



## Influência do ENOS nas chuvas anuais da região amazônica do Mato Grosso

Adilson Pacheco de SOUZA<sup>1,2\*</sup>, Carla Aparecida ASCOLI<sup>1</sup>, Eduardo Morgan ULIANA<sup>1</sup>,  
Frederico Terra de ALMEIDA<sup>1</sup>, Bruno Henrique CASAVECCHIA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT, Brasil.

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, Brasil.

\*E-mail: pachecoufimt@gmail.com

Recebido em outubro/2016; Aceito em outubro/2017.

**RESUMO:** A quantidade e as distribuições espaciais e temporais das chuvas determinam o tipo de vegetação natural, potencialidades de exploração agropecuária e disponibilidade de recursos hídricos. Todavia, as chuvas estão diretamente relacionadas com a circulação geral da atmosfera (CGA) e com as mudanças nos seus comportamentos. Em escala global, a maior influência é decorrente do modo de variabilidade climática denominado de El Niño-Oscilação Sul (ENOS) e suas diferentes fases/intensidades (El Niño – EN; La Niña - LN), que determinam as anomalias de chuva em diversas regiões. Diante da grande aptidão agropecuária do estado de Mato Grosso (MT), objetivou-se avaliar as influências do EN e LN para as bacias hidrográficas dos Rios Juruena, Teles Pires e Xingu, situados na região Amazônica. As regiões das nascentes (Alto) das três bacias apresentam similaridade nos totais anuais de chuva. As diferentes intensidades de EN e LN influenciaram de forma significativa nos índices de chuva anual na bacia do Rio Teles Pires. EN-Forte provoca reduções nos totais anuais de chuvas nas regiões baixas (fz) das três bacias hidrográficas. LN-Forte aumentou as chuvas anuais independentemente da região do rio Teles Pires. LN-moderado reduz os totais anuais de chuva independentemente da bacia hidrográfica.

**Palavra-chave:** bacias hidrográficas, variabilidade climática, distribuição espacial.

### ENOS influence in the annual rains of the region amazon of Mato Grosso State

**ABSTRACT:** The amount and spatial and temporal distributions of rainfall determine the type of natural vegetation, agricultural exploration potential and availability of water resources. However, the rainfall are directly dependents to the general circulation of the atmosphere and changes in your behavior. On a global scale, the major influences are the result of the El Niño-Southern Oscillation (ENSO) and its different phases/intensities (El Niño - EN; La Niña - LN), which determine the precipitation anomalies in several regions. Given the large agricultural faculty of Mato Grosso State, Brazil, aimed to evaluate the influence of EN and LN phenomena for the watershed of the rivers Juruena, Teles Pires and Xingu, located in the Amazon region. The regions of the sources of river (High) of the three watershed have similarity in total annual rainfall. The different intensities of EN and LN cause greater influence in the rates of annual rainfall in the Teles Pires Watershed. EN-Intensive causes reductions in total annual rainfall in the lowlands (mouth rivers) of the three watersheds. LN-Intensive provides increase in annual rainfall regardless of the Teles Pires River region. LN-moderate reduces the total annual rainfall regardless of the watershed.

**Keywords:** watersheds, climatic variability, spatial distribution.

### 1. INTRODUÇÃO

Dentre os estados brasileiros, Mato Grosso (MT) destaca-se por sua grande extensão territorial e inserção na área de ocorrência dos cerrados brasileiros, da floresta tropical úmida e da planície do pantanal, que propiciam uma grande diversidade de situações ecológicas, sociais, econômicas, culturais e de processos de produção e desenvolvimento rural e agroindustrial (SOUZA et al., 2013).

A posição geográfica, associada a fatores climáticos, geológicos, pedológicos, fitoecológicos, geomorfológicos e hídricos, condiciona uma grande complexidade ambiental ao Estado de Mato Grosso. Por conseguinte, associados às políticas públicas e às variáveis socioeconômicas, que dirigiram os processos de ocupação do Estado. Estes vários ambientes condicionaram historicamente, diferentes dinâmicas e características do uso e cobertura do solo, que

por sua vez alteraram as repostas do ambiente quanto as variáveis climáticas (SOUZA et al., 2013).

O Estado de MT apresenta boa parte da sua economia voltada para o agronegócio, que depende de toda uma cadeia produtiva embasada na agricultura e pecuária. Em geral, com os avanços tecnológicos propiciados pelo melhoramento genético, nutrição e mecanização dos sistemas produtivos, as principais variações nos níveis produtivos dos diferentes cultivos decorrem da influência climática.

Dentre os elementos climáticos, a temperatura do ar e as chuvas são os que mais influenciam na produtividade agropecuária, principalmente nas regiões tropicais, que apresentam predominância de chuvas com duração e intensidade dependente dos efeitos convectivos nas massas de ar (SANTANA et al., 2007). Em geral, para descrição climática regional, são elaboradas tendências temporais dos diferentes elementos meteorológicos, todavia, podem ocorrer

variações nas diferentes épocas do ano, decorrentes de circulação atmosférica oriundos de alterações nos diferentes gradientes de pressão, que são responsáveis pela formação de ventos e modificam a estrutura de circulação global (MARIN et al., 2000; KANE, 2001; MARENGO; DIAS, 2007).

Salgueiro; Montenegro (2008) citam que a chuva é um fenômeno aleatório, cuja distribuição espacial dos seus valores não apresenta periodicidade exata, embora apresente tendências de ocorrências similares. Em suma, pode-se afirmar que a distribuição das chuvas ocorre de forma irregular temporalmente durante o ciclo anual e espacialmente. Mellaarte (1999) ressalta que o grau de variabilidade muda de ano para ano e de região para região, o que torna necessário a realização de pesquisas regionais constantes para obtenção de elementos mais significativos para a variabilidade espacial e temporal.

As irregularidades que ocorrem no clima que extrapolam as variações temporais e espaciais normalmente ocorridas são chamadas de anomalias climáticas. Estas, por sua vez, tendem a ser persistentes e duram vários meses, principalmente na atmosfera tropical, e não são somente caracterizadas pela falta ou o excesso de algum elemento meteorológico, mas implica também na alteração da sua distribuição temporal e espacial. As perturbações termodinâmicas ocorridas na atmosfera afetam os padrões climáticos de cada região e, conseqüentemente, ocorre a dependência direta das atividades com os fenômenos meteorológicos pertencentes em várias escalas espaciais. Em escala global, a maior influência é decorrente do modo de variabilidade climático denominado de El Niño-Oscilação Sul (ENOS) e suas diferentes fases/intensidades (El Niño – EN; La Niña - LN), que estão intimamente relacionadas com as mudanças nas configurações de circulação atmosférica e com a interação oceano-atmosfera no Pacífico e Atlântico (LIMBERGER; SILVA, 2016; LYRA et al., 2017), e determinando, portanto as anomalias da temperatura do ar e principalmente de chuvas em diversas regiões (GONZALEZ et al., 2013; GOIS et al., 2015; OLIVEIRA-JUNIOR et al., 2017).

