

EMERSON LUIS HOFFMANN

**ENOS E A DISTRIBUIÇÃO PLUVIOMÉTRICA NO
SUDESTE DA AMAZÔNIA ORIENTAL PARAENSE**

ALTA FLORESTA-MT

2017



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



EMERSON LUIS HOFFMANN

**ENOS E A DISTRIBUIÇÃO PLUVIOMÉTRICA NO
SUDESTE DA AMAZÔNIA ORIENTAL PARAENSE**

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

Orientador (a): Prof. Dr. Rivanildo Dallacort

ALTA FLORESTA-MT

2017

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

Catálogo na publicação

Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias

H699e	Hoffman, Emerson Luis. Enos e a distribuição pluviométrica no sudoeste da Amazônia oriental paraense / Emerson Luis Hoffmann. Alta Floresta – MT, 2017. 89f.:il. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos) e Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT. Orientação: Prof. Dr. Rivanildo Dallacort. 1. Clima. 2. Variabilidade pluviométrica. 3. Precipitação. I. Título. CDD: 551.577
-------	--

**ENOS E A DISTRIBUIÇÃO PLUVIOMÉTRICA NO SUDESTE DA AMAZÔNIA
ORIENTAL PARAENSE**

Emerson Luis Hoffmann

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

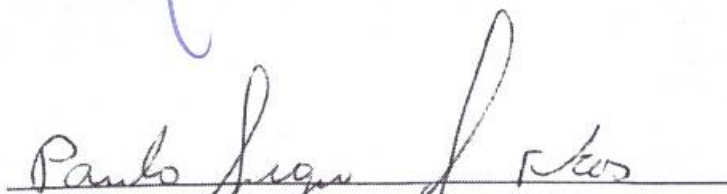
Aprovada em: 15/02/2017



Prof. Dr. Rivanildo Dallacort
Orientador – UNEMAT/ PPGBioAgro



Prof. Dr. Marco Antônio Camillo de Carvalho
UNEMAT/ PPGBioAgro



Prof. Dr. Paulo Sérgio Lourenço de Freitas
UEM/PGA

DEDICATÓRIA

A memória do meu querido pai Egon Auri Hoffmann que não terá a oportunidade de viver este momento.

À Natalia, pessoa com quem partilho a vida. Com você tenho me sentido mais vivo de verdade. Obrigado pelo carinho, a paciência e por sua capacidade de me trazer paz na correria de cada semestre.

Aos meus queridos filhos que muitas vezes tiveram que suportar a minha ausência, falta de carinho e atenção.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus que iluminou o meu caminho durante esta caminhada.

A minha mãe, irmãos, sobrinhos e a toda minha família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

Ao Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, em nome de todos os professores que contribuíram com minha formação.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Rivanildo Dallacort, pelo incentivo e dedicação.

Aos Professores Marco Antônio Camillo de Carvalho e Oscar Mitsuo Yamashita, com quem partilhei o que era o broto daquilo que veio a ser esse trabalho. Nossas conversas durante e para além dos grupos de estudos foram fundamentais.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELA.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	viii
RESUMO GERAL.....	x
ABSTRACT.....	xi
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	01
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	03
3. CAPÍTULOS.....	04
3.1. VARIABILIDADE DAS CHUVAS NO SUDESTE DA AMAZÔNIA ORIENTAL PARAENSE, BRASIL.....	04
Resumo.....	05
Abstract.....	05
Introdução.....	07
Material e Métodos.....	09
Resultados e Discussão.....	16
Conclusão.....	26
3.2. ENOS E A PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA NO SUDESTE DA AMAZÔNIA ORIENTAL PARAENSE.....	29
Resumo.....	30
Abstract.....	30
Introdução.....	31
Material e Métodos.....	33

Resultados e Discussão.....	38
Conclusão.....	47
Referências Bibliográficas.....	48
3.3. ENOS E A PROBABILIDADE DE PRECIPITAÇÃO NO SUDESTE DA AMAZÔNIA ORIENTAL PARAENSE.....	50
Resumo.....	51
Abstract.....	51
Introdução.....	53
Material e Métodos.....	55
Resultados e Discussão.....	63
Conclusão.....	72
Referências Bibliográficas.....	73
4. CONCLUSÕES GERAIS.....	75

LISTA DE TABELAS

CAPITULO 1

1. Coordenadas geográficas das estações meteorológicas em estudo.
.....14

CAPITULO 2

1. Anos em que ocorreram os fenômenos ENOS e utilizados no trabalho.....37

CAPITULO 3

1. Coordenadas geográficas das estações meteorológicas em estudo.....60
2. Relação dos anos utilizados no trabalho.....61
3. Parâmetros alfa (α) e beta (β) da distribuição gama, para a precipitação pluviométrica mensal (\bar{x}), desvio padrão (S) e níveis de probabilidade de ocorrência de chuva mensal e anual para o Município de Altamira- PA
.....
4. Parâmetros alfa (α) e beta (β) da distribuição gama para a média da precipitação pluviométrica mensal (\bar{x}), desvio padrão (S) e níveis de probabilidade de ocorrência de chuva mensal e anual para o Município de Conceição do Araguaia – PA.....64
5. Parâmetros alfa (α) e beta (β) da distribuição gama para a média da precipitação pluviométrica mensal (\bar{x}), desvio padrão (S) e níveis de probabilidade de ocorrência de chuva mensal e anual para o Município de Marabá – PA.....65
6. Parâmetros alfa (α) e beta (β) da distribuição gama para a média da precipitação pluviométrica mensal (\bar{x}), desvio padrão (S) e níveis de probabilidade de ocorrência de chuva mensal e anual para o Município de São Félix do Xingu – PA.....66
7. Parâmetros alfa (α) e beta (β) da distribuição gama para a média da precipitação pluviométrica mensal (\bar{x}), desvio padrão (S) e níveis de

	probabilidade de ocorrência de chuva mensal e anual para o Município de Tucuruí – PA.....	67
8.	Parâmetros da precipitação pluviométrica mensal e níveis de probabilidade de ocorrência de chuva mensal e anual para o Município de Altamira – PA.....	68
9.	Parâmetros da precipitação pluviométrica mensal e níveis de probabilidade de ocorrência de chuva mensal e anual para o Município de Conceição do Araguaia – PA.....	69
10.	Parâmetros da precipitação pluviométrica mensal e níveis de probabilidade de ocorrência de chuva mensal e anual para o Município de Marabá – PA.....	70
11.	Parâmetros da precipitação pluviométrica mensal e níveis de probabilidade de ocorrência de chuva mensal e anual para o Município de São Felix do Xingu – PA.....	71
12.	Parâmetros da precipitação pluviométrica mensal e níveis de probabilidade de ocorrência de chuva mensal e anual para o Município de Tucuruí – PA.....	71

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO 1

1. Mapa de localização geográfica dos municípios em estudo.....10
2. Média anual histórica de 1975 a 2015..... 16
3. Distribuição anual da precipitação dos municípios de Altamira (a), Conceição do Araguaia (b), Marabá (c), São Felix do Araguaia (d) e Tucuruí (e), pertencentes ao estado do Pará.....18
4. Distribuição anual da precipitação dos municípios de Altamira (a), Conceição do Araguaia (b), Marabá (c), São Felix do Araguaia (d) e Tucuruí (e), pertencentes ao estado do Pará.....20
5. Médias pluviométricas decendiais para os municípios de Altamira, Conceição do Araguaia, Marabá, São Felix do Xingu e Tucuruí, estado do Pará.....22
6. Média mensal de dias secos e chuvosos para os municípios de Altamira (a), Conceição do Araguaia (b), Marabá (c), São Felix do Xingu (d) e Tucuruí (e), estado do Pará.....24

CAPITULO 2

1. Localização das estações meteorológicas automáticas em cada município estudado no estado do Pará.....33
2. Precipitação média anual para os municípios na ocorrência de eventos ENOS.....38
3. Médias pluviométricas mensais para os municípios na ocorrência dos eventos ENOS.....39
4. Médias pluviométricas decendiais para os municípios na ocorrência dos eventos ENOS.....42
5. Distribuição média anual de dias secos e chuvosos em função do ENOS para os municípios do estado do Pará.....43

6. Distribuição média mensal de dias secos e chuvosos nos 42 anos de estudo para o município de Altamira (a), Conceição do Araguaia (b), Marabá (c), São Felix do Xingu (d) e Tucuruí (e), estado do Pará.....45

CAPITULO 3

1. Mapa de localização dos municípios em estudo.....56

RESUMO GERAL

HOFFMANN, Emerson Luis. M.Sc. Universidade do Estado de Mato Grosso, Fevereiro de 2017. **Enos e a distribuição pluviométrica no sudeste da Amazônia oriental paraense**. Orientador: Dr. Rivanildo Dallacort

Nas últimas décadas, a sociedade vem discutindo sobre as mudanças climáticas no Planeta e qual o prejuízo que estas mudanças podem causar nos mais diversos setores. Estas mudanças podem ocorrer em um ou vários fatores meteorológicos, sendo a precipitação pluviométrica uma das variáveis meteorológica de maior importância. O presente trabalho tem como objetivo analisar os efeitos do fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS) e a distribuição pluviométrica no sudeste da Amazônia Oriental Paraense. Foram utilizados dados de cinco estações meteorológicas localizadas no sudeste da Amazônia oriental Paraense, situadas entre a bacia do rio Xingu e Araguaia-Tocantins, disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia. Foram realizada análise de estatística descritiva (média e desvio padrão), para determinar os dias secos e chuvosos, foram considerados secos, os dias em que a precipitação foi menor ou igual a 5 mm e, chuvosos quando a precipitação foi maior que 5 mm. A maior variabilidade temporal aconteceu no município de Tucuruí, onde a precipitação anual mínima e a máxima foi de 1694 mm no ano de 1983 e 3176 mm em 1999, respectivamente, com desvio-padrão igual a 411 mm. Conceição do Araguaia e São Felix do Xingu apresentaram variabilidade mensal semelhante para o período chuvoso (outubro a maio), com precipitação mínima próxima de 118 mm e máxima 321 mm, com desvio-padrão igual e máxima próximos de 72,6 mm para ambos os municípios. Os meses de janeiro, fevereiro, março e abril, apresentaram acréscimo no número de dias chuvoso, por influência do fenômeno La Nina para o município de São Felix do Xingu. Verificou-se grande variabilidade espacial de precipitação entre os municípios durante os fenômenos ENOS, mas os anos que não sofreram influência de El Niño e La Niña tiveram maior desvio padrão foi de 867,1 mm.

Palavras-chave: Clima, Variação Pluviométrica, Precipitação, El Niño, La Niña.

ABSTRACT

HOFFMANN, Emerson Luis. M.Sc. Universidade do Estado de Mato Grosso, Fevereiro de 2017. **Enos and the rainfall distribution in southeastern eastern Amazonia**. Orientador: Dr. Rivanildo Dallacort

In recent decades, society has been discussing climate change on the planet and what the damage these changes can cause in the most diverse sectors. These changes may occur in one or several meteorological factors, with rainfall being one of the most important meteorological variables. The present work has the objective of analyzing the effects of ENSO phenomena and the pluviometric distribution in the southeast of. Data from five meteorological stations located in the southeast of the eastern Amazon Paraense, located between the Xingu and Araguaia-Tocantins basins, were made available by the National Meteorological Institute. Descriptive statistics were analyzed (mean and standard deviation) to determine the dry and rainy days, were considered dry, the days when the precipitation was less than or equal to 5 mm and rainfall when the precipitation was greater than 5 mm. The greatest temporal variability occurred in the municipality of Tucuruí, where the minimum and maximum annual precipitation was 1694 mm in the year 1983 and 3176 mm in 1999, respectively, with standard deviation equal to 411 mm. Conceição do Araguaia and São Felix do Xingu presented similar monthly variability for the rainy season (October to May), with a minimum precipitation close to 118 mm and a maximum of 321 mm, with an equal and maximum standard deviation of 72.6 mm for both counties. The months of January, February, March and April presented an increase in the number of rainy days, due to the influence of the La Nina phenomenon for the municipality of São Felix do Xingu. There was great spatial variability of precipitation between municipalities during the ENSO phenomena, but the years that were not influenced by El Niño and La Niña had the highest standard deviation was 867.1 mm.

Key-words: Climate, Pluviometric Variation, Precipitation, El Niño, La Niña.

1. INTRODUÇÃO GERAL

Nas últimas décadas, a sociedade vem discutindo as mudanças climáticas e o quão a ação antrópica influencia tais mudanças. Souza e Azevedo (2009), afirmam, que esta preocupação está associada aos impactos das mudanças climáticas sobre o meio ambiente e as diversas atividades humanas no globo terrestre, e principalmente, aos efeitos dos extremos climáticos que se tornam mais frequentes.

Estas mudanças podem ocorrer em diferentes escalas de tempo e espaço, em um ou vários fatores meteorológicos, como por exemplo, os índices pluviométricos e a temperatura dos oceanos. O índice pluviométrico é considerado como uma das principais variáveis meteorológicas. Segundo Dallacort et al. (2011), a precipitação pluvial é um dos elementos meteorológicos que tem forte influência sobre as condições ambientais. Conforme IPCC (2013) a mudança na precipitação está alterando os sistemas hidrológicos, afetando os recursos hídricos em termos de quantidade e qualidade e que mudanças locais de precipitação poderão aumentar a frequência de eventos extremos meteorológicos, como severas enchentes e secas mais prolongadas, o que inevitavelmente afetará a disponibilidade hídrica para todas as finalidades, dentre elas, as relacionadas às atividades humanas.

Com aproximadamente 12% da água doce do mundo, a Amazônia se destaca não só pelo seu potencial hídrico, mas por ser a maior floresta tropical do mundo e por apresentar grande biodiversidade, exercendo assim um papel importante na circulação atmosférica global. A Amazônia Oriental apresenta uma grande área de transição entre os biomas Cerrado e o Amazônico. Por se tratar de uma região de transição de biomas, houve uma intensa modificação no uso da terra, provocando grandes impactos sociais e ambientais e, devido ao comprometimento da paisagem nativa, não se descarta a possibilidade de alteração no ciclo hídrico local e regional (DEBORTOLI et al., 2012).

As florestas representam um papel fundamental sobre as mudanças climáticas, em particular a Amazônica, onde conhecer a variabilidade da precipitação desta floresta é primordial para o entendimento do seu

funcionamento e de sua relação com o clima do planeta. Higuchi et al. (2011) indagam que a floresta Amazônica pode estar sendo vítimas das mudanças climáticas globais, principalmente por conta de falta ou excesso de chuvas associadas com a ocorrência dos fenômenos ENOS.

El Niño-Oscilação Sul (ENOS) é um fenômeno natural que provocam alterações no sistema oceano-atmosfera do Oceano Pacífico tropical, e que tem consequências no clima de todo o planeta. Essas alterações caracterizam-se por flutuações irregulares entre as fases positiva e negativa, nos anos em que ocorre o aquecimento das águas do oceano Pacífico Equatorial e Leste (episódio quente ou fase quente) são chamados anos de El Niño. Anos de La Niña, corresponde ao episódio frio (ou fase fria), que ocorrem quando existe o resfriamento das águas do oceano Pacífico Equatorial e Leste.

Amazônia pode ser explicada pelo ENOS, e está analogia é presente apenas durante a estação chuvosa. Grimm (2015) afirma que a influência de ENOS no clima global, produzida pelas variações no aquecimento da atmosfera tropical, que alteram a circulação atmosférica global, afeta significativamente a sociedade e os ecossistemas.

Desta forma, essa pesquisa tem como objetivo analisar os efeitos dos fenômenos ENOS e a distribuição pluviométrica no sudeste da Amazônia oriental paraense, estando dividido em três capítulos para um melhor entendimento e análise do mesmo, encontrando-se assim organizado: Capítulo 01, variabilidade das chuvas no sudeste da Amazônia oriental paraense. Capítulo 02, ENOS e a precipitação pluviométrica no sudeste da Amazônia oriental paraense. Capítulo 03, ENOS e a probabilidade de precipitação no sudeste da Amazônia oriental paraense

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DALLACORT, R. et al. Distribuição das chuvas no município de Tangará da Serra, médio norte do estado de Mato Grosso, Brasil. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 33, n. 2, p. 193–200, 2011.

