, Ambiente e Clima: Introdução à Ciência do Sistema Terrestre** (pp. 6-27). Universidade de Lisboa, Fac. de Ciências Departamento de Eng. Geográfica, Geofísica e Energia, Lisboa, 2010. Disponível em: < [http://194.117.7.100/tac/TAC\\_2010.pdf](http://194.117.7.100/tac/TAC_2010.pdf) > Acesso em 13 de fevereiro de 2018.

MONTEIRO, A. Riscos climáticos: hazares, áleas, episódios extremos. In: AMORIN, M. C. de C. T.; SANT'ANA NETO, J. L.; MONTEIRO, A. (Orgs.) **Climatologia urbana e regional questões teóricas e estudos de caso**. São Paulo: Expressões, 2013. p. 75 – 91.

MONTEIRO, C. A. de F. **O Clima e a organização do espaço no Estado de São Paulo: problemas e perspectivas**. São Paulo, Série Teses e Monografias, 28, USP/IGEOG, 1976.

\_\_\_\_\_. **Clima e Excepcionalidade**: conjunturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno climático. Florianópolis: UFSC, 233p. 1991.

MORAIS, B. C. DE; COSTA, J. M. N. da; COSTA, A. C. L. da; COSTA, M. H. (2005). Variação espacial e temporal da precipitação no Estado do Pará. **Acta Amazônica**. vol. 35, n. 2, p. 207-214.

MORENO, G. O processo histórico de acesso á Terra em Mato Grosso. In: **Geosul**, Florianópolis, v. 14, n. 27, p.67-90, jan/jul.1999. Disponível em: <

<https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/viewFile/18833/20128>> Acesso em: 13 de jun. de 2018.

MORENO, G. A colonização no século XX. In: MORENO, G.; HIGA, T. C. S. (Orgs.). **Geografia de Mato Grosso: território, sociedade, ambiente**. Cuiabá: Entrelinhas, 2005.

MOTA, S. **Preservação e conservação de recursos hídricos**. Ed. rev. atualizada. Rio de Janeiro: ABES, 1995.

MOURA, M. O.; ZANELLA, M. E. Escolha de “Anos-Padrão” para o estudo do conforto térmico em Fortaleza, CE: verificação de critérios. **Revista Geonorte**, v. 1, p. 547-560, 2012.

NASCIMENTO JÚNIOR, L. Perspectivas da variabilidade climática. **Geografia em Questão**, Vol.10, N. 01, 2017, p. 95-114.

NOBRE, N. A. de O. **Avaliação dos atributos físicos do solo em três sistemas de uso e seus impactos na bacia hidrográfica do Rio Carapá em Colíder-MT**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres, 2008.

OLIVEIRA, C. de. **Dicionário Cartográfico**. Rio de Janeiro: IBGE, 1987. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv66323.pdf> > Acesso em: 02 de junho de 2018.

OLIVEIRA, M. J.; BAPTISTA, G. M. M.; CARNEIRO, C. D. R.; VECCHIA, F. A. S. História geológica e Ciência do clima: Métodos e origens do estudo dos ciclos climáticos na Terra. **Terræ**, v.12, 1-2. p. 3-26, 2015. ISSN 1679-2297 Disponível em:< <https://www.ige.unicamp.br/terrae/V12/PDFv11/T056-1.pdf>> Acesso em: 03 de junho de 2018.

OMM-Organização Meteorológica Mundial. Documentos básicos, 2. **Regulamento Técnico, Volume I: Normas meteorológicas de carácter general y normas recomendadas (OMM-Nº 49)**. Edição de 2015, atualização de 2016. Genebra, Suíça, p. 3.

\_\_\_\_\_. **Manual sobre a preparação de informes CLIMAT y CLIMAT TEMP (OMM/DT-Nº 1188)**. Genebra, Suíça, 2007.

\_\_\_\_\_. **Directrices de la Organización Meteorológica Mundial sobre el cálculo de las normales climáticas**. Edición de 2017. OMM-Nº 1203, Genebra, Suíça, 2017.

\_\_\_\_\_. **Declaración de la OMM sobre el estado del clima mundial em 2017**. OMM – N 1212, Genebra, Suíça, 2018.