O impacto causado pelo fenômeno ENOS pode ser considerado como uma perturbação climática de escala global, e atualmente pode ser considerado como a principal fonte conhecida de variabilidade climática de curto prazo na escala estacional e interanual (CUNHA et al., 2000). O ENOS pode apresentar influências principalmente na modificação no regime de chuva regional, podendo resultar em secas severas ou chuvas extremas, interferindo de forma expressiva, nas atividades humanas e nas alternâncias de períodos chuvosos e secos. A caracterização das fases do ENOS e suas influências em várias regiões brasileiras foram abordadas por diversos autores (MINUZZI et al., 2007; BRITTO et al., 2008; SILVA et al., 2009; REBOITA et al., 2010; GONZALEZ et al., 2013; MAIER et al., 2016).

Para a região Centro-Oeste do Brasil, Grimm et al. (1998) demonstraram que o impacto de eventos El Niño apresenta razoável variabilidade espacial e temporal. As principais influências caracterizadas por esses autores indicam que nas regiões mais ao sul ocorrem anomalias positivas de chuva, principalmente a partir do inverno e com máxima consistência no verão, enquanto que, nas regiões mais ao norte ocorrem anomalias de secas (como na Amazônia), embora as regiões mais a leste mostrem anomalias positivas no verão. Anomalias secas severas e

persistentes aparecem no verão no oeste, isso indica, portanto, que a maioria das regiões do Centro-Oeste tende a ter chuva acima da mediana (ALVES et al., 2013).

Todavia, Mamedes (2003) sugeriu que o fenômeno ENOS não tem influência “direta” sobre a região Centro-Oeste do Brasil, mas que estas variabilidades temporais e espaciais sobre o regime de precipitação da região podem ser causadas por ações de outros fenômenos meteorológicos de grande escala, os quais teriam um “peso” maior no regime chuvoso desta região. Logo, esse tema requer um estudo ou uma análise de cada um destes fenômenos meteorológicos objetivando-se determinar a influência sobre o regime de chuva.

Para o estado de MT encontram-se trabalhos pontuais que envolveram avaliações de chuvas, contudo, não são relatadas análises para definição da influência ou não do fenômeno ENOS na região de forma generalizada, tampouco nas diferentes regiões hidrográficas do estado.

As interferências de EN e LN nas chuvas são conhecidos para grande parte das regiões brasileiras, todavia, para o estado de MT não são observados padrões definidos de interferências ao longo dos ciclos desses eventos. Essas informações poderiam subsidiar a predição das variações climáticas em decorrência do fenômeno ENOS e permitir a adoção de técnicas que minimizem o seu efeito no momento atual e futuro.

Por conseguinte, objetivou-se avaliar a variabilidade espacial e temporal e a influência dos fenômenos El Niño e La Niña (com intensidades fortes e moderadas) nos totais anuais de chuvas na região hidrográfica Amazônica (bacias hidrográficas dos Rios Juruena, Teles Pires e Xingu) do estado de Mato Grosso.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O estado de MT está localizado a oeste da Região Centro-Oeste e tem como limites: Amazonas e Pará, ao norte; Tocantins e Goiás, ao leste; Mato Grosso do Sul, ao sul; e Rondônia e Bolívia, a oeste. Ocupando uma área de 906.806,9 km<sup>2</sup>, tem topografia 55% levemente plana, 30% plana, 10% ondulada e 5% montanhosa, altitude com valores entre 105 m e 850 m (SEPLAN-MT, 2013). Segundo a classificação de Köppen, em Mato Grosso prevalecem os climas Tropical (“Aw”) e Tropical de Altitude (“Cwa”), sendo que em ambos, ocorre claramente a definição das estações seca (maio a setembro) e chuvosa (outubro a abril) (SOUZA et al., 2013).

O zoneamento socioeconômico ecológico do estado de Mato Grosso (ZSEE-MT) define três unidades hidrográficas (Figura 1) inseridas no território do estado: a Região Hidrográfica do Paraguai, com área de 176.800 km<sup>2</sup>, que abrange 19,6% da superfície estadual; a Região Hidrográfica Amazônica, com 592.382 km<sup>2</sup>, que ocupa 65,7% do território; e a região Tocantins-Araguaia, com 132.238 km<sup>2</sup>, que corresponde a 14,7% da superfície do estado (SEPLAN, 2017). Especificamente na porção Amazônica do estado, destacam-se as bacias hidrográficas dos rios Teles Pires (142.600 km<sup>2</sup>), Juruena (181.367,9 km<sup>2</sup>) e Xingu (176.800,41 km<sup>2</sup>) (SEPLAN, 2017). Os rios Juruena e Teles Pires formam o rio Tapajós, afluente da margem direita do rio Amazonas.

Apesar de estar hidrologicamente situada na região amazônica, as três bacias supracitadas apresentam variações quanto a cobertura vegetal, com predomínio de formações savânicas (bioma Cerrado), florestas transicionais (contato

entre floresta ombrófila, floresta estacional e savana) e floresta tropical ombrófila (bioma Amazônico), nas regiões do Alto (nascentes), Médio e Baixo (foz), respectivamente.

O rio Teles Pires apresenta uma extensão total de 1.481 km, com nascente nas Serras Azul e Finca Faca (Paranatinga – MT) em uma altitude de 800m, desenvolve-se no sentido SE-NW e tem confluência com Rio Tapajós a uma altitude aproximada de 95 m.

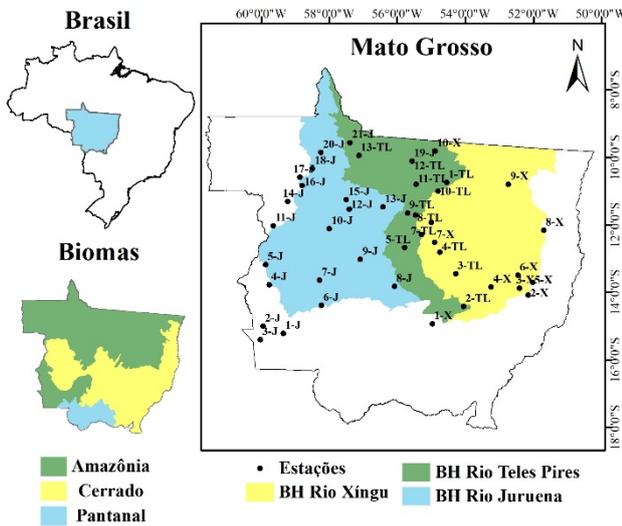


Figura 1. Localização das bacias hidrográficas dos Rios Juruena, Teles Pires e Xingu, na região Amazônica do Mato Grosso e das 44 estações pluviométricas avaliadas.