DEBORTOLI, N. et al. Análise temporal do período chuvoso na amazônia meridional brasileira (1971-2010). **Revista Geonorte**, v. 2, n. 5, p. 382–394, 2012.

GRIMM, A. M. EL NIÑO, Novamente! **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 30, n. 4, p. 351–357, 2015.

HIGUCHI, N. et al. A floresta Amazônica e a água da chuva. **Floresta**, v. 41, n. 3, p. 427–434, 2011.

SOUZA, W. M. DE; AZEVEDO, P. V. DE. Avaliação de tendências das temperaturas em Recife-pe: mudanças climáticas ou variabilidade? **Engenharia Ambiental – Espírito Santo do Pinhal**, v. 6, n. 3, p. 462–472, 2009.

YOON, J. H.; ZENG, N. An Atlantic influence on Amazon rainfall. **Climate Dynamics**, v. 34, n. 2, p. 249–264, 2010.

3. CAPÍTULOS

3.1. VARIABILIDADE DAS CHUVAS NO SUDESTE DA AMAZÔNIA ORIENTAL PARAENSE, BRASIL

Resumo – (variabilidade das chuvas no sudeste da Amazônia Oriental Paraense, Brasil). Nas últimas décadas observa-se um aumento da temperatura, isso pode causar mudanças no regime hídrico, por meio de alterações dos padrões de precipitação, objetivou-se no presente trabalho determinar a variabilidade anual, mensal das chuvas, quantificar o número de dias secos e chuvosos para região sudeste da Amazônia Oriental do Estado do Pará, Brasil. Para tanto foram utilizados dados de 5 estações meteorológicas pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia, localizadas no sudeste da Amazônia Oriental Paraense, posteriormente foi realizada análise de estatística descritiva (média e desvio padrão), para determinar dos dias secos e chuvosos, foram considerados secos, os dias em que a precipitação foi menor ou igual a 5 mm e, chuvosos quando a precipitação foi maior que 5 mm. A maior variabilidade temporal aconteceu no município de Tucuruí, onde a precipitação anual mínima e a máxima foi de 1694 mm no ano de 1983 e 3176 mm em 1999 respectivamente, com desvio-padrão igual a 411 mm. O início, fim e duração da estação chuvosa apresentaram considerável variação espacial, podendo agrupar com características semelhantes São Felix do Xingu com Conceição do Araguaia, Tucuruí com Marabá e separadamente Altamira.

Palavras-chave: Clima, Variação Pluviométrica, Precipitação.

Abstract - (Rainfall variability in southeastern Amazonia, Paraense, Brazil). In the last decades an increase in temperature is observed, this may cause changes in the water regime, through changes in precipitation patterns, the purpose of this study was to determine the variability Annual, monthly rainfall, to quantify the number of dry and rainy days to the southeast region of the Eastern Amazon of the State of Pará, Brazil. In order to do so, we used data from 5 meteorological stations belonging to the National Institute of Meteorology, located in the southeast of the eastern Amazon Paraense, after which descriptive statistics analysis (mean and standard deviation) were performed to determine dry and rainy days, The days when the precipitation was less than or equal to 5 mm and rainy when the precipitation was greater than 5 mm. The greatest temporal variability occurred in the municipality of Tucuruí, where the minimum and maximum annual rainfall was 1694 mm in the year 1983 and

3176 mm in 1999, respectively, with a standard deviation equal to 411 mm. The beginning, end and duration of the rainy season presented considerable spatial variation, being able to group with similar characteristics São Felix do Xingu with Conceição do Araguaia, Tucuruí with Marabá and separately Altamira.

Key-words: Climate, Pluviometric Variation, Precipitation.

Introdução

Nos últimos anos, o tema mudanças climáticas ocupa lugar de destaque nos debates da comunidade científica. As mudanças climáticas devem produzir grandes impactos sobre os recursos hídricos como o aumento da intensidade e da variabilidade da precipitação (IPCC, 2014). Para Souza e Azevedo (2012), os eventos extremos de chuvas associadas às variabilidades climáticas, é uma realidade cada vez mais frequente, e possivelmente tais mudanças climáticas trazem diversos prejuízos para o homem. IPCC (2013) destaca que nas últimas décadas observa-se um aumento da temperatura, isso pode causar mudanças no regime hídrico, por meio de alterações dos padrões de precipitação, o que pode impactar diretamente na umidade do solo, na reserva subterrânea e na geração do escoamento superficial.

Para Soares; Paz e Picilli (2016), a chuva é um elemento de grande variabilidade espaço-temporal, sendo fundamental seu conhecimento para a tomada de decisões para o planejamento e operação de diversos setores da sociedade, como a agricultura, a pesca, a navegação, o abastecimento d'água, a conservação dos ecossistemas. Identificar e medir padrões de ocorrência das chuvas traz subsídios imprescindíveis para o planejamento da conservação dos ecossistemas e demais análises que envolvam o balanço hídrico de bacias hidrográficas e o regime de vazões de rios. Marcuzzo et al. (2012) consideram que o excesso ou a falta de chuva pode ser favorável ou prejudicial ao desenvolvimento da economia, dessa forma a análise das precipitações é de extrema importância, porém ela só é possível com a obtenção de uma coleção de observações feitas ao longo de um período histórico.

A precipitação é amplamente conhecida como a variável climatológica mais importante, sendo essencial para o planejamento das atividades humanas e desenvolvimento local e, sua irregularidade na quantidade e distribuição espacial tem sido um dos fatores limitantes ao desenvolvimento da produção agrícola na Amazônia (AMANAJÁS; BRAGA, 2012). Pesquisas recentes, identificaram mudanças no campo da precipitação devido as mudanças climáticas (MARCUIZZO et al., 2012, ELI et al., 2013, ÁVILA et al., 2014, OLIVEIRA et al., 2016). Neste sentido, estas pesquisas procuram ora entender a ocorrência da precipitação, ora identificar e avaliar os

impactos ambientais. Debotoli et al., (2012) buscam identificar a partir de perspectiva temporal (1971-2010), com base em uma distribuição espacial o início e o fim do período chuvoso na Amazônia meridional brasileira.

Ishihara et al. (2013) realizaram uma avaliação do monitoramento pluviométrico da Amazônia Legal, cujo o objetivo foi de quantificar e diagnosticar a rede pluviométrica da região Amazônica brasileira, constatam que apesar da sua grande importância no cenário global, principalmente pelas suas riquezas naturais, em especial o hídrico, não tem uma rede de monitoramento pluviométrico adequado. Ávila et al., (2014a) ressalta que os ecossistemas florestais atuam de forma significativa no ciclo hidrológico uma vez que interferem diretamente na redistribuição da chuva, contribuindo para a recarga dos aquíferos bem como na parcela que retorna para a atmosfera e, que dentre os ecossistemas florestais, a floresta nativa é o que atua de forma mais expressiva no balanço hídrico devido à sua biodiversidade, complexidade do sistema e a própria dinâmica das comunidades dos fragmentos.

Batistão et al. (2013) determinando a variabilidade anual, mensal e decenal, quantificaram o número de dias secos e chuvosos da precipitação do município de Juína/MT e, concluíram que a região apresenta duas estações definidas, uma estação seca de maio a setembro e outra chuvosa de outubro a abril. Dallacort et al. (2011) analisando a variabilidade da precipitação pluviométrica para o município de Tangara da Serra/MT, verificaram a existência de três meses críticos, quando praticamente não há ocorrência de chuvas, e que compreende os meses de junho, julho e agosto.

Santos; Melo e Brito, (2016) relatam que a precipitação está entre as variáveis climáticas mais relevantes, principalmente nos trópicos, desta forma, investigar o comportamento dos extremos de chuva em escala regional é altamente relevante e significativo. Responsável pela distinção entre as estações chuvosas e secas, a precipitação pluviométrica é uma das variáveis climáticas mais importantes da região amazônica (FISCH; MARENGO; NOBRE, 1998). Neste sentido este trabalho objetivou-se determinar a variabilidade anual, mensal das chuvas, quantificar o número de dias secos e chuvosos para região sudeste da Amazônia Meridional do Estado do Pará, Brasil.

Material e Métodos

Caracterização da Área de estudo.

A área estudada (Figura 1) situa-se no sudeste da Amazônia oriental Paraense, localizadas entre as bacias do rio Xingu e Araguaia-Tocantins, sendo formada pelos municípios de Altamira (norte), Conceição do Araguaia (sudeste), Marabá (sudeste), São Félix do Xingu (sudeste) e Tucuruí (sudeste).

A bacia do rio Xingu é uma forte referência da diversidade socioambiental da Amazônia brasileira. É uma região de grandes contrastes, por um lado, possui um dos mais significativos e extensos corredores de áreas protegidas do mundo, que abriga um inédito mosaico da diversidade cultural brasileira, no contexto de uma biodiversidade peculiar que transita entre o Cerrado e a floresta Amazônica. O rio Xingu, com 1.400 km de extensão, nasce no Mato Grosso, entre as Serras do Roncador e Formosa. Tem como afluentes os rios: Batovi, Ronuro, Culuene, Pacajá-Grande, Fresco, Cana Brava, Ipixuna, Pontal e Iriri, que deságuam cerca de 80 km a montante da cidade de Altamira. Na bacia do Rio Xingu, próximo ao município de Altamira, no norte do Pará, está sendo construída a Usina hidrelétrica de Belo Monte, onde sua potência instalada será de 11 233 megawatt e formará um lago que terá uma área de 516 km².

A bacia do Tocantins-Araguaia, localizada na região central norte do Brasil, é a maior bacia hidrográfica essencialmente brasileira. Isso se dá graças à sua surpreendente extensão: são aproximadamente 967,2 quilômetros quadrados do nosso país dedicados à atuação da mesma. Correspondendo a 9,5% do território nacional; cobre totalmente ou parcialmente as terras dos Estados de Goiás, Mato Grosso, Tocantins, Maranhão Pará e Distrito Federal. O relevo é considerado monótopo, com altitudes variando entre 350 m e 500 m, exceto nas nascentes, onde chega a mais de 1.000 m. Nesta bacia, próximo a cidade de Tucuruí - PA, está localizada a maior usina hidrelétrica construída 100% em território brasileiro, a Usina Hidrelétrica de Tucuruí. A barragem de Tucuruí, de terra, tem 11 km de comprimento e 78 m de altura. O reservatório tem 200 km de comprimento e 2.850 km² de área quando cheio, quando o nível é mínimo (62 m), a área alagada diminui em cerca de 560 km².

Mapa de Localização dos Municípios em Estudo

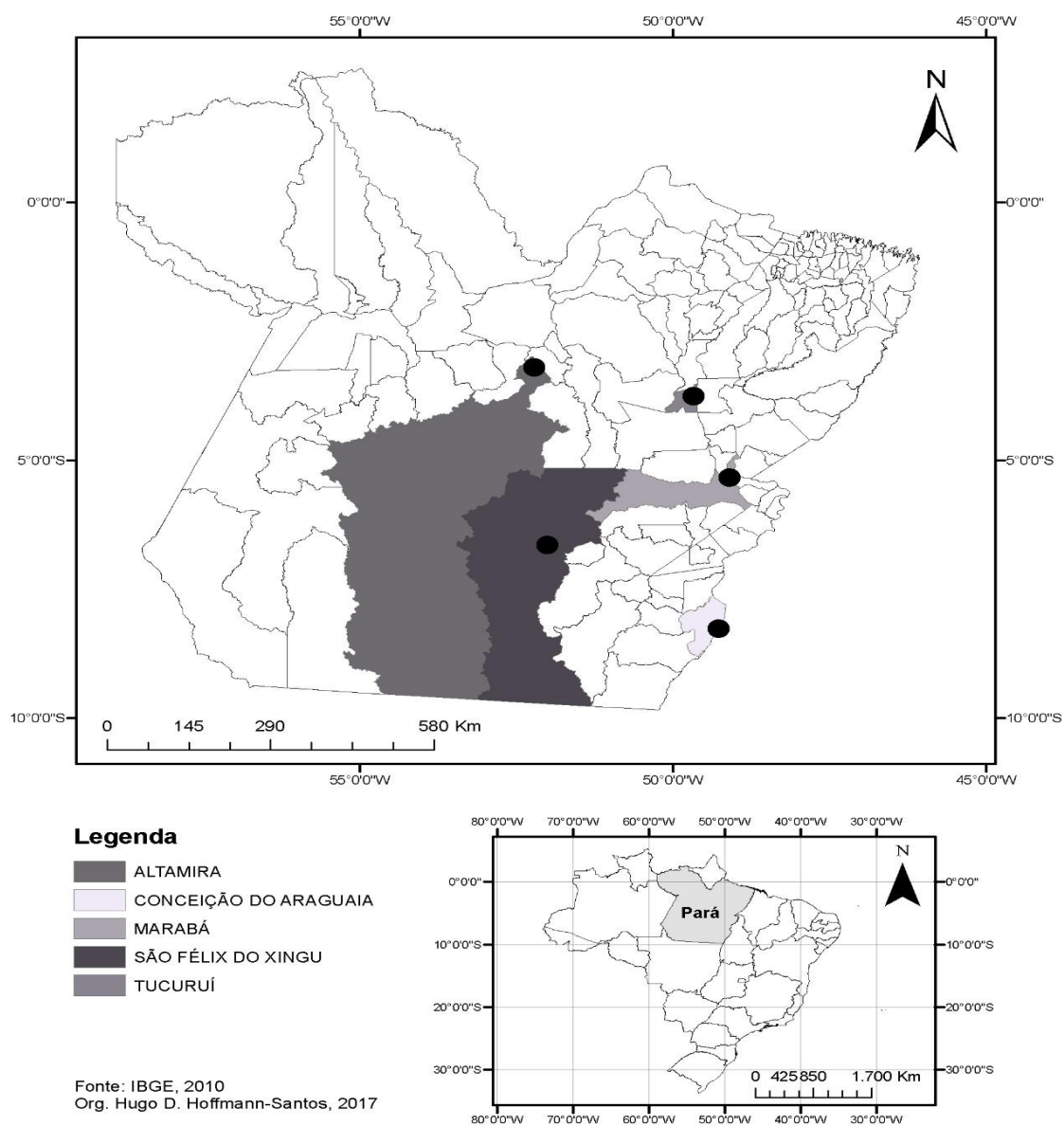


Figura 1- Mapa de localização geográfica dos municípios em estudo.

Altamira.

O município de Altamira está localizado na região oeste do Pará, nas coordenadas $03^{\circ}12'36''$ S e $52^{\circ}12'36''$ W. Fazendo limite ao Norte com Vitória do Xingu, ao Sul com Mato Grosso, a nordeste, Leste e Sudeste com Senador José Porfírio e São Félix do Xingu, a Noroeste, Oeste e Sudeste com Brasil Novo, Medicilândia, Uruará, Rurópolis, Trairão, Itaituba e Novo Progresso. A área total compreende 159.696 km² segundo levantamento do IBGE (2005),

sendo que o principal rio do município é o Xingu.

No município as áreas compreendem a grande floresta equatorial densa amazônica, com árvores de grande porte e vegetação emergente, caracterizada pela biomassa de grande biodiversidade. Nos altos platôs a vegetação é muito densa. Predominância da floresta aberta latifoliada e aberta mista (cocal), além da densa submontana, densa dos terraços em matas ciliares, já bastante desmatada na região PA/AP e floresta secundária, em meio de cultivo de cana-de-açúcar, de cacau e cultivos de subsistência.

A fauna da região é rica e diversificada, condizente com a biodiversidade existente na Amazônia. Dentre diversas espécies, podemos citar: os macacos, os pássaros, os botos e muitas espécies de peixe, com destaque para o tucunaré e pirarucu. O clima do Município insere-se na categoria de equatorial super-úmido, tipo Am da classificação Köppen.