PAULA, T. L. F. de. **Comportamento hidráulico de aquíferos sedimentares e metassedimentares de dupla porosidade da região do Alto Paraguai, MT**. 129 fls. Dissertação (Geociências Aplicadas). Universidade de Brasília. Brasília, 2015. Disponível em:

[https://www.google.com/url?url=http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/18582/3/2015\\_ThiagoLuizFeij%25C3%25B3dePaula.pdf&rct=j&frm=1&q=&esrc=s&sa=U&ved=0ahUKEwjajf2epIPdAhUQF4gKHbRYCCMQFggeMAI&usq=AOvVaw1vnHSeZTzIdenL9O3AI22K](https://www.google.com/url?url=http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/18582/3/2015_ThiagoLuizFeij%25C3%25B3dePaula.pdf&rct=j&frm=1&q=&esrc=s&sa=U&ved=0ahUKEwjajf2epIPdAhUQF4gKHbRYCCMQFggeMAI&usq=AOvVaw1vnHSeZTzIdenL9O3AI22K)  
Acesso em: 23 de agosto de 2018.

PBMC-Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. **Impactos, vulnerabilidades e adaptação às mudanças climáticas**. Contribuição do Grupo de Trabalho 2 do PBMC ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas [Assad, E.D., Magalhães, A.R. (eds.)]. COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 414 p. 2014.

\_\_\_\_\_. **Mitigação das mudanças climáticas. 2014**. Contribuição do Grupo de Trabalho 3 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas [BUSTAMANTE, M. M. C.; ROVERE, E. L. L. (eds.)]. COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil, 463 p., 2014. Disponível em: [http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/RAN1\\_completo\\_vol3.pdf](http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/RAN1_completo_vol3.pdf) Acesso em: 21 abr. 2018.

\_\_\_\_\_. **Mudanças Climáticas e Cidades**. Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas [Ribeiro, S.K., Santos, A.S. (Eds.)]. PBMC, COPPE – UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil. 116p. ISBN: 978-85-285-0344-9. 2016. Disponível em: < [http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/Relatorio\\_UM\\_v10-2017-1.pdf](http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/Relatorio_UM_v10-2017-1.pdf) > Acesso em: 25 de maio de 2018.

\_\_\_\_\_. Contribuição do Grupo de Trabalho 1 ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. In: **Sumário Executivo GT1**. Rio de Janeiro: PBMC, 2013. 24 p.

PEREIRA JÚNIOR, J. de S. Recursos Hídricos-conceituação, disponibilidade e usos. In: **Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados**. Centro de Documentação Informação Coordenação de Biblioteca. 2004. Disponível em:< [http://www2.camara.leg.br/a-camara/documentos-e-pesquisa/estudos-e-notas-tecnicas/areas-da-conle/tema14/2004\\_2687.pdf](http://www2.camara.leg.br/a-camara/documentos-e-pesquisa/estudos-e-notas-tecnicas/areas-da-conle/tema14/2004_2687.pdf)> Acesso em: 02 de junho de 2018.

PEREIRA, S. B.; PRUSKI, F. F.; NOVAES, L. F.; SILVA, D. D. da ; RAMOS, M. M. Análise do comportamento hidrológico do rio Verde Grande. **Engenharia na Agricultura**, 13, n.1, p.55-60, 2005.

PIAIA, I. I. O processo migratório na fronteira agrícola de Mato Grosso. In: **Geografia de Mato Grosso**. 2 ed. rev. atual. Cuiabá: EdUNIC, 1999.

PINTO-COELHO, R. M.; HAVENS, K. **Crise nas Águas**. Educação, ciência e governança, juntas, evitando conflitos gerados por escassez e perda da qualidade das águas. Belo Horizonte, 2015.

PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E. dos; DEL PRETTE, M. E. A utilização do conceito de bacia hidrográfica para a conservação dos recursos hídricos naturais. In: SCHIAVETTI,

A.; CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de bacia hidrográfica: teorias e aplicações**. Ilhéus, BA: Editus, 2002.

POLON, L. C. K. Espaço Geográfico: breve discussão teórica acerca do conceito. In: **Rev. Geogr. Acadêmica** v.10, n.2 (xii.2016) ISSN 1678-7226. Disponível em: <<https://revista.ufr.br/rga/article/view/3834>> Acesso em: 10 de maio de 2018.