Figure 1. Location of the Juruena, Teles Pires and Xingu Rivers basins in the Amazon region of Mato Grosso and of the 44 rainfall stations evaluated.

Os dados diários de precipitação foram organizados na escala mensal e anual. Após esse processo, foi realizado o preenchimento de falhas e a análise de consistência dos dados. Para preenchimento de falhas das precipitações mensais e anuais foi utilizado o método da ponderação regional, enquanto que, para a análise de consistência empregou-se o método das curvas de duplas massas, conforme descrições de Bertoni; Tucci (2001).

Avaliou-se a possibilidade de utilização do método aritmético para determinação da precipitação média das regiões das bacias hidrográficas, que tem por base a razão entre a amplitude das chuvas máximas e mínimas pela chuva média, e que defini como consistentes ou médias confiáveis, as razões com valores menores ou iguais a 0,5 (GARCEZ; ALVAREZ, 1988).

Posteriormente, ao preenchimento de falhas, realizou-se a verificação da ocorrência de distribuição normal pelo teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov (KS) a 5% de significância, nos dados totais anuais de precipitações para todas as estações pluviométricas avaliadas (ASSIS et al, 1996).

Foram obtidos os índices de precipitação normalizada (IPN) (equação 1), que segundo Santos et al. (2014) são empregados para quantificar o déficit e/ou excesso de precipitação nas múltiplas escalas de tempo. Conceitualmente, o IPN é simplesmente a variável reduzida Zi da distribuição normal da precipitação.

O IPN tem se mostrado bastante útil no monitoramento da precipitação em função da sua flexibilidade, simplicidade

de obtenção e de interpretação. Em geral, esse índice é normalmente obtido nas bases dos períodos de tempo de 1, 3, 6, 12 e 60 meses, e indicam como a precipitação se comportou em relação a climatologia do período em questão. Valores positivos e negativos indicam precipitação superior e inferior a média, respectivamente (SANTOS et al., 2013).

Realizou-se uma adaptação da interpretação de SPI com base na proposta de Mckee et al. (1193), que permitiu a análise nas seguintes classes: <-2,0 “seca severa”; -1,99 a -1,50 “seca moderada”; -1,49 a -0,49 “seca fraca”; -0,49 a -0,20 “quase normal com tendência seca”; -0,19 a 0,19 “normal”; 0,20 a 0,49 “quase normal com tendência chuvosa”; 0,50 a 0,99 “chuva fraca”; 0,99 a 1,49 “chuva moderada”; 1,49 a 1,99 “chuva severa”; > 2,0 “chuva extrema”.

$$IPN = \frac{(P-PM)}{D} \quad \text{(Equação 1)}$$

em que: P - precipitação do período; PM - precipitação média (incluindo todos os anos da série histórica); DP - desvio padrão da precipitação. Posteriormente, avaliou-se a variação média das precipitações em percentual.

Analisou-se conjuntamente os valores de SPI e a ocorrência dos eventos de El Niño (EN) e La Niña (LN) apresentados pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE). Os eventos de EN e LN foram classificados pelo CPTEC em duas categorias: forte e moderado (Tabela 2).

Tabela 2. Anos de ocorrência de El Niño e La Niña e suas intensidades (IFC).

Table 2. Years of occurrence of El Niño and La Niña and their intensities (IFC).

El Nino		La Nina	
Ano	IFC	Ano	IFC
1972-1973	Forte	0970-1971	Moderado
1977-1978	Moderado	1973-1976	Forte
1982-1983	Forte	1988-1989	Forte
1986-1988	Moderado	1998-2001	Moderado
1990-1993	Forte	2007-2008	Moderado
1994-1995	Moderado	-	-
1997-1998	Forte	-	-
2002-2003	Moderado	-	-
2010-2011	Forte	-	-

Fonte: <http://enos.cptec.inpe.br/>. (Nesse caso desconsiderou-se a categoria “fraca” de intensidade)

### 3. RESULTADOS

A distribuição dos valores médios mensais das chuvas demonstra que a estação chuvosa está concentrada entre outubro e abril, enquanto que o período seco de maio a setembro, independentemente da bacia hidrográfica avaliada (Tabela 3).

No estudo a distribuição espacial das precipitações anuais utilizou-se a krigagem ordinária com semivariograma esférico, como método de interpolação. Nesse contexto, na Figura 2 da correlação entre valores medidos e estimados pela interpolação, obteve um coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) de 0,9898, com desvios positivos de 11,58 mm, espalhamentos de 19,24 mm e índice de ajustamento de 0,9973.

## Influência do ENOS nas chuvas anuais da região amazônica do Mato Grosso

Tabela 1. Identificação das estações pluviométricas distribuídas nas bacias hidrográficas dos Rios Teles Pires, Juruena e Xingu, na região Amazônica do estado de Mato Grosso.

Table 1. Identification of the rainfall stations distributed in the Teles Pires, Juruena and Xingu Rivers basins in the Amazon region of Mato Grosso state.