O relevo do município é caracterizado por áreas de pequenas serras cristalinas, morros isolados chamados de inselbergs, superfícies e escarpas tabulares, além de pequenas crostas, setores de colinas, tabuleiros, terraços e aluviões. As maiores altitudes oscilam em torno de 600 metros na parte sul do município. A estação 82356 de Altamira localização a uma altitude é de 74,04 metros, sendo considerada uma das áreas mais baixas de Altamira.

Conceição do Araguaia

O município de Conceição do Araguaia pertence à Mesorregião Sudeste Paraense e à Microrregião Conceição do Araguaia. A sede municipal tem as seguintes coordenadas geográficas: 08° 15' 36" S e 49° 15'66" W, localizada a cerca de 1100 km da capital Belém. Fazendo limites ao Norte com o Município de Floresta do Araguaia, a Leste com o Estado do Tocantins, ao Sul com Município de Santa Maria das Barreiras e a Oeste com Município de Redenção e Santa Maria das Barreiras.

O clima do Município insere-se na categoria de equatorial super-úmido, tipo Am da classificação Köppen, no limite de transição para o Aw; possui temperatura média anual de 27,3° C. A umidade relativa é elevada, com oscilações entre a estação mais chuvosa e mais seca, que vai de 90% a 52%, sendo a média real de 71%. O período chuvoso ocorre, notadamente de

novembro a maio e o mais seco, de junho a outubro, estando o índice pluviométrico anual em torno de 2.000 mm.

A hidrografia do Município é representada, principalmente, pelo rio Araguaia, seu limite natural com o Estado do Tocantins, e pelos seus tributários da margem esquerda localizados dentro do Município: o Salobro e o Araguaia, este com seu afluente Ribeirão Pereira faz limite, a oeste, com o município de Redenção. Sua topografia possui significativa variação altimétrica que vai de 140 m a 540 m, com suas altitudes mais elevadas localizadas ao sul do Município, com a sede municipal apresentando cota de, aproximadamente, 140 m.

Marabá

Marabá é um município pertencente a mesorregião do Sudeste Paraense, no estado do Pará, no Brasil. Se localiza cerca de 500 km ao sul da capital do estado. Sua localização tem por referência, o ponto de encontro entre dois grandes rios, Tocantins e Itacaiunas, formando uma espécie de "y" no seio da cidade vista de cima.

Ocupando uma área de 15.092,268 km², Marabá conta atualmente com 262 085 habitantes, é o décimo município mais populoso da Amazônia. A sede municipal apresenta as seguintes coordenadas geográficas: 5° 21' 36"S e 49° 07' 48" W, com altitude de 95 m. Localizada no sudeste do Pará, limita-se com os municípios de: Novo Repartimento, Itupiranga, Nova Ipixuna e Rondon do Pará (ao norte); São Geraldo do Araguaia, Eldorado dos Carajás, Curionópolis e Parauapebas (ao sul); Bom Jesus do Tocantins, São João do Araguaia e São Domingos do Araguaia (ao leste); e São Félix do Xingu (ao oeste)

A topografia do município de Marabá apresenta as maiores altitudes da região Sudeste do Pará, através das serras dos Carajás, Sereno, Buritirama, Paredão, Encontro, Cinzento e Misteriosa. Desse complexo, destaca-se a serra dos Carajás, como a de maior porte. Entretanto, é na serra do Cinzento que se encontra a altitude máxima do município de Marabá, com 792 m. As serras dos Carajás, Cinzento e Buritirana estão situadas em áreas de conservação, sob jurisdição federal, denominadas de Floresta Nacional do

Tapirapé-Aquiri e a Reserva Biológica do Tapirapé, onde se encontram diversas cavernas. Suas formas de relevo estão englobadas pela unidade morfoestrutural denominada de Depressão Periférica do Sul do Pará, onde dominam os planaltos amazônicos.

O clima é tropical semiúmido (Aw) com temperatura média anual em torno dos 26 °C e índice pluviométrico elevado, próximo aos 2.200 mm anuais. Os meses com maior média de pluviosidade são março (421 mm) e fevereiro (405 mm), enquanto os menores são agosto (15 mm) e julho (24 mm).

São Félix do Xingu

Está localizado na região sudeste do Pará, na confluência dos rios Xingu e Fresco, distante a 1.050 Km da capital do estado a uma latitude 06°37'48" S e a 51°57'36" W, estando a uma altitude de 206 m. Possui área de 84 212,426 km² e sua população estimada em 2014 era de 111.633 habitantes. Limita-se com o município de Altamira, Senador José Porfírio, Marabá, Conceição do Araguaia, Santana do Araguaia, e Estado de Mato Grosso.

Apresenta clima tropical úmido (Am), com temperatura média anual de 26 °C, sendo que o semestre mais chuvoso vai de novembro a abril com maior precipitação nos meses de janeiro, fevereiro, março e abril (100 a 150 dias de chuva). A vegetação predominante é a floresta Hidrófila. Além de ser agraciado com uma belíssima rede hidrográfica que tem como principal componente Rio Xingu, compõe-se ainda pelos Rios Fresco, Karapanã, Triunfo, Bom Jardim e São Francisco.

Devido sua grande extensão territorial, apresenta um relevo diversificado que vai das planícies fluviais às margens dos grandes rios, a suaves e acentuadas ondulações e até montanha. Nesse relevo variado são encontrados os seguintes tipos de solo: podzólicos, terra roxa e mista.

Tucuruí

Localiza-se na Mesorregião do Sudeste Paraense a uma latitude 03°45'3" S e a 49°39'36" W. O município é famoso por abrigar a maior usina hidrelétrica totalmente brasileira e a quarta do nosso planeta. A Usina Hidrelétrica Tucuruí, construída e operada desde 22 de novembro de 1984 pela

Eletronorte. Segundo estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2016 o município possuía 108 885 habitantes e 2 086 km² de área.

Ocupando uma área de 2.086,170 km², Tucuruí conta atualmente com 108885 habitantes. A sede municipal apresenta as seguintes coordenadas geográficas: 3°45'36"S e 49° 39'36" W, com altitude de 40 m. Limita-se com os municípios de: Breu Branco, Novo Repartimento, Baião, Pacajá.

A base geológica do Município é constituída por um relevo com áreas de colinas baixas escarpadas, apresentando ravinas e vales, e é composto predominantemente de rochas magmáticas. Na porção setentrional observa-se a formação de arenitos. Na região de Caraipé constata-se a existência de rochas metamórficas. O relevo é de topografia acidentada, o território de Tucuruí apresenta cotas que variam, de 30 a 300 m. O relevo apresenta dissecação em dois níveis de colinas elaboradas, pois a drenagem encaixa-se em cristas com octentes para o Rio Tocantins ou para o Lago da Hidrelétrica.

Dados utilizados

Tabela 1 - Coordenadas geográficas das estações meteorológicas em estudo.

Estação	Código	Órgão	Latitude	Longitude	Altitude
Altamira	82356	INMET	3°12'36"S	52°12'36"W	74,04 m
Conceição do Araguaia	82861	INMET	8°15'36"S	49°15'36"W	156,85 m
Marabá	82562	INMET	5°21'36"S	49°07'48"W	95,00 m
São Félix do Xingu	82668	INMET	6°37'48"S	51°57'36"W	206,00 m
Tucuruí	82361	INMET	3°45'36"S	49°39'36"W	40,00 m

Para desenvolver o presente trabalho, foram utilizados dados pluviométricos diários de cinco estações meteorológicas automáticas (Tabela 1), pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, localizadas no sudeste da Amazônia Meridional paraense (Figura 1), com histórico de 43 anos (1973 a 2015).

Análise de dados

Os dados foram tabulados e sua coerência testada com o auxílio do software computacional CLIMA desenvolvido pelo Instituto Agronômico do Paraná (FARIA et al., 2003). Posteriormente, análises de médias (\bar{x}) e de desvio-padrão amostral (S) anuais, mensais e decendiais foram realizadas para discussão.

Para análise de ocorrência de dias secos e chuvosos, foram considerados secos, os dias em que a precipitação foi igual ou inferior a 5 mm e, chuvosos quando a precipitação foi igual ou superior a 5,1 mm (SANS et al., 2001). Consideramos um mês chuvoso quando a média mensal climatológica for superior a 60 mm conforme a classificação climática de Köppen-Geiger, para o clima tropical Aw e Am.

Posteriormente calculamos a média de lâmina de água diária dividindo a média mensal da precipitação pela média de dias chuvosos do mesmo mês obtemos o volume de chuva por dia (mm.d^{-1}).

Resultados e Discussão

Comportamento das médias pluviométricas anuais

Com média histórica anual de precipitação igual a 2107 mm e desvio padrão igual a 212 mm, observa-se na Figura 2 que no período de 1973 à 2015 não houve uma grande variabilidade de precipitação para os municípios analisados, com exceção de Tucuruí, cuja a média anual de precipitação superou o desvio, com 139 mm. Quadro et al. (2012) e Lopes; Souza e Ferreira, (2016) ressaltam que o estado do Pará devido a sua dimensão sofre atuação dos diferentes sistemas meteorológicos resulta em uma distribuição pluviométrica elevada porém não homogênea, confirmando o nosso resultado.

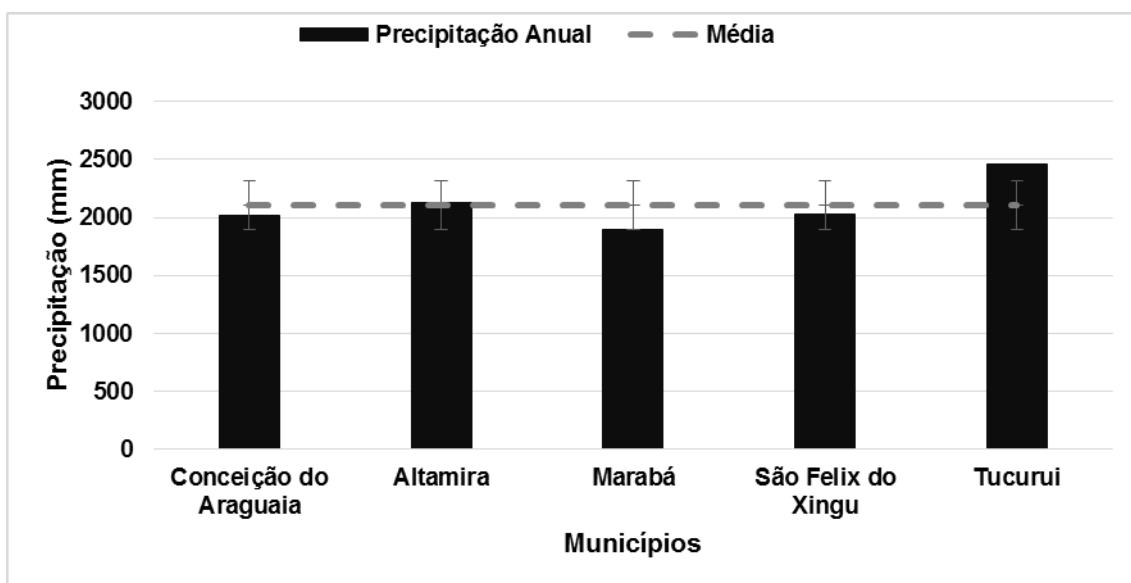


Figura 2 - Média anual histórica de 1975 a 2015.

No município de Altamira (Figura 3a), em 1981 a precipitação anual mínima foi de 1166 mm e a máxima em 1984 com 2922 mm, sendo a média histórica, igual a 2136 mm com desvio padrão (S) igual a 397 mm. Destaca-se o período de 1979 a 1993 onde houve uma forte variação na precipitação pluviométrica, com a média igual a 1926 mm, 9,83% menor que a média histórica estudada e com $S = 521$ mm, 31,23% a mais que o desvio padrão da média histórica estudada. Para Moraes et al., (2005), cerca de 50% da área total do estado do Pará apresenta precipitação anual compreendida entre 1900 e 2400 mm, esta área situa-se ao Sul e a Sudoeste do Pará incluindo uma porção ao norte e nordeste do Estado.

Com média pluviométrica anual igual a 2024 mm e um desvio padrão igual a 306 mm, o município de Conceição do Araguaia (Figura 3b) apresentou índice pluviométrico anual mínimo igual a 1236 mm no ano de 2010 e máximo igual a 2966 mm no ano de 1991. Verifica-se, que dez anos apresentaram precipitações fora da faixa do desvio padrão, tanto para mais, quanto para menos em relação à média, destes, cinco anos ficaram acima do desvio padrão com média pluviométrica igual a 2594 mm e $S = 231$ mm, e cinco anos ficaram abaixo do desvio padrão com media igual a 1517 mm e $S = 168$ mm. Souza et al. (2012) em sua análise de chuvas intensas para o Estado do Pará, relatam que as menores precipitações ficaram concentradas no noroeste da Ilha de Marajó (Melgaço, Breves, Chaves e Afuá) e na fronteira com o estado do Tocantins (Santana do Araguaia e Conceição do Araguaia).

Marabá (Figura 3c) apresenta média de precipitação total entre de 1991 mm; desvio padrão de 348 mm e a precipitação mínima ocorreu no ano de 2007, com 1.335 mm, e a máxima, no ano de 1985, com 2.731 mm. Verifica-se, que do período estudado doze anos apresentam precipitações fora da faixa do desvio padrão, tanto para mais quanto para menos em relação à média, destes, sete anos ficaram acima, com média pluviométrica igual a 2493 mm e $S = 169$ mm e cinco anos ficaram abaixo do desvio padrão com media igual a 1.432 mm e $S = 55$ mm. As Microrregiões do Sudoeste e Sudeste Paraense compreendem quase que integralmente o menor volume pluviométrico, inferior a 2000 mm/ano (AMANAJÁS; BRAGA, 2012).