PRADO, L. F. **Oscilação interdecadal do Pacífico e seus impactos no regime de precipitação no Estado de São Paulo**. 133 folhas. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo. Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas Departamento de Ciências Atmosféricas. Programa de Pós-Graduação em Meteorologia. São Paulo, 2010. Disponível em: <[http://www.iag.usp.br/pos/sites/default/files/d\\_luciana\\_f\\_prado\\_corrigida.pdf](http://www.iag.usp.br/pos/sites/default/files/d_luciana_f_prado_corrigida.pdf)> Acesso em: 24 de maio de 2018.

PRADO, E. S.; BARROS, M. A. de S.; PINHO, F. E. de C.; PIEROSAN, R. Granito Terra Nova — petrologia e geocronologia: um granito tipo-A da Província Aurífera Alta Floresta — Cráton Amazônico. **Brazilian Journal of Geology**, Vol. 43, N. 1, p. 101-116, 2013.

RAFFESTIN, C. **Por uma Geografia do poder**. São Paulo: Editora Ática S. A.1993.

REIS, T.; RUSSO, V.G.; RIBEIRO, P.; MOUTINHO, A.; GUIMARÃES, M.; STABILE, A.; ALENCAR, A.C.; CRISOSTOMO, D.; SILVA, J. S. **Oportunidades e desafios climáticos no Cerrado brasileiro**. 2017. Disponível em:< [https://ipam.org.br/wp-content/uploads/2017/11/PB-Cerrado-COP23-web\\_pt.pdf](https://ipam.org.br/wp-content/uploads/2017/11/PB-Cerrado-COP23-web_pt.pdf)> Acesso em: 18 de setembro de 2019.

RODRIGUES, C.; ADAMI, S. F. Técnicas de hidrografia. In: VENTURI, B. A. L. (org.). **Geografia: práticas de campo, laboratório e sala de aula**. São Paulo: Editora Sarandi, 2011.

ROMANCINI, S. R.; RODRIGUES, C. O. Urbanização na Pré-Amazônia Mato-Grossense: o exemplo de Sinop. In: **Revista ACTA Geográfica**, ANO I, n°2, jul./dez. de 2007. p.43-55. Disponível em: < <https://revista.ufr.br/actageo/article/view/176>> Acesso em: 13 de junho de 2018.

ROSS, J; VASCONCELOS, T. N. N. e CASTRO, P. R. Jr. Estruturas e Formas de relevo. In: MORENO, G; HIGA, T.C.S. (orgs.). **Geografia de Mato Grosso: território, sociedade, ambiente**. Cuiabá: Entrelinhas, 2005, p. 217-287

ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. In: **Revista do Departamento de Geografia** n° 8, 63-74 pp. DG-FFLCH-USP, São Paulo, 1994. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rdg/issue/view/3935>> Acesso em: 07 de agosto de 2019.

ROSS, J. L. S. O contexto geotectônico e a morfogênese da Província Serrana de Mato Grosso. **Rev. IG**, vol. 12, N. 1-2, p. 21-37, São Paulo, 1991. Disponível em:

<http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/rig/article/viewFile/8802/8069> Acesso em: 29 abr. 2018.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia Ambiente e Planejamento**. São Paulo: Contexto, 1990.

RUFINO, P. H. P.; SANTOS, s. A. dos. Utilização do conceito de bacia hidrográfica para capacitação de educadores. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de bacia hidrográfica: teorias e aplicações**. Ilhéus, BA: Editus, 2002.

SALVADOR, M. de A. **Análise da variabilidade climática na nova fronteira agrícola do Brasil: região do Matopiba**. Tese (Doutorado em Meteorologia). Universidade Federal de Campina Grande-PB. Dezembro de 2014, 119 p.

\_\_\_\_\_. **CLIMAP- Versão 3.0 (resumo)**. 2016. Disponível em: <file:///C:/Users/klaud/Downloads/climap3\_manual\_basico.pdf> Acesso em: 03 de maio de 2018.

\_\_\_\_\_. Nota de pesquisa: CLIMAP - Aplicativo para análise de dados climáticos – Versão 3.0. **Revista Brasileira de Climatologia**.v.20, 349-374. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v.20i0.46351>. 2017.