Código	Nome da estação		Cidade	Latitude	Longitude	Posição na Bacia	ocalização	Período
<b>JURUENA</b>								
1559000	Pontes e Lacerda	1-J	Pontes e Lacerdas	-15,2156	-59,3536	Alto		1977-2012
1559001	Mato Grosso	2-J	Vila Bela	-15,0000	-59,9500	Alto		1977-2012
1560000	Fazenda Areião	3-J	Vila Bela	-15,4003	-60,0317	Alto		1986-2011
1359001	Vila Alegre	4-J	Vila Bela	-13,7786	-59,7686	Alto		1984-2012
1359000	Padronal	5-J	Comodoro	-13,1808	-59,8781	Alto		1984-2012
1458002	Brasfor	6-J	Tangará da Serra	-14,3853	-58,2342	Médio		1983-2012
1358001	Bacaval	7-J	Campo Novo do Parecis	-13,6417	-58,2875	Médio		1983-2012
1356002	Nova Mutum	8-J	Nova Mutum	-13,8206	-56,0842	Alto		1985-2012
1357000	Nova Maringá	9-J	Diamantino	-13,0275	-57,0906	Alto		1983-2011
1257000	Brasnorte	10-J	Brasnorte	-12,1169	-57,9992	Médio		1986-2012
1259001	Cachoeirinha	11-J	Juina	-12,0269	-59,6503	Baixo		1984-2006
1157000	Porto dos Gaúchos	12-J	Porto dos Gaúchos	-11,5358	-57,4172	Médio		1977-2010
1156000	Fazenda Itauba	13-J	Porto dos Gaúchos	-11,4714	-56,4244	Médio		1983-2012
1159001	Uhe de Juina	14-J	Juina	-11,3092	-59,2206	Médio		1985-2012
1157001	Juara	15-J	Juara	-11,2525	-57,5058	Médio		1984-2012
1058004	Novo Tangara	16-J	Aripuanã	-10,8339	-58,8022	Baixo		1985-2012
1058005	Vale do Natal	17-J	Aripuanã	-10,5881	-58,8675	Baixo		1995-2012
1058003	Juruena	18-J	Juruena	-10,3322	-58,4981	Baixo		1985-2012
1055001	Fontanilhas	19-J	Aripuanã	-10,1125	-55,5700	Baixo		1979-2012
1058002	Núcleo Ariel	20-J	Aripuanã	-9,8561	-58,2469	Baixo		1983-2012
957001	Novo Planeta	21-J	Aripuanã	-9,5658	-27,3942	Baixo		1983-2007
<b>TELES PIRES</b>								
1054000	Agropecuária Cajabi	1-TP	Itauba	-10,7461	-54,5461	Baixo		1977- 2012
1454000	Paranatinga	2-TP	Paranatinga	-14,4186	-54,0489	Alto		1977-2012
1354000	Fazenda Agrochapada	3-TP	Chapada dos Guimarães	-13,4467	-54,2806	Alto		1977-2011
1254001	Agrovensa	4-TP	Vera	-12,8131	-54,7517	Médio		1983-2011
1255001	Teles Pires	5-TP	Sorriso	-12,6742	-55,7917	Médio		1977-2012
1255000	Vera	6-TP	Vera	-12,2883	-55,2936	Médio		1977-2011
1154001	Santa Felicidade	7-TP	Vera	-11,9292	-54,9981	Médio		1983-2011
1156001	Fazenda Sempre Verde	8-TP	Sinop	-11,7106	-55,4639	Médio		1984-2012
1155000	Cachoeirão	9-TP	Sinop	-11,6531	-55,7017	Médio		1977-2012
1154000	Rancho de Deus	10-TP	Itauba	-11,0028	-54,8053	Baixo		1985-2012
1055002	Colider	11-TP	Colider	-10,7986	-55,4486	Baixo		1983-2012
1055001	Indeco	12-TP	Alta Floresta	-10,1125	-55,5700	Baixo		1977-2012
1057001	Trivelato	13-TP	Alta Floresta	-9,94139	-57,1319	Baixo		1983-2012
<b>XINGU</b>								
1454002	Nova Brasilândia	1-X	Nova Brasilândia	-14,9306	-54,9717	Alto		1985-2012
1452004	Água Boa	2-X	Água Boa	-14,0764	-52,1503	Médio		1983-2012
1352000	Faz. Sete de Setembro	3-X	Campinópolis	-13,8806	-52,4119	Alto		1985-2011
1353001	Estância Rodeio	4-X	Campinópolis	-13,8419	-53,2417	Alto		1986-2011
1352002	Serra Dourada	5-X	Canarana	-13,7053	-52,0267	Médio		1986-2011
1352001	Garapu	6-X	Canarana	-13,4956	-52,4544	Médio		1985-2011
1255002	Núcleo Col. Rio ferro	7-X	Vera	-12,5161	-54,9106	Alto		1977-2011
1251000	Alô Brasil	8-X	Bom Jesus do Araguaia	-12,1642	-51,6969	Baixo		1983-2011
1052000	Vila São José do Xingu	9-X	Luciara	-10,8044	-52,7378	Baixo		1977-2011
954001	Cachimbo	10-X	Guaranta do Norte	-9,81722	-54,8858	Baixo		1984-2012

A distribuição das chuvas médias anuais (Figura 3) mostra similaridade quanto a redução/aumento entre as três bacias hidrográficas e as possíveis influências dos fenômenos EL e LN. Em geral, sabe-se que os impactos dos eventos EN e LN apresentam variabilidade espacial e temporal, e que não são observados períodos longos com anomalias contínuas consistentes na escala regional (GOIS et al., 2015).

Para EM-Forte observou-se redução das chuvas anuais nos períodos de 1983/1984 para as bacias hidrográficas do Teles Pires e do Xingu; para 1992/1993 para as três bacias hidrográficas avaliadas; e 1998/1999 para as bacias hidrográficas do Juruena e Xingu.

O efeito dos EN e LN nas diferentes regiões das bacias hidrográficas são apresentadas na Tabela 4, por meio das variações do índice IPN, na qual valores negativos e positivos indicam redução e aumento das precipitações totais anuais, respectivamente.

#### 4. DISCUSSÃO

Segundo Souza et al. (2013) as variações totais mensais e anuais das chuvas são decorrentes do comportamento da circulação atmosférica regional ao longo do ano, em conjunto com fatores geográficos locais ou regionais. De acordo com Sette; Tarifa (2000), os sistemas atmosféricos que atuam no Mato Grosso são: Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Sistema Equatorial, Sistema Tropical Continental (STC), Sistema Tropical Atlântico (STA), Sistema Polar Atlântico (SPA). Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

A caracterização de invernos secos e verões chuvosos no Centro-Oeste do Brasil, decorre da estabilidade gerada pela influência do anticiclone subtropical do Atlântico Sul e de pequenas dorsais que se formam sobre a parte continental sul americana. O período de chuva está associado ao deslocamento para sul da Zona de Convergência Intertropical

(ZCI, também conhecida como CIT), acompanhando a movimentação aparente do sol em direção ao Trópico de Capricórnio (solstício de verão). Sobre a porção central da América do Sul, a CIT avança mais para sul do que nas regiões costeiras, gerando instabilidade em todo o Brasil central nos meses de verão. Em função da influência da

massa de ar tropical marítima e equatorial, as temperaturas são elevadas durante todo o ano. No inverno, quando a CIT está deslocada para norte, a região apresenta baixa ou nenhuma precipitação (MENDONÇA; DANI-OLIVEIRA, 2007).