São Félix do Xingu (Figura 3d), apresenta média pluviométrica anual igual 2033 mm e $S = 301$ mm, sendo a precipitação anual máxima registrada no ano de 1991 com 2966 mm, e a mínima no ano de 2010 com 1236 mm. Nove anos apresentam precipitações fora da faixa do desvio padrão, tanto para mais quanto para menos em relação à média, destes, cinco anos ficaram acima, com media igual a 2594 mm e $S = 231$ mm e quatro anos ficaram abaixo do desvio padrão, com media igual a 1498 mm e $S = 189$ mm. Cerca de 50% da área total do estado do Pará apresentam precipitação anual compreendida entre 1900 e 2400 mm e situam-se ao Sul e a Sudoeste, incluindo uma porção ao norte e nordeste do Estado (MORAES et al., 2005)

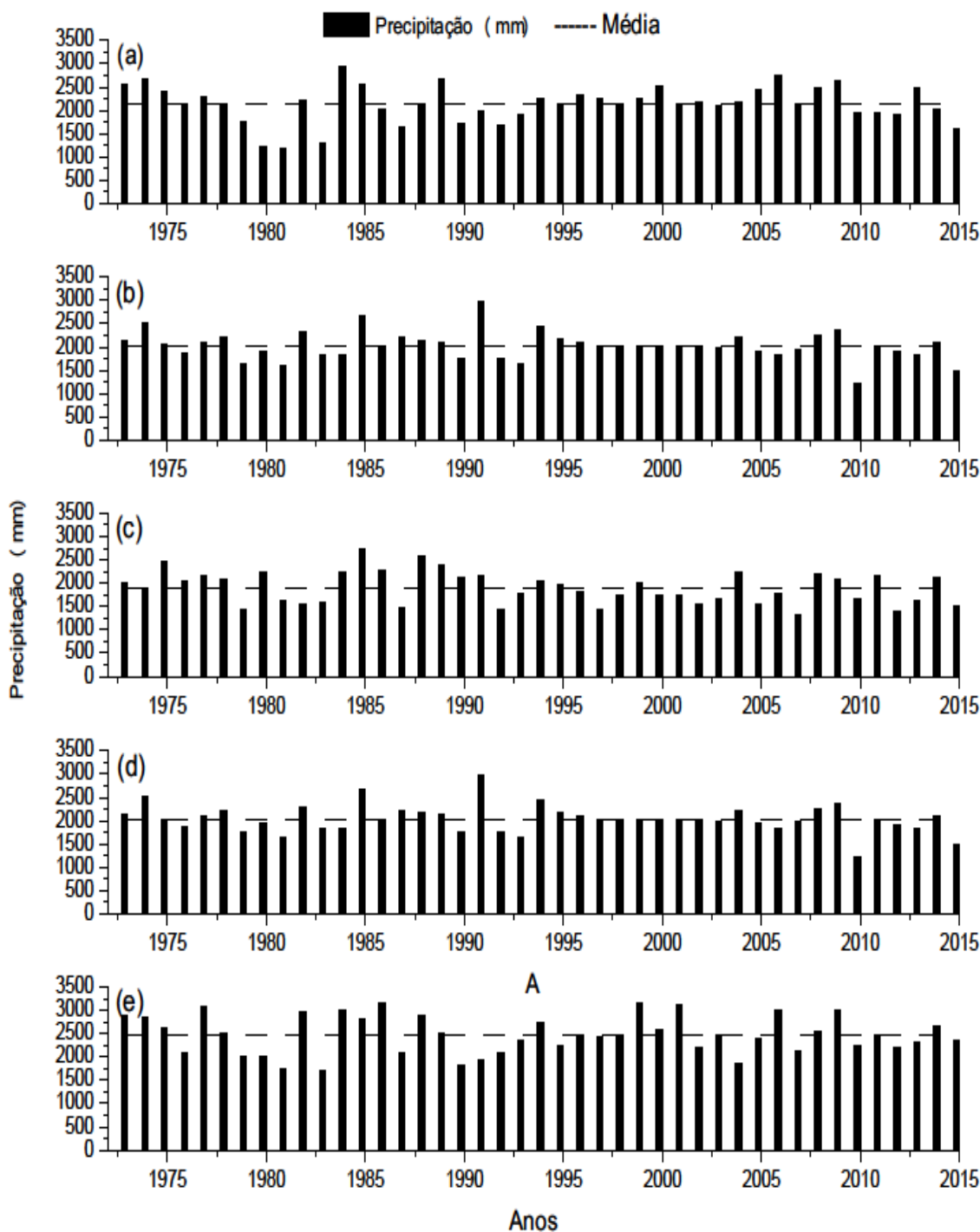


Figura 3- Distribuição anual da precipitação dos municípios de Altamira (a), Conceição do Araguaia (b), Marabá (c), São Felix do Araguaia (d) e Tucuruí (e), pertencentes ao estado do Pará.

Com média pluviométrica anual de 2468 mm e desvio padrão (S) igual a 411 mm, o município de Tucuruí (Figura 3e) apresentou precipitação máxima anual em 1999 de 3176 mm e mínima de 1695 mm em 1983, em relação aos anos estudados. Constata-se também que dezesseis anos, apresentam precipitações fora da faixa do desvio padrão, tanto para mais

quanto para menos em relação à média, destes nove anos ficaram acima, com media igual a 3041 mm e $S = 94$ mm e sete anos ficaram abaixo, com media igual a 1868 mm e $S = 118$ mm. Ribeiro et al. (2014) investigando sobre possível tendência climática a partir do teste não paramétrico de Mann-kendall relatam que o coeficiente de regressão linear não apresentou significância estatística, logo não é possível afirmar categoricamente que a precipitação total anual em Tucuruí aumentou ao longo do período analisado, mas sim é possível descrever que a série de precipitação (1972-2012) foi constante ao longo do período analisado.

Comportamento das médias mensais

No geral os meses mais chuvosos são de novembro a maio, onde ocorrem aproximadamente 90% da precipitação, destacando fevereiro e março onde a precipitação mensal foi superior a 320 mm. A variação sazonal da precipitação no Estado do Pará é caracterizada por uma estação chuvosa, que na maioria das localidades compreende os meses de dezembro a maio, e por uma estação seca, que corresponde geralmente ao período de junho a novembro (MORAES et al., 2005). Andrade (2011) analisando a precipitação pluviométrica no município de Paragominas, PA, resalta que os meses que apresentam maior irregularidade na precipitação pluviométrica são os que compõem a estação chuvosa (dezembro a maio), que apresentam uma variabilidade significativa em comparação com os meses da estação seca (junho a novembro) que praticamente permanecem dentro das médias previstas, o que também foi observado no presente trabalho.

Altamira (Figura 4a), apresenta os meses de janeiro à maio como sendo os mais chuvosos, com 74% da precipitação anual, já os meses de agosto, setembro e outubro são os meses considerados secos com 5,82% da precipitação total anual. Para Conceição do Araguaia (Figura 4b), 75% da precipitação anual estão distribuídas de novembro a abril, e os períodos mais secos ficaram com os meses de junho, julho e agosto, com 5% da precipitação anual. Marabá (Figura 4c) apresenta 75,5% da precipitação anual distribuídas de dezembro a abril, sendo os meses secos de junho a setembro com 5,8% da precipitação. São Félix do Xingu (Figura 4d) exibe 75,4% da precipitação anual distribuídas de novembro a abril e 4,9% dividida entre os meses de junho, julho

e agosto. Com 84,6% da precipitação anual distribuídas de dezembro a maio e 4,7% distribuídas nos meses de julho, agosto e setembro, Tucuruí (Figura 4e) se destaca como a estação que apresenta maiores médias mensais de precipitação no período chuvoso.

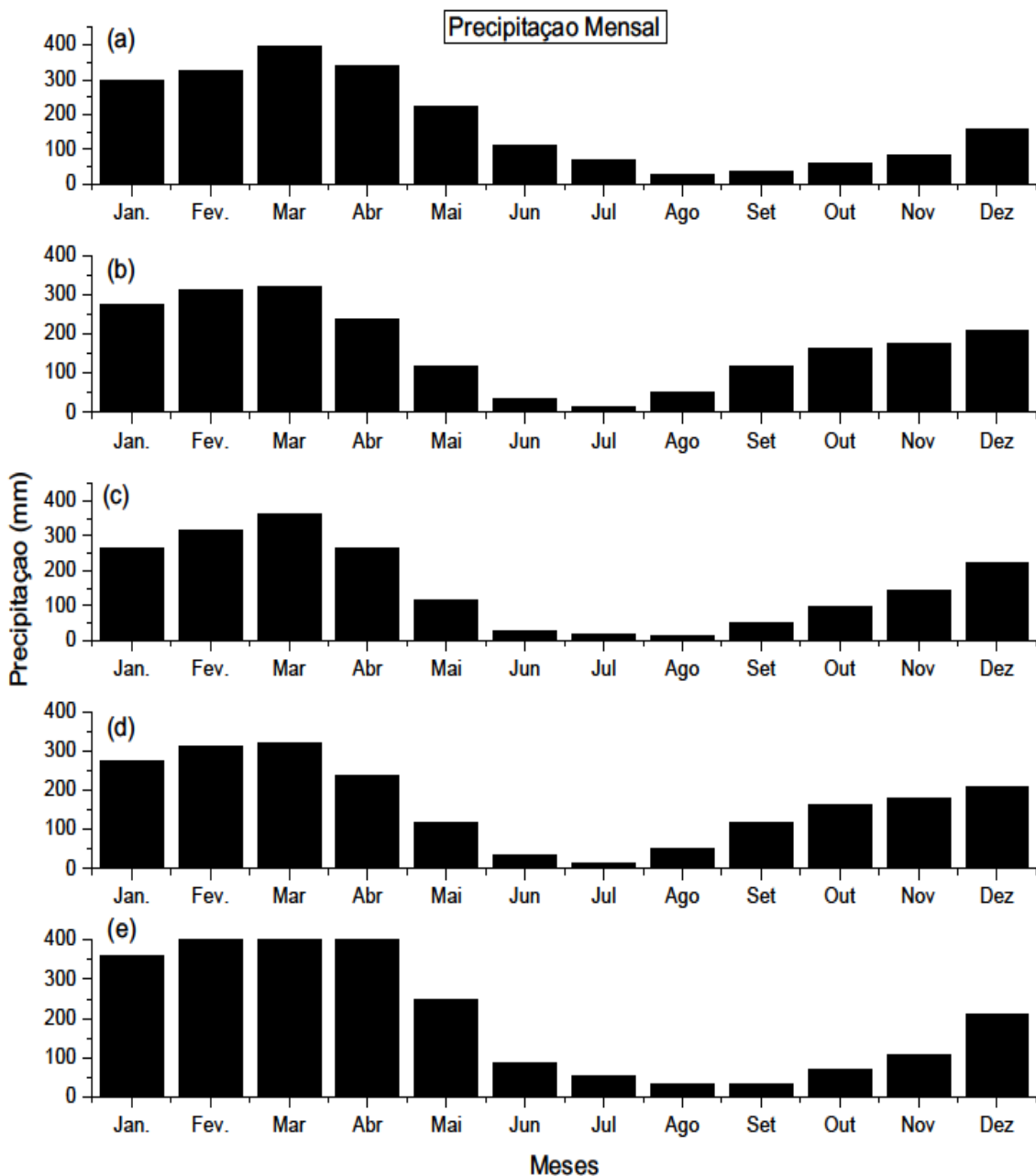


Figura 4 - Distribuição anual da precipitação dos municípios de Altamira (a), Conceição do Araguaia (b), Marabá (c), São Felix do Araguaia (d) e Tucuruí (e), pertencentes ao estado do Pará.

Verifica-se pela distribuição sazonal das chuvas (Figura 4), quatro períodos distintos para a região em estudo, no geral o período seco vai de junho a setembro com média deste período igual a 50 mm o que equivale a 2,4% da precipitação total, o segundo período vai de outubro a novembro, é de transição entre o período seco e chuvoso, com 5,88% (124 mm) das chuvas anuais, o terceiro período, considerado chuvoso vai de dezembro a abril, com média mensal igual a 299 mm o que equivale a 14,2% da precipitação anual, o quarto período, considerado período de transição da estação chuvosa para a seca é o mês de maio com 7,8% precipitação anual.

Amanajas e Braga (2012), analisando os padrões espaço-temporal pluviométricos na Amazônia Oriental, utilizando análise multivariada mostraram a existência de três padrões pluviométricos, a primeira, estação chuvosa, é influenciada diretamente pela atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), principal mecanismo gerador de chuvas no norte da região, a segunda, estação de transição, está associada a eventos de grande e mesoescala, tal como a ZCIT e as Linhas de Instabilidade, a terceira estação, a menos chuvosa, evidencia a influência da atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul, associada à penetração de sistemas frontais oriundos da região S/SE do Brasil, bem como sistemas de escala local.

Comportamento das médias decendiais

Na análise do comportamento da distribuição pluviométrica decendial (Figura 5) verificou-se que em cerca de 8 dos 36 decêndios (22,22%) apresentam precipitações acima de 100 mm. Batistão et al., (2013) verificaram para Juína/MT, município localizado no bioma Amazônico que em sete dos trinta e seis decêndios, ou seja 19,44%, a pluviosidade ultrapassou 100 mm.

No geral, a precipitação pluviométrica começa a diminuir a partir do nono e decimo decêndio, chegando as menores precipitações no décimo sétimo decêndio com média igual a 16 mm e $S = 12$ mm, a partir do decimo oitavo decêndio, a precipitação volta a aumentar, destacando o trigésimo sexto decêndio, onde a precipitação ficou acima de 100 mm para Marabá e Tucuruí.

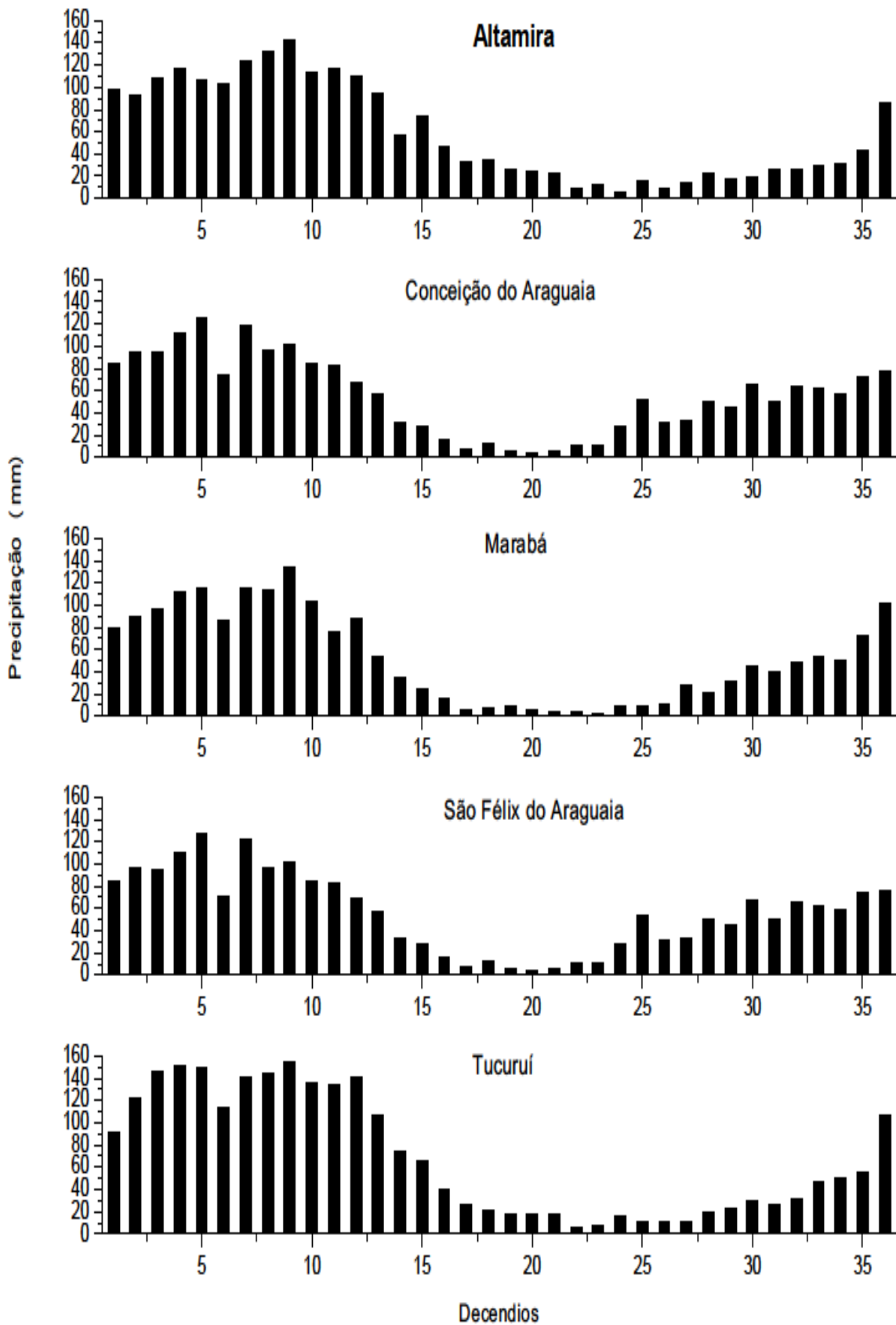


Figura 5 - Médias pluviométricas decendiais para os municípios de Altamira, Conceição do Araguaia, Marabá, São Felix do Xingu e Tucuruí, estado do Pará.

Os municípios de Altamira e Tucuruí, situados mais ao norte, tiveram maiores precipitações do que os municípios Marabá, São Félix do Xingu e Conceição do Araguaia, situados mais ao sul. Martins et al. (2011) observaram que os municípios mais ao sul do estado de Mato Grosso apresentavam menor volume de precipitação pluviométrica quando comparados aos municípios mais ao norte no mesmo período do ano, o que foi verificado também em nosso trabalho.