SALVADOR, M. de A; BRITO, J. I. B. Trend of anual temperature and frequency of extreme events in the MATOPIBA region of Brazil. **Theor Appl Climatol** 133, 253-261. 2018. <http://doi.org/10.1007/s00704-017-2179-5>.

SANTANA, D. P. **Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 63p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 30). Bacias Hidrográficas - Manejo. I. Título. II. Série. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/486784/1/Doc30.pdf> Acesso em: 28 de agos. de 2018.

SANT'ANA NETO, J. L. Mudanças climáticas globais. In: AMORIM, M. C. de C. T.; SANT'ANA NETO, J. L.; MONTEIRO, A. **Climatologia urbana e regional questões teóricas e estudos de caso**. São Paulo: Outras expressões, 2013.

SANT'ANNA NETO, J. L. Da climatologia geográfica a geografia do Clima: Gênese, paradigmas e aplicação do clima como fenômeno geográfico. In: **Anpege**, v. 4, 2008, p. 61-88.

SANT'ANNA NETO, J. L. Escalas geográficas do clima: mudança, variabilidade e ritmo. In: AMORIM, M. C. de C. T.; SANT'ANNA NETO, J. L.; MONTEIRO, A. **Climatologia urbana e regional: questões teóricas e estudos de caso**. Expressões, São Paulo, 2013, p. 75-91.

SANTOS, B. C.; SOUZA, P. H. de; VECCHIA, F. A. da. A caracterização da precipitação do ano hidrológico de 2013-2014 na região de São Carlos/SP e sua repercussão no espaço geográfico. **Revista Brasileira de Climatologia** Ano 13 – Vol. 21, p. 135-152, JUL/DEZ 2017. Disponível em:

<<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/51505/33460> > Acesso em: 18 de agosto de 2019.

SANTOS, E. M. **Estudo da variabilidade e mudanças climáticas na região de Manaus**. Dissertação (Mestre em clima e ambiente). Manaus: [s.n.], 2011. Disponível em: <[https://bdtd.inpa.gov.br/bitstream/tede/1374/1/Dissertacao\\_Edilane\\_Santos.pdf](https://bdtd.inpa.gov.br/bitstream/tede/1374/1/Dissertacao_Edilane_Santos.pdf)> acesso em 19 de agosto 2019.

SANTOS, E. H. M. dos; GRIEBELER, N. P.; OLIVEIRA, L. F. C. de. Relação entre uso do solo e comportamento hidrológico na Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.14, n.8, p.826–834, 2010.

SANTOS, M. Espaço e método. In: **Cuadernos críticos de Geografía Humana**. Universidad de Barcelona ISSN: 0210-0754 Depósito Legal: B. 9.348-1976 Año XII. Número: 65 Septiembre de 1986. Disponível em: <<http://www.ub.edu/geocrit/geo65.htm#temporal>> Acesso em: 01 de junho de 2018.

SANTOS, M. **Espaço e método**. São Paulo: Nobel, 1985.

SANTOS, M. **Espaço e sociedade**: ensaios. Petrópolis: Vozes, 1979.

SANTOS, M. **Metamorfoses do espaço habitado**. Fundamentos teóricos e metodológico da geografia. São Paulo: Hucitec, 1988.

SANTOS, M. **Por uma outra globalização**: do pensamento único à consciência universal. 16. ed. Rio de Janeiro: Editora Record, 2008.

SANTOS, M. **Técnica espaço tempo – Globalização e meio técnico-científico-informacional**. 1994. Disponível em: <<http://reverbe.net/cidades/wpcontent/uploads/2011/livros/tecnica-espaco-tempo-milton-santos.pdf>> Acesso em: 10 de maio de 2018.

SCHIAVINATO, V. M. S. **Avaliação ambiental de nascentes de corpos de água na sub-bacia hidrográfica do córrego das Pitas-MT, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade do Estado de Mato Grosso, 2019, 101 p.

SiBCS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ª ed. Brasília: rev. ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p. ISBN 978-85-7035-198-2.

SILVA, J. M. O.; SILVA, E. V. Utilização dos anos padrões para a caracterização pluviométrica na bacia hidrográfica do rio Pirangi/Ceará. **Revista Geonorte**, v. 3, 2012, p. 1358-1369.