Tabela 3. Chuvas médias mensais e anuais (mm) para diferentes estações pluviométricas das bacias hidrográficas dos Rios Juruena, Teles Pires e Xingu, na Região Amazônica do Estado de Mato Grosso.

Table 3. Monthly and annual average rainfall (mm) for different rainwater stations in the Juruena, Teles Pires and Xingu Watersheds in the Amazon Region of the State of Mato Grosso.

Estação	Meses												ANUAL
	Jan*	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Rio Juruena													
1-J	277,49	248,23	224,25	140,63	50,93	14,15	9,74	18,36	42,81	86,70	161,47	228,22	1512,22±217,9
2-J	286,28	234,65	175,63	107,47	50,80	20,96	9,85	17,96	49,91	88,82	145,38	198,51	1392,92±178,9
3-J	224,02	253,75	205,56	115,24	39,80	10,66	11,84	19,18	31,08	92,57	144,16	204,03	1407,66±261,9
4-J	290,66	304,55	331,13	195,05	74,27	9,65	8,11	23,12	65,95	160,48	232,36	223,01	1985,09±207,9
5-J	363,31	335,97	311,09	159,34	67,74	13,08	5,93	17,69	63,70	165,99	255,05	307,78	2110,96±290,8
6-J	297,81	246,28	287,57	152,70	38,58	10,65	7,27	29,49	54,09	156,49	188,63	244,16	1761,22±224,9
7-J	316,59	276,11	287,89	152,13	25,54	11,46	7,22	25,64	59,50	143,32	182,52	254,39	1784,87±246,4
8-J	350,73	319,93	203,15	138,15	27,85	17,44	1,76	13,52	60,68	169,96	215,18	305,89	1881,79±334,7
9-J	361,53	297,20	257,27	112,07	25,12	11,15	2,77	8,32	45,86	136,038	206,78	302,80	1828,87±279,8
10-J	326,82	300,11	290,47	118,89	35,85	4,05	2,64	5,82	48,30	137,08	207,37	287,69	1798,04±260,2
11-J	320,98	344,82	284,33	152,25	54,33	11,11	6,78	12,04	104,0	155,24	247,61	284,54	2040,67±321,0
12-J	343,36	323,32	325,09	147,16	49,37	8,82	3,84	16,22	86,99	157,91	223,29	294,91	1988,97±277,4
13-J	319,83	307,72	281,05	150,40	28,85	8,57	3,58	12,38	75,25	155,62	233,97	274,41	1878,10±307,0
14-J	334,43	327,22	317,83	167,31	40,77	7,82	7,17	14,03	69,26	173,34	219,57	335,41	2059,92±321,1
15-J	326,74	320,69	258,49	140,54	42,15	9,46	7,65	21,12	101,0	169,29	199,92	289,92	1936,68±267,9
16-J	341,31	331,82	288,26	153,64	35,54	5,66	2,72	11,32	66,65	164,86	241,46	302,21	1988,47±338,7
17-J	350,26	354,52	322,51	165,88	50,16	4,77	4,27	13,64	72,48	154,10	239,34	318,81	2059,38±253,3
18-J	366,06	299,98	305,91	178,57	42,98	9,77	7,67	27,29	77,70	162,18	212,01	300,39	2029,23±271,1
19-J	358,10	306,52	293,59	145,62	43,76	6,63	1,46	14,12	56,57	135,47	201,54	303,42	1882,42±266,6
20-J	302,15	316,71	315,14	164,09	55,34	6,76	6,09	19,20	62,10	136,09	236,91	305,57	1948,43±245,0
21-J	290,61	318,83	295,78	164,97	86,24	6,66	7,58	11,94	73,32	179,88	199,02	273,37	1967,89±299,3
Rio Teles Pires													
1-TP	347,23	313,75	283,56	164,81	51,15	5,74	4,59	14,55	84,16	164,11	232,72	320,17	2027,25±309,7
2-TP	320,21	253,12	254,45	120,53	36,81	14,29	4,89	12,06	64,95	155,39	249,45	313,40	1844,06±243,4
3-TP	332,38	299,90	254,09	123,12	31,38	4,78	1,57	12,12	44,88	167,91	212,76	317,76	1834,66±217,9
4-TP	307,05	302,92	258,73	107,98	35,83	2,94	4,51	5,79	53,06	146,89	199,11	292,19	1782,37±223,8
5-TP	314,15	315,84	247,93	126,39	32,64	4,98	0,60	4,99	62,84	160,26	220,66	279,52	1830,29±206,9
6-TP	301,31	307,49	281,16	159,55	43,16	8,66	1,40	9,56	48,91	145,03	257,53	325,58	1962,55±236,6
7-TP	353,47	347,28	309,76	149,09	28,37	3,24	0,85	5,49	51,78	156,03	267,19	333,48	2036,33±363,9
8-TP	312,10	290,40	237,97	135,63	29,69	3,82	3,18	16,19	78,66	182,95	281,12	307,67	1928,18±279,2
9-TP	336,77	315,68	265,75	133,58	35,08	6,66	2,25	5,17	61,25	144,16	228,81	270,46	1846,41±263,0
10-TP	320,82	313,06	315,41	170,34	35,01	3,31	1,73	6,15	70,72	172,80	254,88	294,40	1982,74±281,0
11-TP	311,18	295,55	240,31	146,86	41,01	5,27	7,27	12,56	88,50	168,99	216,03	278,85	1880,20±252,4
12-TP	340,40	303,15	271,27	182,41	60,42	8,93	9,19	27,02	104,7	174,04	223,90	298,41	2038,52±287,8
13-TP	353,71	332,69	309,13	207,77	57,50	6,91	7,94	21,62	110,9	189,42	257,38	369,56	2278,34±317,6
Rio Xingu													
1-X	351,12	254,69	236,65	104,69	37,72	7,68	4,14	10,11	58,93	144,91	189,65	237,11	1683,05±237,4
2-X	286,02	274,70	229,13	110,37	26,39	6,67	1,53	6,56	66,96	120,02	230,05	282,66	1661,79±258,2
3-X	270,21	259,78	244,07	116,79	32,01	4,79	1,32	3,02	43,28	126,79	189,09	255,71	1577,22±202,8
4-X	280,17	266,14	246,69	114,29	23,69	6,48	1,96	5,67	41,69	150,04	225,26	266,75	1674,35±212,8
5-X	304,21	282,37	250,38	110,63	15,26	3,64	2,32	4,19	53,46	143,04	221,32	294,79	1737,33±213,9
6-X	311,64	289,88	252,95	108,36	20,61	5,22	0,76	3,14	29,68	130,34	201,72	313,88	1713,33±233,9
7-X	318,86	304,84	242,15	124,01	43,16	10,65	11,55	10,89	57,82	151,13	222,13	303,03	1813,53±283,8
8-X	308,17	246,13	251,12	134,32	34,07	1,14	2,89	10,98	64,27	189,41	207,59	246,88	1754,32±295,1
9-X	322,13	295,20	279,37	153,24	44,86	10,74	5,62	16,46	101,4	201,72	242,16	320,13	2028,46±310,6
10-X	319,93	343,46	265,29	146,97	39,27	5,68	6,36	64,97	161,6	217,69	294,68	348,41	2269,54±253,4