Quantificação de dias secos e chuvosos

A média anual de dias chuvosos da região em estudo foi de 102 dias, com desvio padrão igual há 13,1 dias. Dentre os municípios analisados, Conceição do Araguaia (Figura 6b) e Marabá (Figura 6c) exibiram a maior e a menor média de números de dias chuvosos durante período analisado, com um total de 113,7 dias (S= 6,2) e 79,3 (S = 4,9) respectivamente, ambos apresentaram médias mensais de dias chuvosos acima de 10 dias, sendo o primeiro, de novembro a abril e, o segundo, de janeiro a abril. Tavares, (2014) em seu trabalho sobre as características da climatologia do município de Macapá- AP, localizado na Amazônia oriental, relataram que durante o ano, Macapá tem 169 dias com chuva, durante a estação chuvosa (dezembro a julho) e 196 dias sem chuva, durante a estação seca (agosto a novembro).

Com exceção de Marabá (Figura 6c), os demais municípios analisados apresentaram os meses de janeiro a abril com os números de dias chuvosos superiores a de dias secos. ANDRADE (2011), relatam que no município de Paragominas – PA o mês de março apresenta maior número de dias (25,16 dias) chuvosos que os secos. Moreira et al. (2010) analisaram a distribuição mensal de dias secos e chuvosos no período de 1983 a 2007 para a cidade de Nova Maringá – MT e concluíram que a quantidade de dias secos foi superior ao de dias chuvosos, exceto nos meses de novembro e dezembro.

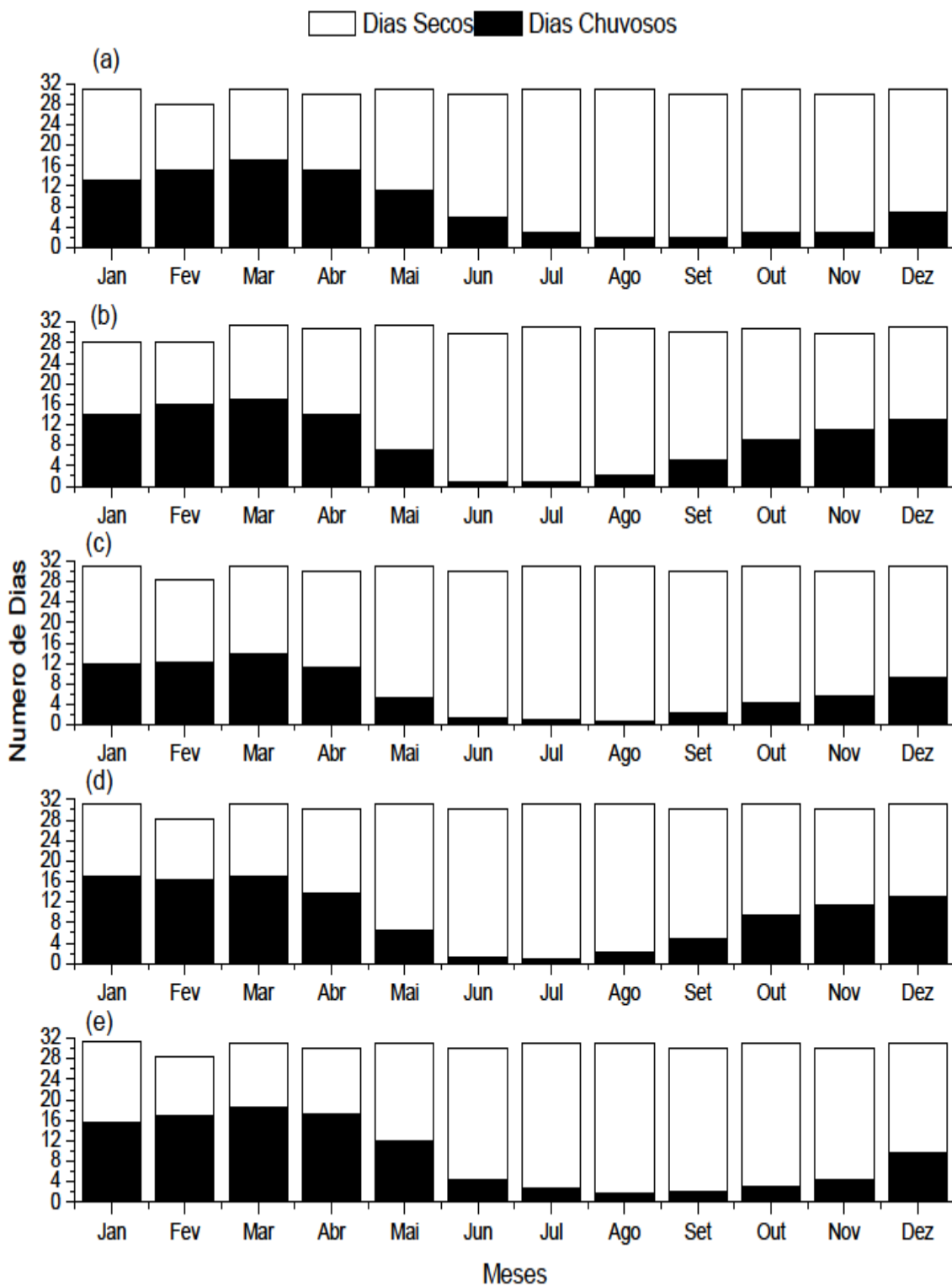


Figura 6 - Média mensal de dias secos e chuvosos para os municípios de Altamira (a), Conceição do Araguaia (b), Marabá (c), São Felix do Xingu (d) e Tucuruí (e), estado do Pará.

Verificou-se uma lâmina de água diária para a região igual ou superior a 21 mm.d^{-1} ($S=1$), caracterizando a ocorrência de chuvas fortes na região, com destaque para Conceição do Araguaia e Marabá onde a média da

intensidade de chuva foi de 18 mm.d⁻¹. Verificou-se que no mês de julho houve maior intensidade de precipitação, com 27 mm.d⁻¹. Tavares, (2014) realizou o mesmo cálculo para Macapá – AP e, constatou que o mês de abril é o que apresenta os maiores valores para esta característica e, o mês de setembro com dia os menores índices de chuva.

Conclusão

A maior variabilidade temporal de precipitação aconteceu no município de Tucuruí, onde a precipitação anual mínima e a máxima foi de 1694 mm no ano de 1983 e 3176 mm em 1999, respectivamente, com desvio-padrão igual a 411 mm.

Conceição do Araguaia e São Felix do Xingu apresentaram variabilidade mensal semelhante para o período chuvoso, com precipitação mínima próxima de 118 mm e, máxima 321 mm.

Referências Bibliográficas

AMANAJÁS, J. C.; BRAGA, C. C. Padrões espaço-temporal pluviométricos na Amazônia Oriental utilizando análise multivariada. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 27, n. 4, p. 423–434, 2012.

ANDRADE, F. S. Variabilidade da precipitação pluviométrica de um município do estado do Pará. **Engenharia Ambiental – Espírito Santo do Pinhal**, v. 8, n. 4, p. 138–145, 2011.

ÁVILA, L. F. et al. Partição da precipitação pluvial em uma micro bacia hidrográfica ocupada por mata atlântica na serra da Mantiqueira, MG. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 3, p. 583–595, 2014a.

ÁVILA, P. L. R. et al. Análise da precipitação sazonal simulada utilizando o regcm4 sobre o estado do Pará em anos de extremos climáticos. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 14, n. 10, p. 50–75, 2014b.

BATISTÃO, A. C. et al. Distribuição temporal e probabilidade de ocorrência de chuva no município de Juina(MT). **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 13, n. 9, p. 52–66, 2013.

DEBORTOLI, N. et al. Análise temporal do período chuvoso na Amazônia meridional brasileira (1971-2010). **Revista Geonorte**, v. 2, n. 5, p. 382–394, 2012.

ELI, K. et al. Análise da distribuição da frequência de precipitação em diferentes intervalos de classes para Rio do Sul/SC. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 19, p. 106–113, 2013.

FARIA, R. T.; CHIBANA, E. Y.; CARAMORI, P. H. Programa computacional para organização e análise de dados meteorológicos. **Engenharia Agrícola**, v.23, n.2, p. 372 -387, 2003.

FISCH, G.; MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A. Uma Revisão Geral sobre o Clima da Amazônia. Acta Amazônica - Fisch et al 1998.pdf. **Acta Amazônica**, v. 28, n. 2, p. 101–126, 1998.

IPCC. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. **Intergovernmental Panel on Climate Change, Working Group I Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report (AR5)(Cambridge Univ Press, New York)**, p. 1535, 2013.

LOPES, M. N. G.; SOUZA, E. B. DE; FERREIRA, D. B. DA S. Climatologia regional da precipitação no Estado do Pará. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 18, n. 9, p. 307–326, 2016.

MARCUZZO, F. F. N. et al. Chuvas na região Centro-Oeste e no Estado do Tocantins: análise histórica e tendência futura. **Boletim de Geografia**, v. 30, n. 1, p. 19–30, 2012.

MARENGO, J. A. Água E Mudanças Climáticas. **Estudos Avançados**, v. 22, n.

63, p. 83–96, 2008.

MARTINS, J. A. et al. Caracterização do regime pluviométrico no arco das nascentes do rio Paraguai. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 26, n. 4, p. 639–647, 2011.

MORAES, B. C. DE et al. Variação espacial e temporal da precipitação no Estado do Pará. **Acta Amazônica**, v. 35, n. 2, p. 207–214, 2005.

MOREIRA, P. S. P. et al. Distribuição e probabilidade de ocorrência de chuvas no município de Nova Maringá-MT. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v. 8, n. 1, p. 9–20, 2010.

OLIVEIRA, J. L. et al. Mudanças climáticas na bacia do rio São Francisco: Uma análise para precipitação e temperatura. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 21, n. 2, p. 416–428, 2016.

QUADRO, M. F. L. DE et al. Análise climatológica da precipitação e do transporte de umidade na região da ZCAS através da nova geração de reanálises. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 27, p. 152–162, 2012.

RIBEIRO, R. E. P. et al. Análise da tendência climática nas séries temporais de temperatura e precipitação de Tucuruí-Pará. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 7, n. 5, p. 798–807, 2014.

SANCHES, F.; FISCH, G.; WORDS, K. E. Y. As possíveis alterações microclimáticas devido a formação do lago artificial da hidrelétrica de Tucuruí - PA. **Acta Amazonica**, v. 35, n. 1, p. 41–50, 2005.

SANS, L. M. A. et al. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de milho na região centro oeste do Brasil e para o estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, n. 3, p. 564–570, 2001.

SANTOS, C. A. C. DOS; MELO, M. M. M. S.; BRITO, J. I. B. DE. Tendências de Índices de Extremos Climáticos para o Estado do Amazonas e suas Relações com a TSM dos Oceanos Tropicais Trends in Climate Extremes Indices for the State of Amazonas and its Relationship with SST of Tropical Oceans. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, n. 1, p. 1–10, 2016.

SOARES, A. S. D.; PAZ, A. R. DA P.; PICCILLI, D. G. A. Avaliação das estimativas de chuva do satélite TRMM no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 21, n. 2, p. 288–299, 2016.

SOUZA, W. M. DE; AZEVEDO, P. V. DE. Índices de detecção de mudanças climáticas derivados da precipitação pluviométrica e das temperaturas em Recife-PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 01, p. 143–159, 2012.

SOUZA, R. O. R. D. M. et al. Equações de chuvas intensas para o Estado do Pará. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 9, p. 999–1005, 2012.

TAVARES, J. P. N. Características da climatologia de Macapá-AP. **Caminhos de geografia**, v. 15, n. 50, p. 138–151, 2014.

3.2. ENOS E A PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA NO SUDESTE DA AMAZÔNIA ORIENTAL PARAENSE.

Resumo – A Amazônia apresenta um comportamento da variabilidade de precipitação diferenciando em intensidade e tempo de ocorrência de eventos ENOS. Desta forma o objetivo deste trabalho é avaliar a variabilidade da precipitação pluviométrica no sudeste da Amazônia oriental Paraense para os anos que ocorreram os fenômenos ENOS. A área em estudo situa-se no sudeste da Amazônia oriental Paraense, localizadas entre a bacias do rio Xingu e Araguaia-Tocantins, sendo formada pelos municípios de Altamira, Conceição do Araguaia, Marabá, São Félix do Xingu e Tucuruí. Foram utilizados dados pluviométricos diários de cinco estações meteorológicas com histórico de 43 anos, pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia. Posteriormente, análises de médias e de desvio-padrão amostral foram calculadas para possíveis discussões. O município que se observou maior variabilidade na precipitação com relação aos fenômenos ENOS e anos Neutros foi Tucuruí. Os meses de janeiro, fevereiro, março e abril, apresentaram acréscimo no número de dias chuvoso durante a influência do fenômeno La Niña para o município de São Felix do Xingu. Verificou-se grande variabilidade espacial de precipitação entre os municípios durante os fenômenos ENOS, mas os anos que não sofreram influência de El Niño e La Niña teve maior desvio padrão.

Palavras-chave: Clima, Variabilidade Pluviométrica, Precipitação, El Niño, La Niña.

Abstract - The Amazon presents a behavior of rainfall variability differentiating in intensity and time of occurrence of ENSO events. In this way, the objective of this work is to evaluate the rainfall variability in the southeast of the eastern Amazon for the years that occurred the ENSO phenomena. The study area is in the southeast of the eastern Amazon Paraense, located between the Xingu and Araguaia-Tocantins basins, being formed by the municipalities of Altamira, Conceição do Araguaia, Marabá, São Félix do Xingu and Tucuruí. Daily rainfall data from five meteorological stations with a history of 43 years, belonging to the National Institute of Meteorology, were used. Subsequently, analyzes of means and sample standard deviation were calculated for possible discussions. The municipality that observed greater variability in rainfall compared to ENSO and Neutral years was Tucuruí. The months of January, February, March and April presented an increase in the number of rainy days during the influence of the La Niña phenomenon for the municipality of São Felix do Xingu. There was great spatial variability of precipitation between municipalities during the ENSO phenomena, but the years that were not influenced by El Niño and La Niña had the highest standard deviation.

Keywords: Climate, Pluviometric Variability, Precipitation, El Niño, La Niña.

Introdução

A disponibilidade de água no Brasil depende em grande parte do clima, sendo que o ciclo anual das chuvas e o volume precipitado no país variam entre suas bacias, e de fato a variabilidade interanual do clima está associada aos fenômenos de El Niño e La Niña, que afetam a variabilidade na temperatura da superfície do mar do Atlântico Tropical e Sul (MARENGO, 2008).

El Niño Oscilação Sul (ENOS) é um fenômeno de grande escala, que ocorre no oceano Pacífico Equatorial. O fenômeno mostra, de forma marcante, o forte acoplamento oceano-atmosfera, que se manifesta sobre a região (MINUZZI et al., 2007). A variação irregular que ocorre em torno das condições normais nos componentes oceânicos e atmosféricos da região, revela duas fases opostas do fenômeno, sendo um desses extremos representado pelas condições de La Niña, quando ocorre um resfriamento das águas e aumento na pressão atmosférica na região leste do Pacífico e outro o El Niño onde ocorre um aquecimento das águas do Pacífico.

A Amazônia por estar situado em uma região de clima equatorial quente e úmido sofre as influências de muitos fenômenos meteorológicos. O leste da Amazônia, revela comportamento da variabilidade da precipitação diferenciando, em intensidade e tempo de ocorrência dos eventos ENOS entre as estações pluviométricas analisadas na região (SOUSA et al., 2015).

A Amazônia caracteriza-se por possuir um alto conteúdo de vapor d'água na atmosfera, fortes fluxos de calor latente provenientes da superfície e elevado índice pluviométrico (ALVES; MACHADO; PRASAD, 2007). A característica intrínseca do clima da Amazônia é a presença de um amplo espectro de variações no tempo e espaço da atividade convectiva tropical e da precipitação, as quais se tornam as variáveis climáticas mais importantes da região (ÁVILA et al., 2014).