SILVA, G. D. B. da. Sistema de transportes e logística da soja na BR-163. In: III Simpósio Nacional de Geografia Agrária – II Simpósio Internacional de Geografia Agrária Jornada Ariovaldo Umbelino de Oliveira **[Anais...]** – Presidente Prudente, 11 a 15 de novembro de 2005. Disponível

em:<<http://www2.fct.unesp.br/nera/publicacoes/singa2005/Trabalhos/Artigos/Gabriel%20amasceno%20Bento%20da%20Silva.pdf>> Acesso em: 30 de julho de 2019.

SILVA, T. M. G. da. **Caracterização do Sistema Aquífero Parecis na região Centro-Norte do estado de Mato Grosso: subsídios para gestão dos recursos hídricos subterrâneos**. 98 fls. Dissertação (Geociências Aplicadas). Instituto de Geociências Brasília, 2013. Disponível em: <[http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/13677/1/2013\\_TalitaMenezesGomesSilva.pdf](http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/13677/1/2013_TalitaMenezesGomesSilva.pdf)> Acesso em: 22 de agosto de 2018.

SILVA, A. A. de M. A. da. Reflexões sobre o conceito de clima e alterações climáticas: uma relação de equívoco?. **Revista GEONORTE**, Edição Especial, V.2, N.4, p.1048 – 1061, 2012.

SILVA, M. M.; FERREIRA, V. de O.; BRITO, J. L. S. Reconhecimento de possíveis influências dos eventos El Niño e La Niña no regime pluviométrico da bacia do rio Araguari, Minas Gerais. In: **Revista GEONORTE**, edição especial 2, V.1 N.5 p.754-765, 2012. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufam.edu.br/revista-geonorte/article/view/2410/2229>> acesso em 25 de julho de 2019.

SMITH, N. **Desenvolvimento desigual: Natureza, Capital e a produção do espaço**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1988.

SOARES, L. P.; ZANELLA, M. E. Eleição de anos-padrão para a caracterização climática do Estado do Ceará. In: X SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 2014, Curitiba. [**Anais..**]. Curitiba: 2014, p. 2468-2479.

SOJA, E. W. **Geografias Pós-Modernas: a reafirmação da teoria social crítica**. Tradução: Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1993.

SOUSA, A. M. L. de; ROCHA, E. J. P. da; VITORINO, M. I.; SOUZA, P. J. O. P. de; BOTELHO, M. N. Variabilidade espaço-temporal da precipitação na Amazônia durante eventos ENOS. In: **Revista Brasileira de Geografia Física** V 08, N 01 (2015) 013-024. Disponível em: <<http://repositorio.ufra.edu.br/jspui/bitstream/123456789/441/1/Variabilidade%20Espa%C3%A7oTemporal%20da%20Precipita%C3%A7%C3%A3o%20na%20Amaz%C3%B4nia.....pdf>> Acesso em:19 de agosto de 2019.

SOUZA, W.; AZEVEDO, P. Índices de Detecção de Mudanças Climáticas Derivados da Precipitação Pluviométrica e das Temperaturas em Recife-PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 5, n. 1, p. 143-159, 2012.

SOUZA JUNIOR, C.; VERÍSSIMO, A.; MICOL, L.; GUIMARÃES, S. **Transparência florestal estado de Mato Grosso**. In: IMAZON, n° 3, outubro de 2006. Disponível em: <[https://www.icv.org.br/wpcontent/uploads/2013/08/btf03\\_set06.pdf](https://www.icv.org.br/wpcontent/uploads/2013/08/btf03_set06.pdf)> Acesso em: 23 de agosto de 2018.

SOUZA, M. N.; MANTOVANI, E. C.; SILVA Jr.; AZIZ G. da; GRIFFITH, J. J.; DELGADO, R. C. Avaliação do comportamento hidrológico na bacia do Ribeirão Entre Ribeiros, afluente do rio Paracatu, em cenário de mudança climática com o uso do software Stella. **Engenharia na agricultura**, Viçosa - MG, V.18 N.4, julho / agosto 2010, p. 339-351.

SUGUIO, K. **Mudanças Ambientais da Terra**. São Paulo: Instituto Geológico, 2008. 336 p. ISBN: 978-85-87235-03-9.

STEVAUX, J. C. LATRUBESSE, E. M. Impacto antrópico e manejo conservativo. In: \_\_\_\_\_. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017, p.253-279.