Em geral, os meses de janeiro e fevereiro são mais chuvosos, independentemente da posição da estação nas bacias hidrográficas. As chuvas anuais na bacia do Rio Teles Pires apresentaram variações entre 1782 (4-TP) e 2278 mm (13-TP), enquanto nas bacias dos Rios Juruena e Xingu, as oscilações foram de 1392,9 (2-J) a 2110,9 mm (5-J) e de 1557,2 (3-X) a 2269,5 (10-X), respectivamente.

Para as três bacias hidrográficas avaliadas observou-se redução das precipitações mensais e anuais das regiões de

cabeceira (nascentes) para o exutório (fóz) (Figura 2). Segundo Souza et al. (2013) um importante fator climático que atua no estado de MT e altera os níveis de chuva é a altitude, que permite as diferenças nas condições térmicas e pluviais entre locais próximos (distâncias entre si inferiores a 100 km). Todavia, ressalta-se que em função da dimensão das três bacias hidrográficas avaliadas, também podem ocorrer influências do tipo de vegetação e da latitude.

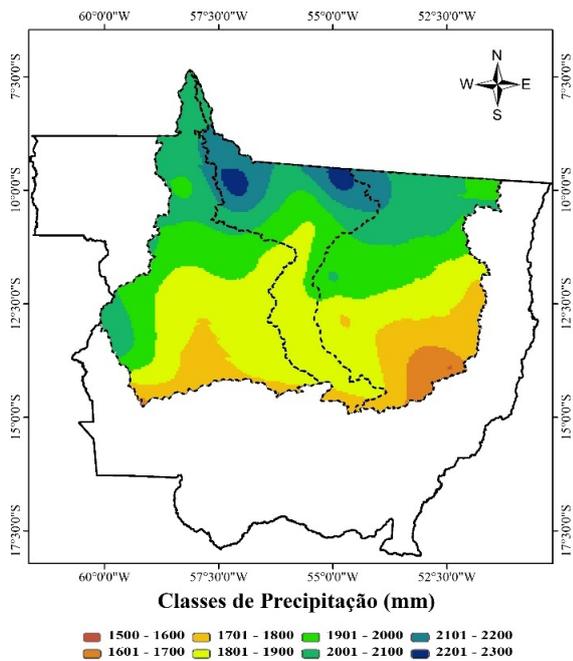


Figura 2. Distribuição espacial das chuvas anuais nas bacias hidrográficas dos Rios Juruena, Teles Pires e Xingu (região Amazônica), no Estado de Mato Grosso.

Figure 2. Spatial distribution of annual rainfall in the Juruena, Teles Pires and Xingu Rivers (Amazon region) basins in the Mato Grosso.

Os resultados obtidos nesse trabalho quando comparados com as isoietas pluviiais anuais do estado, publicadas pelo CPRM (2006), apresentam similaridade quanto a distribuição

espacial nas três bacias hidrográficas, com uma variabilidade de 1600 mm e 2300 mm. Rosa et al. (2007), analisaram a distribuição parcial da chuva de alguns municípios do MT, em um período de 10 anos, e encontraram variações pluviométricas entre 1.700 mm e 2.000 mm.

Nesse contexto, observa-se uma similaridade entre os valores de precipitações observados nas regiões hidrográficas do Médio e Alto Teles Pires, alto Xingu e Médio Juruena (Figura 2), visto que, são áreas que coincidem com a faixa de transição do bioma Cerrado para o bioma Amazônico. Os valores de chuvas observados para essas regiões de transição variaram de 1400 a 2000 mm anuais, corroboram com Fisch et al. (2012).

De forma geral, ocorrem reduções das chuvas em períodos LN-Moderado independentemente da bacia hidrográfica avaliada (Tabela 4); em anos de LN-Forte ocorrem aumento das precipitações em toda a bacia hidrográfica do Rio Teles Pires e nas regiões Médio Juruena e Médio Xingu, todavia as variações para CF na classificação de IPN ocorre apenas nas regiões do alto e baixo Teles Pires. Na fase EM, com intensidade moderada propicia menores precipitações totais anuais independentemente da região da bacia do Rio Juruena, podendo esta chegar a 100 mm. Em condições de EM-Moderado ocorrem grandes variações de precipitações anuais na bacia do Rio Teles Pires, com diminuição de 75 mm no Alto Teles Pires e aumento de 68 mm na região do Baixo Teles Pires. Em períodos de EL-Forte, os maiores contrastes entre as regiões ocorrem na bacia do Rio Teles Pires (com menores reduções das chuvas anuais no Médio Teles Pires).