Segundo Rocca et al. (2011), eventos ENOS não se repetem sequencialmente, mas sim aleatoriamente, dependendo unicamente das forças dos ventos alísios. Os impactos nas condições climáticas vão depender da intensidade dos eventos e de outras configurações atmosféricas que influem sobre os sistemas meteorológicos que definem as condições de tempo

localmente. Por isso, os reflexos na agricultura podem diferir entre as ocorrências dos episódios El Niño, La Nina e Neutros, reforçando a importância dos indicativos probabilísticos de distribuição de chuvas locais, com vistas a subsidiar a tomada de decisões pela assistência técnica e pelos produtores rurais.

Diversos estudos fornecem evidências de que a Amazônia é fortemente influenciada por anomalias climáticas, sendo que as mais conhecidas estão relacionadas com a precipitação, embora os regimes hídricos e térmicos também possam ser modificados. Yoon e Zeng (2010) averiguaram que somente uma fração da chuva na Amazônia pode ser explicada pelo ENOS, e que esta analogia é mais aparente apenas durante a estação chuvosa.

O objetivo deste trabalho é avaliar a variabilidade da precipitação pluviométrica no sudeste da Amazônia oriental paraense para os anos que ocorreram os fenômenos ENOS.

Material e Métodos

Caracterização da Área de estudo.

A área em estudo situa-se no sudeste da Amazônia oriental Paraense, localizadas entre a bacias do rio Xingu e Araguaia-Tocantins sendo formada pelos municípios de Altamira (norte), Conceição do Araguaia (sudeste), Marabá (sudeste), São Félix do Xingu (sudeste), Tucuruí (sudeste) localização representada na Figura 01.

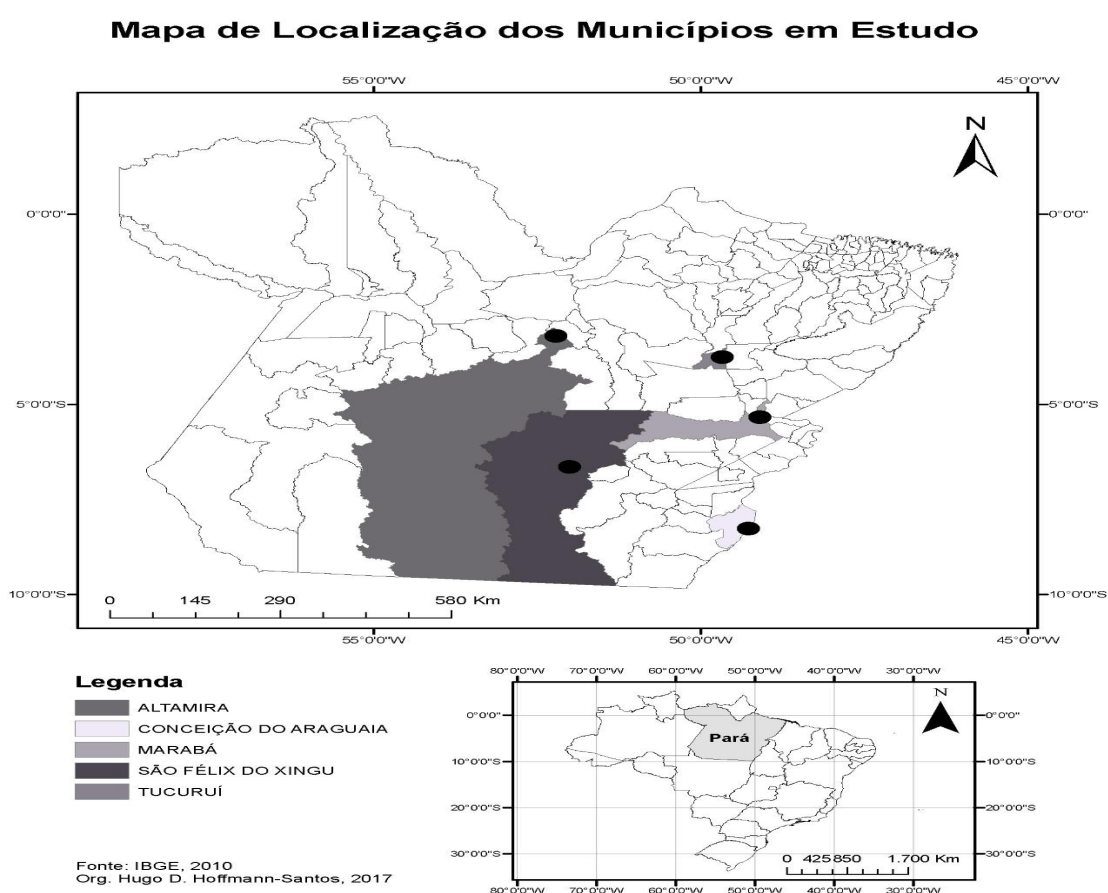


Figura 1 - Localização das estações meteorológicas automáticas em cada município estudado no estado do Pará.

Altamira.

O município de Altamira está localizado a oeste do Pará fazendo limite ao Norte com o Vitória do Xingu, ao Sul com Mato Grosso, apresenta área total compreende 159.696 km² segundo levantamento do IBGE (2005), sendo que o principal rio do município é o Xingu.

No município as áreas compreendem a grande floresta equatorial densa amazônica com árvores de grande porte e vegetação emergente, caracterizada pela biomassa de grande biodiversidade. Porém com grande área desmatada na região PA/AP e floresta secundária, em meio de cultivo de cana-de-açúcar, de cacau e cultivos de subsistência.

O clima do Município insere-se na categoria de equatorial superunido, tipo Am da classificação Köppen. O relevo é caracterizado por áreas de pequenas serras cristalinas, morros isolados chamados de inselbergs, superfícies e escarpas tabulares, além de pequenas crostas, setores de colinas, tabuleiros, terraços e aluviões. As maiores altitudes oscilam em torno de 600 metros na parte sul do município. Na estação a altitude é de 74,04 metros, sendo considerada uma das áreas mais baixas de Altamira.

Conceição do Araguaia

O município de Conceição do Araguaia pertence à Mesorregião Sudeste Paraense e à Microrregião Conceição do Araguaia. Fazendo limites ao Norte com o Município de Floresta do Araguaia, a Leste com o Estado do Tocantins, ao Sul com Município de Santa Maria das Barreiras e a Oeste com Município de Redenção e Santa Maria das Barreiras.

O clima do Município insere-se na categoria de equatorial super-úmido, tipo Am da classificação Köppen, no limite de transição para o Aw; possui temperatura média anual de 27,3°C. A umidade relativa é elevada, com oscilações entre a estação mais chuvosa e mais seca, que vai de 90% a 52%, sendo a média real de 71%. O período chuvoso ocorre, notadamente, de novembro a maio e o mais seco, de junho a outubro, estando o índice pluviométrico anual em torno de 2.000 mm.

A hidrografia do Município é representada, principalmente, pelo rio Araguaia, seu limite natural com o Estado do Tocantins. Sua topografia possui significativa variação altimétrica que vai de 140 m a 540 m, com suas altitudes mais elevadas localizadas ao sul do Município, com a sede municipal apresentando cota de, aproximadamente, 140 m.

Marabá

Marabá está a Sudeste do Pará, sua localização tem por referência, o ponto de encontro entre dois grandes rios, Tocantins e Itacaiunas. Ocupando uma área de 15.092,268 km², Marabá conta atualmente com 262.085 habitantes, é o décimo município mais populoso da Amazônia.

A topografia do município de Marabá apresenta as maiores altitudes da região Sudeste do Pará, através das serras dos Carajás, Sereno, Buritirama, Paredão, Encontro, Cinzento e Misteriosa. Desse complexo, destaca-se a serra dos Carajás, como a de maior porte. Entretanto, é na serra do Cinzento que se encontra a altitude máxima do município de Marabá, com 792 metros. As serras dos Carajás, Cinzento e Buritirana estão situadas em áreas de conservação, sob jurisdição federal, denominadas de Floresta Nacional do Tapirapé-Aquiri e a Reserva Biológica do Tapirapé, onde se encontram diversas cavernas.

O clima é tropical semiúmido (Aw) com temperatura média anual em torno dos 26 °C e índice pluviométrico elevado, próximo aos 2.200 milímetros (mm) anuais. Os meses com maior média de pluviosidade são março (421 mm) e fevereiro (405 mm), enquanto os menores são agosto (15 mm) e julho (24 mm).

São Félix do Xingu

O município está localizado na região sudeste do Pará, possui área de 84.212,426 km² e sua população estimada em 2014 era de 111.633 habitantes. Limita-se com os municípios de Altamira, Senador José Porfírio, Marabá, Conceição do Araguaia, Santana do Araguaia, e Estado de Mato Grosso.

Em relação ao clima, apresenta clima tropical úmido (Am), com temperatura média anual de 26°C, sendo que o semestre mais chuvoso vai de novembro a abril com maior precipitação nos meses de janeiro, fevereiro, março e abril (100 a 150 dias de chuva). A vegetação predominante é a floresta Hidrófila. Além de ser agraciado com uma belíssima rede hidrográfica que tem como principal componente Rio Xingu, compõe-se ainda pelos Rios Fresco, Karapanã, Triunfo, Bom Jardim e São Francisco.

Devido sua grande extensão territorial, apresenta um relevo diversificado que vai das planícies fluviais às margens dos grandes rios, a suaves e acentuadas ondulações e até montanha. Nesse relevo variado são encontrados os seguintes tipos de solo: podzólicos, terra roxa e mista.

Tucuruí

Segundo estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2016 o município possuía 108.885 habitantes ocupando uma área de 2.086,170 km². A base geológica do Município é constituída por um relevo acidentado, o território de Tucuruí apresenta cotas que variam, de 30 a 300 metros. O relevo apresenta dissecação em dois níveis de colinas elaboradas, pois a drenagem encaixa-se em cristas com octentes para o Rio Tocantins ou para o Lago da Hidrelétrica.

Análise dos dados

Para desenvolver o presente trabalho, foram utilizados dados pluviométricos diários de cinco estações meteorológicas automáticas, pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, localizadas no sudeste da Amazônia Meridional paraense, com histórico de 43 anos (1973 a 2015).

Os dados foram tabulados e sua coerência testada com o auxílio do software computacional CLIMA desenvolvido pelo Instituto Agrônomo do Paraná (FARIA et al., 2003). Posteriormente, análises de médias (\bar{x}) e de desvio-padrão amostral (s) anuais, mensais e decendiais foram realizadas para discussão.

Segundo Ramos et al., (2015), a precipitação não foi analisada seguindo o calendário normal do ano civil, pois este fenômeno ocorre de julho de um ano a junho do próximo ano, deste modo, os dados foram tabulados (Tabela 01) de modo que se isolasse o período de interferência do ENOS. Os eventos de El Niño e La Niña, no período analisado, foram obtidos de Podestá et al. (1999), que estudaram a relação entre ENOS e a produtividade de várias culturas no Centro-Leste da Argentina (Região do Pampa Argentino).

Tabela. 1- Anos em que ocorreram os fenômenos ENOS e utilizados no trabalho.

Evento Ocorrido	Anos					
	1977 - 1978	1978 - 1979	1979 - 1980	1982 - 1983	1986 - 1987	1987 - 1988
EL NIÑO	1990 -1991	1991 - 1992	1992 - 1993	1994 - 1995	1997 - 1998	2002 - 2003
	2004 - 2005	2006 - 2007	2009 - 2010	2014 - 2015	2015 - 2016	
	1970 - 1971	1971 - 1972	1972 - 1973	1973 - 1974	1974 - 1975	
LA NIÑA	1975 -1976	1976 - 1977	1983 - 1984	1984 - 1985	1988 - 1989	
	1995 - 1996	1998 -1999	1999 - 2000	2000 - 2001	2007 - 2008	
	1980 - 1981	1981 - 1982	1985 - 1986	1989 - 1990	1993 - 1994	
NEUTROS	1996 - 1997	2001 - 2002	2003 - 2004	2005 - 2006	2008 - 2009	
	2010 - 2011	2011 - 2012	2012 - 2013	2013 - 2014	2016 - 2017	

Fonte: CEPETEC/INPE, 2017.

A definição usada por Podestá et al. (1999) na caracterização das fases do ENOS, foi a adotada pela Agência Japonesa de Meteorologia (AJM) que, segundo Trenberth (1997), é objetiva e identifica bem os anos de El Niño e La Niña. O critério da AJM consiste na seleção de períodos, cuja média móvel de cinco meses da anomalia da temperatura da superfície do mar (TSM) da região equatorial do Oceano Pacífico (aproximadamente a região do chamado Niño 3) seja aumento de 0,5°C (El Niño) ou diminuição de 0,5°C (La Niña) por, no mínimo, seis meses consecutivos.

Para análise de ocorrência de dias secos e chuvosos, foram considerados secos, os dias em que a precipitação foi igual ou inferior a 5 mm e, chuvosos quando a precipitação foi igual ou superior a 5,1 mm (SANS et al., 2001). Foi considerado um mês chuvoso quando a média mensal climatológica for superior a 60 mm conforme a classificação climática de Köppen-Geiger, para o clima tropical Aw e Am

Resultados e Discussão

Comportamento das médias pluviométricas anuais.

Na Figura 02 observa-se que não há diferença de precipitação quando ocorrem anos neutros e fenômenos ENOS, mas Marabá e São Felix do Xingu apresentaram uma tendência de aumento de precipitação para El Niño e La Niña. O município Tucuruí foi o que apresentou maior desvio padrão (484,5 mm) nos anos que ocorreram influência dos fenômenos ENOS.

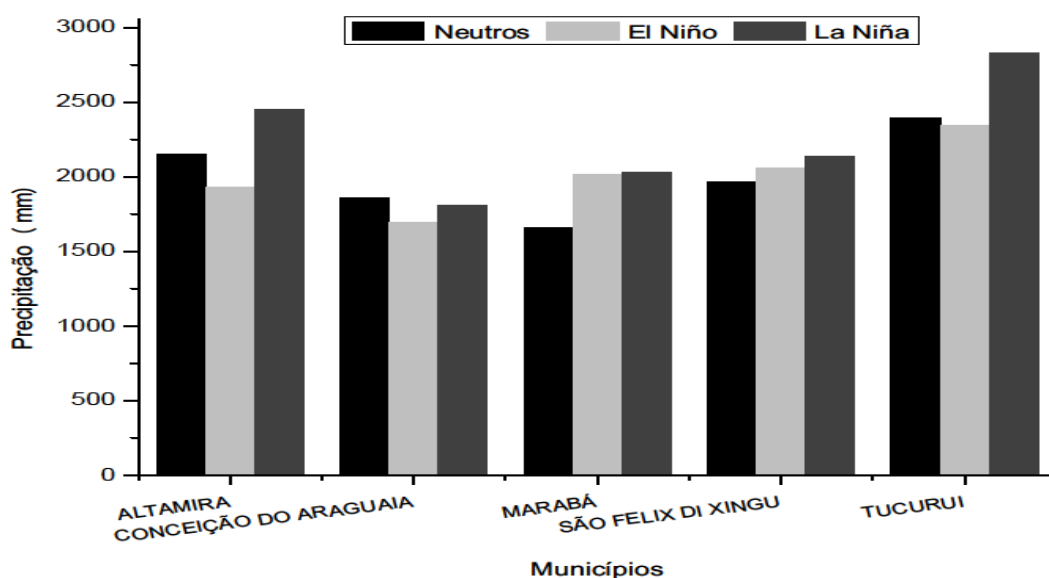


Figura 2– Precipitação média anual para os municípios na ocorrência de eventos ENOS.

Bastos e Pachêco (2005), ressaltam que no estado do Pará a variabilidade espacial anual das chuvas é bastante ampla, podendo oscilar de 1.500 mm a 3.000 mm, e que o regime das chuvas é distribuído em quatro períodos, o chuvoso, estiagem, seco e transição. O Município de Paragominas – PA, situado na região sudoeste, teve forte influência dos fenômenos climáticos globais El Niño e La Niña, com seus eventos de 97/98 e 98/01 como os que mais afetaram a região, com uma forte influência dos fenômenos climáticos globais El Niño e La Niña, com seus eventos de 97/98 e 98/01 como os que mais afetaram a região (ANDRADE, 2011).