TAVARES, C. A. Mudanças climáticas. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (orgs.) **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. \_\_\_\_\_. Critérios de escolha de anos padrões para análise rítmica. **Revista Geografia**, v.1, 1976. p.79-87.

TELLES, D. D.; DOMINGUES, A. F. Água na agricultura e pecuária. In: REBOUÇAS, A. da C.; Braga, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras, 2006.

TOMAZIN, J. L.; ROSSETO, O. C. **Impactos ambientais da agricultura no município de Sorriso-Mato Grosso – Brasil**. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Mato Grosso: Universidade Federal de Mato Grosso, 2006. Disponível em:<[http://www2.fct.unesp.br/docentes/geo/bernardo/BIBLIOGRAFIA%20DISCIPLINAS%20GRADUACAO/GEOGRAFIA%20RURAL%202016/GRUPO%20M4%20ENG\\_2006\\_037.pdf](http://www2.fct.unesp.br/docentes/geo/bernardo/BIBLIOGRAFIA%20DISCIPLINAS%20GRADUACAO/GEOGRAFIA%20RURAL%202016/GRUPO%20M4%20ENG_2006_037.pdf)> Acesso em: 30 de julho de 2019.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, Diretoria técnica, SUPREN, 1977.

TUCCI, C. E. M. **Impactos e variabilidade climática e uso do solo sobre nos recursos hídricos**. Estudo preparado como contribuição da ANA – Agência Nacional de Águas para a Câmara Temática sobre Recursos Hídricos do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas. Maio de 2002. Disponível em:<<https://www.cepal.org/samtac/noticias/documentosdetrabajo/6/23336/InBr02902.pdf>> Acesso em: 21 de maio de 2018.

\_\_\_\_\_. Processos Hidrológicos naturais e antrópicos. IN: TUCCI, C. E. M.; MENDES, C. A. **Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA, 2006. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa\\_pnla/\\_arquivos/sqa\\_3.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/sqa_3.pdf)> Acesso em: 29 de maio de 2018.

TUCCI, C. E. M. **Gestão da água no Brasil**. Brasília: UNESCO, 2001. Disponível em:<[http://r1.ufrrj.br/lmbh/pdf/Outras%20publicacoes/LMBH\\_gestao\\_da\\_agua\\_no\\_Brasil.pdf](http://r1.ufrrj.br/lmbh/pdf/Outras%20publicacoes/LMBH_gestao_da_agua_no_Brasil.pdf)> Acesso em: 03 de junho de 2018.

TUNDISI, J. G (coord.). **Recursos hídricos no Brasil problemas, desafios e estratégias para o futuro**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2014.

VELÁZQUEZ, B. R. R.; LEVI, L. L. **Espacio, paisaje, región, territorio y lugar: la diversidad en el pensamiento contemporáneo**. México: UAM, Instituto de Geografía: UAM, Xochimilco, 2015.

WRUBLACK, S. C.; MERCANTE, E.; VILAS BOAS, M. A.; PRUDENTE, V. H. R.; SILVA, J. G. Variation of water quality along a river in agricultural watershed with support of geographic information systems and multivariate analysis. In: **Engenharia Agrícola, Jaboticabal**, v. 38, n. 1, p. 74-81, jan./feb. 2018. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/eagri/v38n1/1809-4430-eagri-38-01-0074.pdf> > Acesso em: 25 de maio de 2018.

ZAIAT, A. P. S. R.; ZOLIN, C. A.; VENDRUSCULO, L. G.; LOPES, T. R.; PAULINO, J. Uso da terra agrícola e mudança de cobertura no ecotono Cerrado/Amazônia: um estudo de casoda bacia do alto Rio Teles Pires. **Acta Amazonica**, vol.48 n.2 Manaus abr./jun. 2018.

ZHANG, L.; DAWES, W. R.; WALKER, G. R. **Response of mean annual evapotranspiration to vegetation changes at catchment scale**. Water Resources Research, v.37, n.3, p.701-708, 2001.

ZORZETTO, R. Um rio que flui pelo ar. **Revista Pesquisa FAFESP**. p.62-63, abr. de 2009. Disponível em:< <https://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2009/04/Um-rio-que-flui-pelo-ar.pdf>> Acesso em: 13 de janeiro de 2020.