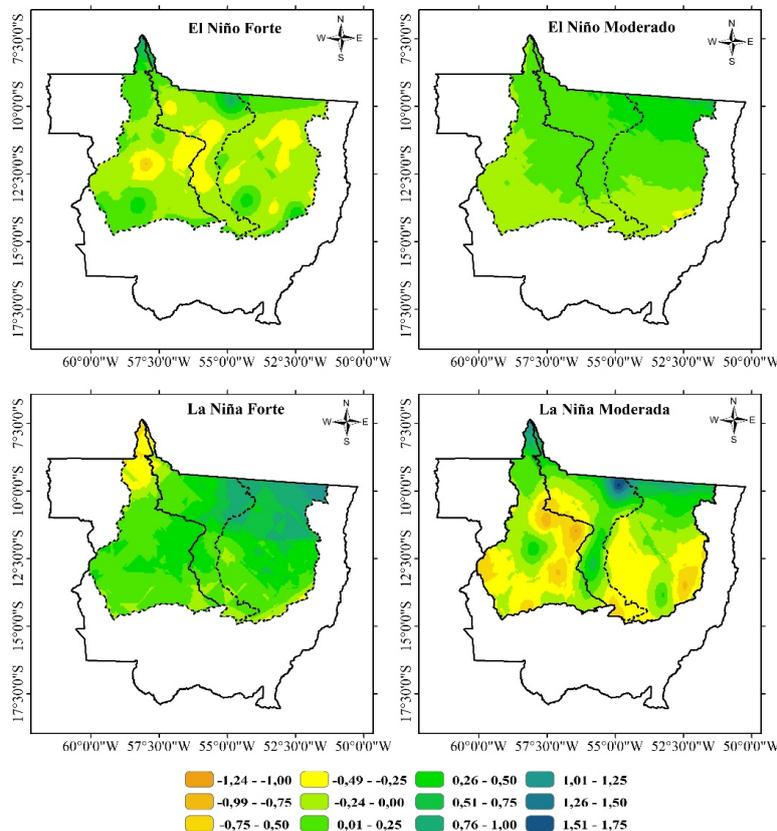


Figura 3. Distribuição espacial das variações do IPN nas bacias hidrográficas dos Rios Juruena, Teles Pires e Xingu, na Região Amazônica do Estado de Mato Grosso.

Figure 3. Spatial distribution of IPN classes in the Juruena, Teles Pires and Xingu Watersheds in the Amazon Region of the Mato Grosso.

Tabela 4. Variações médias dos totais anuais de chuvas, IPN e classes de IPN, nas diferentes regiões das bacias hidrográficas dos Rios Juruena, Teles Pires e Xingu, na região Amazônica do Mato Grosso.

Bacia hidrográfica	Evento/Intensidade	Valor IPN			Variação de precipitação (mm)			Classificação IPN		
		Alto	Médio	Baixo	Alto	Médio	Baixo	Alto	Médio	Baixo
	EN-Forte	0,098	-0,111	-0,056	36,2	-33,3	-19,2	N	N	N
	EN-Moderado	-0,372	-0,131	-0,214	-99,8	-38,2	-61,4	QNTS	N	N
	LN-Forte	-0,197	0,424	-0,177	-26,9	119,2	-54,1	N	QNTC	QNTS
Juruena	LN-Moderado	-0,097	-0,518	-0,029	-31,4	-142,9	-15,5	N	SF	N
	EN-Forte	-0,265	-0,002	-0,217	-61,9	-2,0	-62,4	QNTS	N	QNTS
	EN-Moderado	-0,322	-0,030	0,219	-75,8	-6,7	67,7	QNTS	N	QNTC
	LN-Forte	0,693	0,077	0,627	161,8	20,3	174,0	CF	N	CF
Teles Pires	LN-Moderado	-0,225	-0,220	-0,115	-50,9	-58,6	-35,5	QNTS	QNTS	N
	EN-Forte	-0,016	-0,203	-	-5,5	-16,6	-	N	QN	-
	EN-Moderado	-0,081	0,037	-	-18,5	9,6	-	N	N	-
	LN-Forte	-0,234	0,233	-	-51,2	63,7	-	QNTS	QNTC	-
Xingu	LN-Moderado	-0,287	-0,353	-	-70,4	-109,4	-	QNTS	QNTS	-

N: normal; QN: quase normal; QNTS: quase normal com tendência seca; QNTC: quase normal com tendência chuvosa; CF: chuva forte; SF: seca forte.

## 5. CONCLUSÕES

A região Amazônica do Estado de Mato Grosso apresenta precipitações entre 1400 e 2280 mm ano<sup>-1</sup>, com maiores níveis nas regiões baixas (exutório) das bacias hidrográficas dos Rios Juruena, Teles Pires e Xingu.

As regiões das nascentes das três bacias avaliadas apresentam similaridade nos totais anuais de chuvas e estão inseridas no bioma Cerrado e/ou transição Amazônia-Cerrado.

A região média da bacia hidrográfica do Rio Juruena apresenta de forma geral, médias pluviométricas anuais superiores, quando comparadas com as mesmas regiões das demais bacias hidrográficas avaliadas.

O fenômeno La Niña de intensidade forte acarreta aumento nas precipitações médias anuais para a bacia hidrográfica do rio Teles Pires.

Na fase moderada de LN ocorre redução dos totais anuais de precipitação independentemente da bacia hidrográfica da região Amazônica do Mato Grosso.

Apesar de não serem observadas grandes diferenças nos totais anuais de chuvas, recomenda-se a análise em escalas temporais menores (mensais e decendiais), visto que os eventos podem retardar o início e antecipar o final da estação chuvosa na região.

## 6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT) pela concessão de recursos a projetos do Grupo de Pesquisa “Tecnologias em Recursos Hídricos no Centro-Oeste”, bem como a Agência Nacional de Águas (ANA) pela disponibilidade dos dados hidrológicos.

## 7. REFERÊNCIAS

- ALVES, L. M.; MARENGO, J. A.; CAVALCANTI, I. F. A. Histórico de secas na Amazônia. In: BORMA, L. S.; NOBRE, C. A. **Secas na Amazônia: causas e consequências**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. p. 21-27.
- BERTONI, J. C.; TUCCI, C. E. M. Precipitação. In: TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2. ed. Porto Alegre, RG: UFRGS, 2001. 943 p.

- BRITTO, F. P.; BARLETTA, R.; MENDONÇA, M. Variabilidade especial e temporal da precipitação pluvial no Rio Grande do Sul: influência do fenômeno El Niño Oscilação Sul. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 3, n.1, p. 37-48, 2008.

- CPRM\_Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **Projeto atlas pluviométrico do Brasil - estado do mato grosso isoietas anuais médias período 1977 a 2006**. Brasília: Ministério de Minas e Energia, Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, Departamento de Hidrologia, CPRM, 2006.

- CUNHA, G. R.; DALMAGO, G. A.; ESTEFANEL, V.; PASINATO, A.; MOREIRA M. B. **El niño, La niña, oscilação do sul e seus impactos sobre as culturas de trigo e de cevada no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 44p. (Boletim de Pesquisa, 9).

- MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007, 206p.

- FISCH, G.; MARENGO, J. A.; NOBRE C. A. **Clima da Amazônia**. Centro Técnico Aeroespacial - CTA/IAE-ACA/Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC/INPE, 2012.

- GARCEZ, L. N.; ALVAREZ, G. A. **Hidrologia**. 2 ed. São Paulo: Blucher, 1988. 304p.