Comportamento das médias pluviométricas mensais

Altamira apresenta maiores índices de precipitação nos períodos que ocorrem o fenômeno La Niña, destacando-se o mês de março que apresentou maior média mensal 508 mm com desvio padrão igual a 154 mm, sendo que El Niño e Neutros ficaram abaixo da média histórica que foi de 411 mm com desvio padrão 84,64 mm (Figura 03).

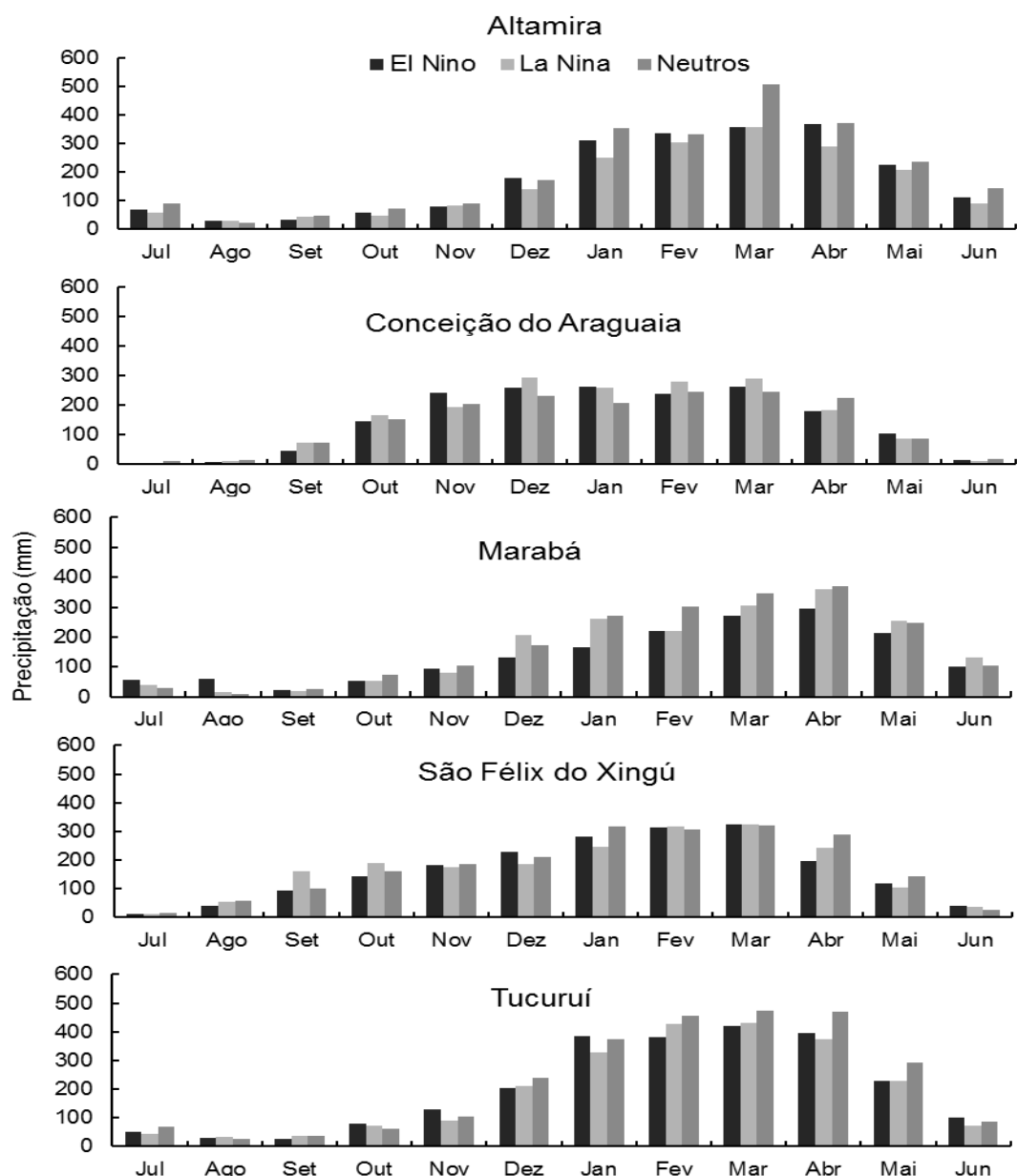


Figura 3 - Médias pluviométricas mensais para os municípios na ocorrência dos eventos ENOS.

A precipitação média mensal dos períodos de ocorrência de La Niña foi 36,2% maior que a média mensal dos anos de El Niño e 44,3% maior que a média mensal dos anos neutros. Nota-se um comportamento essencialmente inverso no regime hidrológico em Altamira entre os anos de El Niño e La Niña com níveis fluviométricos, caracterizando-se, respectivamente, abaixo e acima da média climatológica durante a maior parte do ano hidrológico (BONINI et al., 2014).

Conceição do Araguaia apresenta maiores precipitações de novembro a março, sendo que neste período os anos Neutros tem maiores precipitações, com destaque para o mês de março com a maior média histórica de precipitação igual a 267 mm e desvio padrão 34,16 mm. O mesmo mês apresentou média igual a 306 mm e desvio padrão igual a 80,10 mm para anos Neutros.

Em Manaus a maior frequência de meses secos está associada ao evento El Niño, onde apenas 21,13% dos meses foram classificados como chuvosos, enquanto que durante o fenômeno La Niña 38,24% dos meses foram classificados como chuvosos (OLIVEIRA et al., 2006).

Em São Felix do Xingu, 58,3% dos meses analisados tiveram maior precipitação pluviométrica durante a ocorrência do fenômeno La Niña, sendo a máxima e a mínima precipitação durante este fenômeno iguais a 320 mm e 15 mm respectivamente, com desvio padrão igual a 112,7 mm.

Analisando a precipitação observada durante o trimestre dezembro, janeiro e março, evidencia-se um máximo pluviométrico, com valores sazonais de 700 a 900 mm, englobando os setores oeste e sudoeste do Pará e centro-sul do Tocantins.

Souza et al. (2009), afirmam que a Amazônia Ocidental tem sofrido consistente seca durante eventos El Niño, e os episódios do La Niña observa-se tendência às chuvas abundantes no noroeste e parte central da Amazônia Ocidental.

No geral, na ocorrência do fenômeno La Niña a média mensal foi igual a 185 mm e desvio padrão igual a 128,6 mm, apresentando os maiores índices de precipitação para todos os municípios, os anos neutros apresentaram média mensal igual a 168 mm e desvio padrão igual a 112,5 mm.

Os anos de El Niño ficaram com média mensal igual a 167 mm e desvio padrão igual a 112,3 mm.

Os eventos de La Niña na Amazônia Central geralmente produzem efeitos opostos aos eventos de El Niño, pois estimulam a liberação de calor latente na atmosfera e, conseqüentemente, são verificados maiores valores de precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar (DE OLIVEIRA et al., 2006).

Bonini et al. (2014), notaram um comportamento essencialmente inverso no regime hidrológico do rio Xingu em Altamira entre os anos de El Niño e La Niña com a composição de El Niño exibindo valores abaixo do normal, enquanto na composição de La Niña, os valores ficam levemente acima da cota climatológica.

Comportamento das médias pluviométricas decendiais

Verificou-se em Altamira, que o fenômeno La Niña apresenta aproximadamente 58,3% dos decêndios com as maiores precipitações comparados a El Niño e Neutros, destacando-se o sétimo, oitavo e nono decêndios com desvios padrões de precipitações iguais a 66,6 mm, 78,2 mm e 72,3 mm respectivamente, Conceição do Araguaia apresentou maiores precipitações pluviométricas na ocorrência do fenômeno La Niña, com aproximadamente com 41,7% de decêndio com maiores precipitações, destacando-se o trigésimo sexto decêndio para anos Neutros com precipitação igual 133 mm e desvio padrão igual a 34,8 mm (Figura 04).

Conceição do Araguaia apresentou sete decêndios com precipitações acima de 100 mm, sendo que 57% destes decêndios aconteceram durante o fenômeno La Niña. Verificou-se que não houve diferença entre o desvio padrão do período decêndial histórico que foi de 36,6 mm, com os desvios padrões dos fenômenos El Niño, La Niña e neutros que ficaram com 35,2 mm, 37,2 mm e 38,2 mm.

Para Marabá nota-se que os decêndios de menor e maior precipitação ocorreram durante anos com Influência do El Niño. Dezesesseis decêndios apresentarem precipitações pluviométricas acima de 100 mm, com destaque do sétimo ao decêndio segundo decêndio que apresentou precipitações acima de 100 mm para El Niño e La Niña, destacando-se com

maiores precipitações o decêndio (El Niño) e o décimo primeiro decêndios (La Niña) com 137 mm (S= 20,26 mm) e 131 mm (S = 26,10) respectivamente.

Verifica-se para São Félix do Xingu que o fenômeno La Niña se destaca por apresentar maiores precipitações em 61,11% dos 36 decêndios, contudo os decêndios 25 (El Niño) com 86,99 mm (S = 30,41 mm) e 30 (El Niño) com 89,69 mm (S = 19,68 mm) apresentam maiores desvios padrões. O sexto decêndio destaca-se por apresentar uma queda na precipitação de aproximadamente 44,84% em relação aos decênios anteriores e 41,75% em relação ao decêndio posterior.

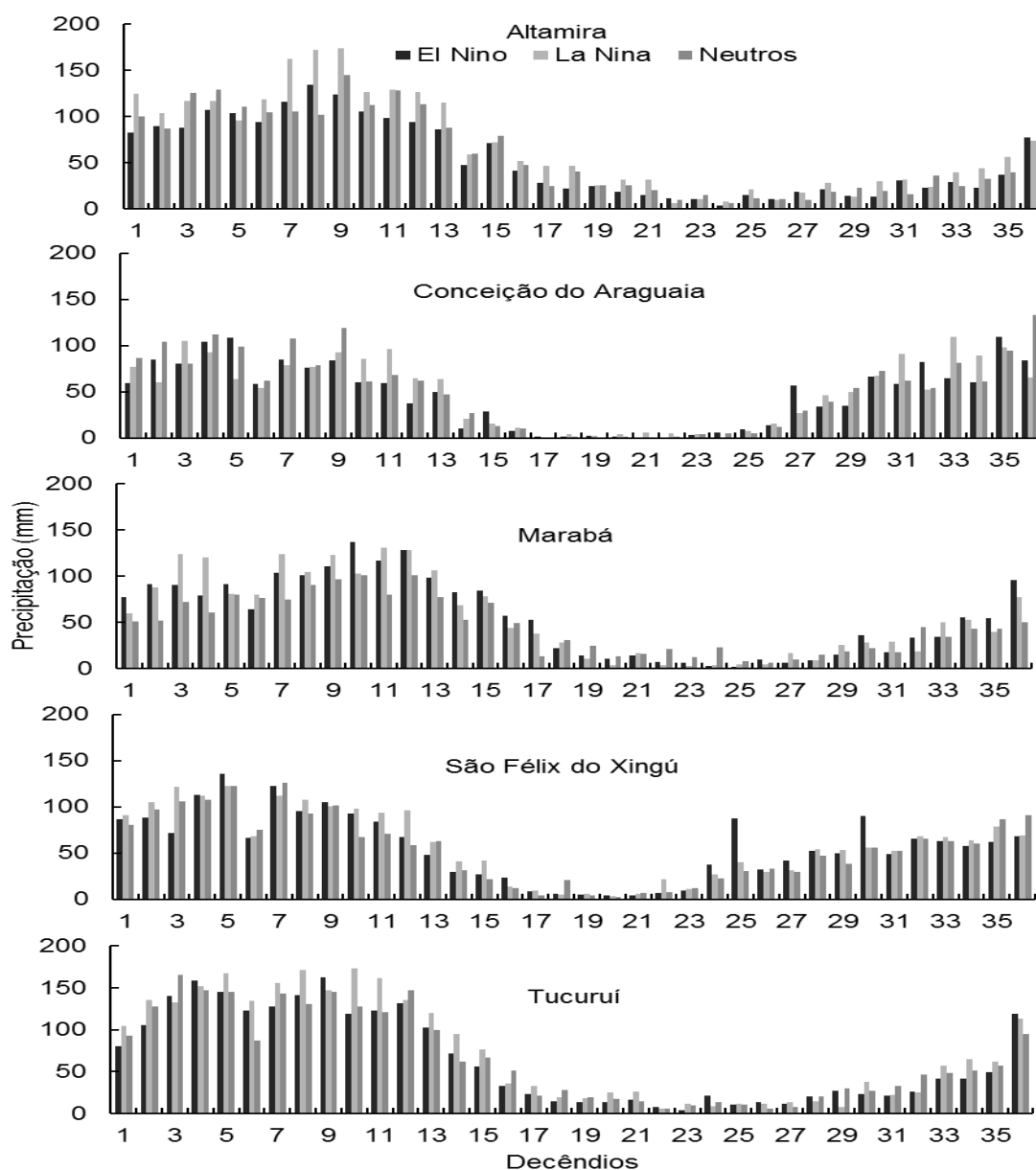


Figura 4 - Médias pluviométricas decendiais para os municípios na ocorrência dos eventos ENOS.

Em Tucuruí, verifica-se que o fenômeno La Niña apresenta maiores precipitações em 66,67% dos 36 decêndios, destacando-se o décimo decêndio com 172,93 mm ($S = 28,83$ mm). O quinto decêndio apresenta uma redução na precipitação em relação aos decêndios anteriores e posteriores, sendo a maior queda de precipitação para os anos Neutros com aproximadamente 39% de queda em relação aos seus decêndios vizinhos.

Em Juína - MT, município localizada na região amazônica verificou-se que em 7 dos 36 decêndios, ou seja 19,44%, a pluviosidade ultrapassou 100 mm, sendo que o segundo decêndio foi o que apresentou maior precipitação com 132,17 mm, seguido pelo quarto (124,5 mm) e pelo primeiro (113,83 mm), 30,55% dos decêndios (11 decêndios) permaneceram no intervalo de precipitação que variou de 50 a 100 mm (BATISTÃO et al., 2013).

Quantificação de dias secos e chuvosos

Observa-se na Figura 05, que os anos sobre influência de La Niña com exceção de Marabá apresentaram maior média anual de números de dias chuvosos, destacando-se os municípios de São Felix do Xingu e Tucuruí com 129 ($S = 7,46$) e 128 ($S = 4,00$) dias chuvosos respectivamente. Tucuruí destaca-se por apresentar no fenômeno El Niño a maior média anual de dias chuvosos com 108 dias e $S = 4,82$.

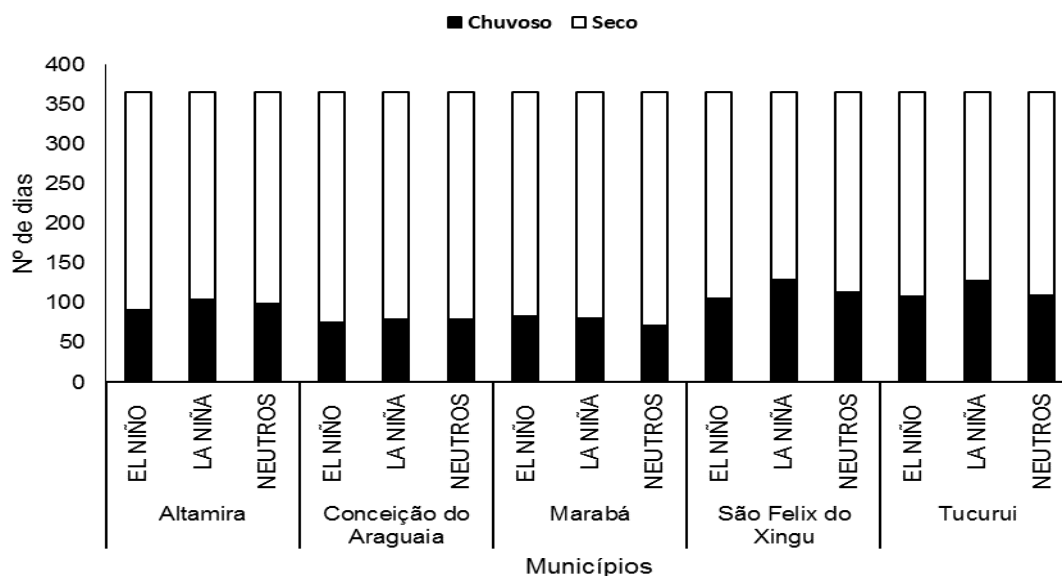


Figura 5 – Distribuição média anual de dias secos e chuvosos em função do ENOS para os municípios do estado do Pará.