- GOIS, G.; DELGADO, R. C.; OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F. Modelos teóricos transitivos aplicados na interpolação espacial do standardized precipitation index (spi) para os episódios de El Niño forte no estado do Tocantins, Brasil. **Irriga**, Botucatu, v. 20, p. 371-387, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2015v20n2p371>

- GONZALEZ, R. A.; ANDREOLI, R. V.; CANDIDO, L. A.; KAYANO, M. T.; SOUZA, R. A. F. A influência do evento El Niño – Oscilação Sul e Atlântico Equatorial na precipitação sobre as regiões norte e nordeste da América do Sul. **Acta Amazônica**, v. 43, n. 4, p. 469-480, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672013000400009>

- GRIMM, A. M.; FERRAZ, S. E. T.; GOMES, J. Precipitation Anomalies in Southern Brazil Associated with El Niño and La Niña Events. **Journal of Climate**, v. 11, p. 2863-

- 2880, 1998. DOI: [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(1998\)011<2863:PAISBA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(1998)011<2863:PAISBA>2.0.CO;2)
- KANE, R. P. Limited effectiveness of El Niño in causing droughts in NE Brazil and the prominent role of atlantic parameters. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 16, n. 2, p. 231-236, 2001.
- LIMBERGER, L.; SILVA, M. E. S. Precipitação na bacia amazônica e sua associação à variabilidade da temperatura da superfície dos oceanos Pacífico e Atlântico: uma revisão. **Geosp – Espaço e Tempo**, v. 20, n. 3, p. 657-675, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2016.105393>
- LYRA, G. B.; OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F.; GOIS, G.; CUNHA-ZERI, G.; ZERI, M. Rainfall variability over Alagoas under the influences of SST anomalies. **Meteorology and Atmospheric Physics**, v. 129, p. 157-171, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00703-016-0461-1>
- MAIER, E. L. B.; COSTI, J.; BARREIRA, S.; SIMÕES, J. C. Precipitação na América do Sul: médias climáticas e padrões de variabilidade no período entre 1979 e 2008. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 1, p. 32-46, 2016.
- MAMEDES, L. M. **Impacto do fenômeno El Niño sobre a região centro-oeste do Brasil**. Brasília: INMET, 2003. 4p.
- MARENGO, J.; DIAS, P. S. Mudanças climáticas globais e seus impactos nos recursos hídricos. In: REBOUÇAS, A.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. (Org.) **Águas doces do Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Editora Escrituras, 2006. p.63-109.
- MARIN, F. R.; SENTELHAS, P. C.; VILLA NOVA, N. A. Influência dos fenômenos El Niño e La Niña no clima de Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 15, n.1, p. 123-129, 2000.
- MCKEE, T. B.; DOESKEN, N. J.; KLEIST J. The relationship of drought frequency and duration to time scales. In: CONFERENCE ON APPLIED CLIMATOLOGY, 8<sup>th</sup>, 1993. **Proceedings...** AMS: Boston, MA; 1993. p. 179-184.
- MELLAART, E. A. R. **Small-scale spatial rain distribution: the effect of temporal and spatial rain distribution on drought and crop yield at village level**. Nelspruit: Institute for Soil, Climate and Water, 1999. 18p.
- MINUZZI R. B.; SEDIYAMA, G. C.; COSTA, J. M. N.; VIANELLO, R. L. Influência da La Niña na estação chuvosa da região sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 22, n. 3, p. 345-353, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-77862007000300008>
- NAGHETTINI, M.; PINTO, É. J. A. **Hidrologia Estatística**. Belo Horizonte: CPRM, 2007. 561 p.
- OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F.; XAVIER, F. M. G.; TEODORO, P. E.; GOIS, G.; DELGADO, R. C. Cluster analysis identified rainfall homogeneous regions in Tocantins State, Brazil. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 33, p. 333-340, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.14393/BJ-v33n2-327399>
- PONCE, V. M. **Engineering hydrology: Principles and practices**. Prentice Hall (Englewood Cliffs, N.J.), 1989.
- REBOITA, M. S.; GAN, M. A.; ROCHA, R. P.; AMBRIZZI, T. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 25, p. 185-204, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-77862010000200004>
- RIZZI, R.; LOPES, P.; MALDONADO, F. **Influência dos Fenômenos “El Niño” e “La Niña” no rendimento da cultura da Soja no RS**. São José dos Campos: INPE, 2001. 36p.
- ROSA, D. B.; SOUSA, R. R.; NASCIMENTO, L. A.; TOLEDO, L. G.; TOPANOTTI, D. Q.; NASCIMENTO, J. A. A distribuição espacial das chuvas na porção Centro-Oeste do Estado de Mato Grosso-Brasil. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, v. 1, n. 5, p. 127-152, 2007.
- SALGUEIRO, J. H. P. B.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; Análise da distribuição espacial da precipitação na bacia do rio Pajeú em Pernambuco segundo método geoestatístico. **Revista Tecnológica Fortaleza**, v. 29, n. 2, p.174-185, 2008.
- SANTANA, M. O.; SEDIYAMA, G. C.; RIBEIRO, A.; SILVA, D. D. Caracterização da estação chuvosa para o Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 15, n. 1, p. 114-120, 2007.
- SANTOS, S. R. Q. dos; BRAGA, C. C.; SANTOS, A. P. P. dos; BRITO, J. I. B. de; CAMPOS, T. L. de O. B. Classificação de eventos extremos de precipitação em múltiplas escalas de tempo em Belém-PA: utilizando o índice de precipitação normalizada. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 7, n. 4, p. 629-635, 2014.
- SANTOS, T. S.; GOMES, A. C. S.; COUTINHO, M. D. L.; SILVA, A. R.; CASTRO, A. A. Análise de Eventos Extremos na Região Amazônica. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 6, p. 1356-1370, 2013.
- SEPLAN-MT; **Secretaria de Estado de planejamento e coordenação geral Superintendência de Estudos e Informações do Estado de Mato Grosso**. Disponível em: <http://www.seplan.mt.gov.br/sitios/anuario/2010/Index.htm>. Acessado em: 13 jun. 2016.
- SILVA, A. M.; AMBRIZZI, T.; MARENGO, J. A. Observational evidences on the modulation of the South American low level jet east of the Andes according the ENSO variability. **Annales Geophysicae**, v. 27, p. 645-657. 2009.
- SOUZA, A. P.; MOTA, L. L.; ZAMADEI, L.; MARTIM, C. C.; ALMEIDA, F. T.; PAULINO, J. Classificação climática e balanço hídrico climatológico no estado de Mato Grosso. **Revista Nativa**, v. 1, n. 1, p. 34-43, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.14583/2318-7670.v01n01a07>
- TUCCI C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Prática**. Editora UFRGS/ABRH, 2002. 943 p.