Eventos extremos de chuva intensa mostram um aumento na frequência e na contribuição de dias muito chuvosos no Oeste da Amazônia, enquanto no Leste da Amazônia e no Nordeste a tendência é de aumento na frequência de dias secos consecutivos, o que também se observa para o norte do Sudeste (MARENGO, 2008). Apesar dos anos com ocorrência desta fase apresentarem a menor média, foi observada a segunda maior média de dias chuvosos e a segunda menor média de dias secos. Considerando a composições dos episódios ENOS registrados nas últimas três décadas (1979 a 2012), evidenciou-se, os impactos dos eventos El Niño são mais intensos (comparados aos da La Niña) (BONINI et al., 2014).

Na Figura 06, estão apresentados o número de dias secos e chuvosos para os municípios com ralação aos anos de efeito dos eventos ENOS.

Conceição do Araguaia, apresenta de dezembro a março as maiores médias mensais de dias chuvosos, mas com desvios padrões entres os fenômenos ENOS e anos Neutros relativamente baixos, variando entre $S = 0,5$ dias (março) a $S = 0,8$ dias (fevereiro) (Figura 06b).

Em Marabá, o período de janeiro a abril apresenta as maiores médias mensais de dias chuvosos, com o mês de março apresentando o menor desvio padrão ($S = 0,69$) entres os fenômenos ENOS e Neutros, sendo o número de dias chuvosos com média igual há 13 dias, com precipitação média mensal igual a 316 mm ($S = 111,66$ mm). O mês de abril se destaca para La Niña por apresentar as maiores médias, média de dias chuvosos iguais há 14 dias, média de precipitação mensal igual a 382 mm ($S = 138,16$ mm) (Tabela 06c).

Andrade (2011) verificou que para o município de Paragominas – PA, situado na região em estudo, o mês de março com 25,16 dias apresenta o maior valor médio e o mês de agosto com 3,56 dias os menores índices de chuva, este dado demonstra o ápice chuvoso e seco do município.

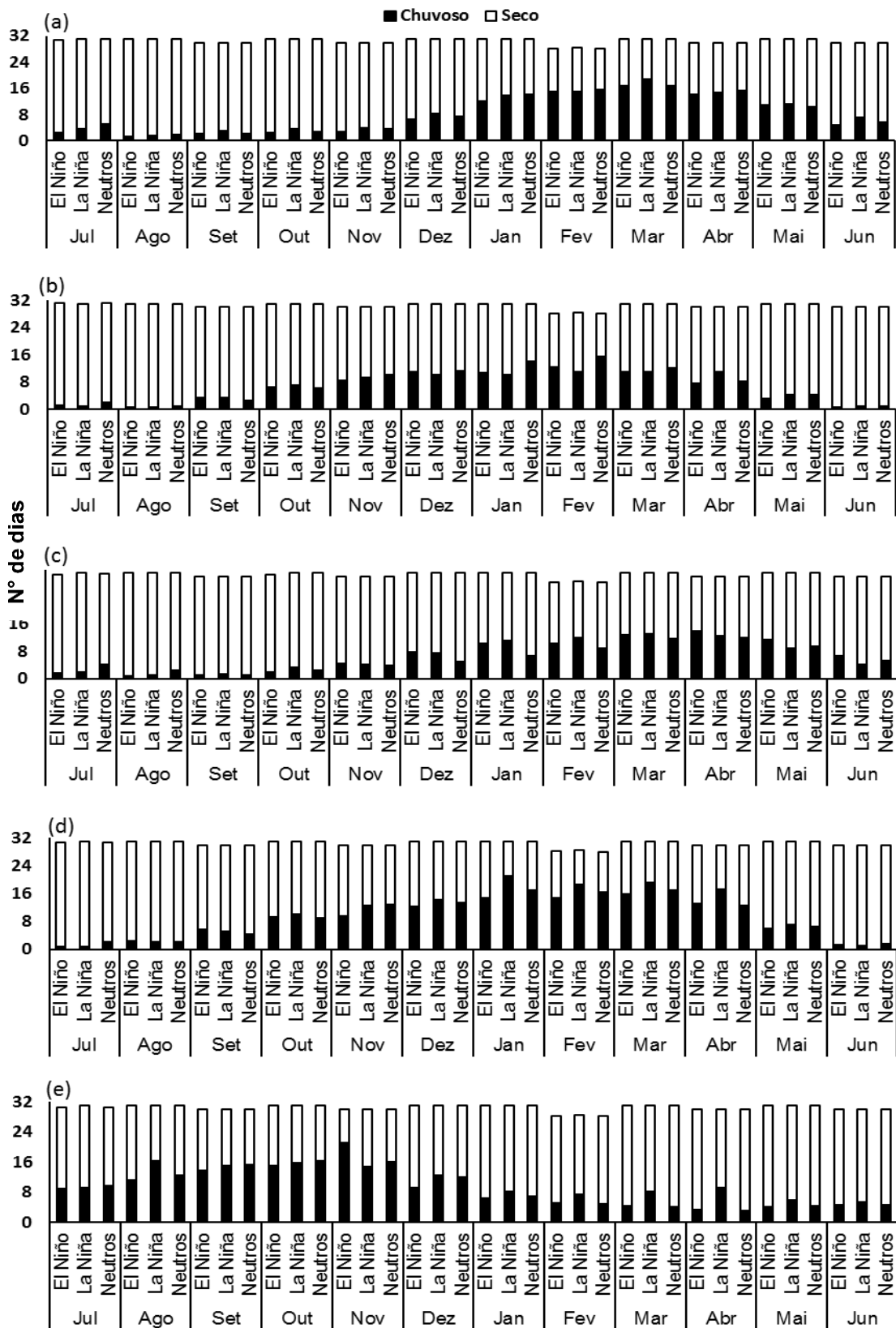


Figura 6 - Distribuição média mensal de dias secos e chuvosos nos 42 anos de estudo para o município de Altamira (a), Conceição do Araguaia (b), Marabá (c), São Felix do Xingu (d) e Tucuruí (e), estado do Pará.

Verifica-se que em São Felix do Xingu (Figura 06d), no período de outubro a abril a quantidade de dias chuvosos foram maiores para o fenômeno La Niña e nas médias mensais de eventos de dias secos e chuvosos, observa-se que os meses de fevereiro e março para os fenômenos ENOS e anos Neutros, o mês de janeiro para La Niña e Neutro, e abril para La Niña, apresentam quantidades de dias chuvosos superiores aos secos. Nos meses de janeiro de 1977 a 2006 os fenômenos El Niño e La Niña aconteceram com intensidades consideráveis, contudo não tiveram interferência no número de dias chuvoso (OLIVEIRA; MARCUZZO; BARROS, 2015).

Tucuruí (Figura 06e) se destaca por apresentar média anual de 108,1 dias chuvosos, ou seja, 29,6% dos dias do ano são chuvosos. Com média de 18,4 dias chuvosos o mês de maio se destaca por apresentar o maior número de dias chuvosos durante o ano. Silva et al., (2015) observaram em suas pesquisas que o município de Tucuruí possui um regime de precipitação bem definido, com dois períodos distintos e bem caracterizados, um chuvoso, abrangendo os meses de dezembro e um menos chuvoso de junho a novembro.

Sanches e Fisch (2005) com base nos resultados obtidos sobre as possíveis modificações microclimáticas na área da UHE de Tucuruí em função da formação de seu lago artificial, constatam que não ocorreram alterações significativas nos regimes e ritmos de precipitação, quer seja com relação aos totais mensais de precipitação, número de dias com chuvas, início e final do período chuvoso, o que também foi observado no presente trabalho.

Conclusão

A maior variabilidade na precipitação pluviométrica com relação aos fenômenos ENOS e anos neutros ocorreram no município de Tucuruí, com média anual igual a 2564 mm.

As precipitações pluviométricas mensais foram maiores durante a ocorrência dos fenômenos La Niña, com média mensal igual a 185 mm, os anos neutros apresentaram média mensal igual a 168 mm, os anos de El Niño ficaram com média mensal igual a 167 mm.

Os meses de janeiro, fevereiro, março e abril, apresentaram acréscimo no número de dia chuvoso durante com influência do fenômeno La Niña para o município de São Felix do Xingu.

Referências Bibliográficas

ALVES, M. A. S.; MACHADO, L. A. T.; PRASAD, G. S. S. D. Estudo da variabilidade da cobertura de nuvens altas na Amazônia Central. **Acta Amazonica**, v. 37, n. 12, p. 71–80, 2007.

ANDRADE, F. S. Variabilidade da precipitação pluviométrica de um município do estado do Pará. **Engenharia Ambiental – Espírito Santo do Pinhal**, v. 8, n. 4, p. 138–145, 2011.

ÁVILA, P. L. R. et al. Análise da precipitação sazonal simulada utilizando o regcm4 sobre o estado do Pará em anos de extremos climáticos. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 14, n. 10, p. 50–75, 2014.

BASTOS, T. X.; PACHÊCO, N. A. **Freqüências de Chuva no Estado do Pará no Plano Microrregional**. Belém, Pará: Embrapa Amazônia Oriental, 2005.

BATISTÃO, A. C. et al. Distribuição temporal e probabilidade de ocorrência de chuva no município de Juina(MT). **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 13, n. 9, p. 52–66, 2013.

BONINI, I. et al. Rainfall and deforestation in the municipality of Colíder, souther Amazon. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 29, n. 4, p. 483–493, 2014.

DE OLIVEIRA, F. N. M. et al. Inferência de mudanças climáticas na região de Manaus (AM) usando dados geotermiais e meteorológicos. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 24, n. 2, p. 169–187, 2006.

FARIA, R. T.; CHIBANA, E. Y.; CARAMORI, P. H. Programa computacional para organização e análise de dados meteorológicos. **Engenharia Agrícola**, v.23, n.2, p. 372 -387, 2003.

MARENGO, J. A. Água E Mudanças Climaticas. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 83–96, 2008.

MINUZZI, R. B. et al. Influência da LA NIÑA na estação chuvosa da região sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 22, n. 3, p. 345–353, 2007.

OLIVEIRA, N. D. L.; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, R. G. Influência do El Niño e La Niña no número de dias de precipitação pluviométrica no Estado do Mato Grosso. **Ciência e Natura**, v. 1982, n. 4, p. 284–297, 2015.

PODESTÁ, G. P. et al. Associations between Grain Crop Yields in Central-Eastern Argentina and El Niño–Southern Oscillation. **Journal of Applied Meteorology**, v. 38, n. 10, p. 1488–1498, 1999.

RAMOS, H. D. C. et al. Precipitação pluvial de Diamantino-MT em anos de ocorrência de El Niño, La Niña e Neutros. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 30, n. 1, p. 71–80, 2015.

ROCCA, G. et al. El Niño / La Niña - Oscilação Sul e seus impactos na agricultura brasileira: fatos , especulações e aplicações. **Revista Plantio Direto**, v. 20, n. 121, p. 18–22, 2011.

SANCHES, F.; FISCH, G. As possíveis alterações microclimáticas devido a formação do lago artificial da hidrelétrica de Tucuruí -PA . **Acta Amazonica**, v. 35, n. 1, p. 41–50, 2005.

SANS, L. M. A. et al. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de milho na região centro oeste do Brasil e para o estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, n. 3, p. 564–570, 2001.

SOUSA, A. M. L. DE et al. Variabilidade Espaço-Temporal da Precipitação na Amazônia Durante Eventos Enos. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. 1, p. 13–24, 2015.

SOUZA, E. B. D. E. et al. Precipitação sazonal sobre a amazônia oriental no período chuvoso : observações e simulações regionais com o regcm3. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 24, n. 2, p. 111–124, 2009.

TRENBERTH, K. E. The Definition of El Niño. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 78, n. 12, p. 2771–2777, 1997.

YOON, J. H.; ZENG, N. An Atlantic influence on Amazon rainfall. **Climate Dynamics**, v. 34, n. 2, p. 249–264, 2010.

3.3. ENOS E A PROBABILIDADE DE PRECIPITAÇÃO NO SUDESTE DA AMAZÔNIA ORIENTAL PARAENSE.

Resumo – O objetivo dessa pesquisa é analisar a probabilidade de precipitação no sudeste da Amazônia oriental paraense sobre os efeitos dos fenômenos ENOS e anos neutros. A área em estudo situa-se no sudeste da Amazônia oriental paraense, localizadas entre as bacias do rio Xingu e Araguaia-Tocantins, sendo formada pelos municípios de Altamira, Conceição do Araguaia, Marabá, São Félix do Xingu, Tucuruí. Foram utilizados dados pluviométricos diários de cinco estações meteorológicas com histórico de 43 anos, pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia. Posteriormente, análises de médias e de desvio-padrão amostral foram calculadas para possíveis discussões. Com o nível de confiança de 75%, verificou-se que para anos neutros e La Niña as médias anuais de Altamira e Tucuruí, apresentaram prováveis precipitações acima do desvio padrão, o que sugere uma provável variabilidade espacial na região. Observou-se que nos meses de agosto a dezembro ao nível de probabilidade de 75%, Altamira e Tucuruí apresentaram variável espacial em relação aos demais municípios. No geral verificou-se que para a região a uma variabilidade espaço-temporal das prováveis precipitações, para o mesmo nível de probabilidade.

Palavra-chave: Clima, Probabilidade de chuva, Precipitação, El Niño, La Niña.

Abstract - (ENSO and the probability of precipitation in the southeast of eastern Amazonia) Statistically analyzing the probability of rainfall is fundamental for research related to the influences of ENSO phenomena in a given region. In this way, this research aims to analyze the probability of precipitation in the southeast of the eastern Amazon of Pará on the effects of the ENSO and neutral years phenomena. The area under study is located in the southeast of the eastern Amazon, located between the Xingu and Araguaia-Tocantins basins, being formed by the municipalities of Altamira, Conceição do Araguaia, Marabá, São Félix do Xingu, Tucuruí. Daily rainfall data from five meteorological stations with a history of 43 years, belonging to the National Institute of Meteorology, were used. Subsequently, analyzes of means and sample standard deviation were calculated for possible discussions. Regarding the level of confidence of 75%, it was verified that for neutral years and La Niña the annual averages of Altamira and Tucuruí, presented probable precipitations

above the standard deviation, which shows a probable spatial variability in the region. It was observed that in the months of August to December at the probability level of 75% Altamira and Tucurui presented spatial variable in relation to the other municipalities. In general we find that for the region a spatiotemporal variability of the probable precipitations, for the same level of probability

Keyword: Climate, Chance of Rain, Precipitation, El Niño, La Niña.

Introdução

Os ecossistemas florestais atuam de forma significativa no ciclo hidrológico uma vez que interferem diretamente na redistribuição da chuva e, conseqüentemente, na parcela de água que contribui para a recarga dos aquíferos bem como na parcela que retorna para a atmosfera (ÁVILA et al., 2014). A característica intrínseca do clima da Amazônia é a presença de um amplo espectro de variações no tempo e espaço da atividade convectiva tropical e da precipitação, as quais se tornam as variáveis climáticas mais importantes da região (ÁVILA et al., 2014)

A precipitação pluvial é um dos elementos meteorológicos de grande importância, pois está diretamente relacionado ao mais diversos setores da sociedade, de forma que o regime pluviométrico afeta a economia, o meio ambiente e a sociedade, como um todo (SILVA et al., 2007). Um dos fenômenos de grande escala que mais afetam o tempo e o clima de diferentes locais na superfície terrestre e que tem sido bastante estudado nas últimas três décadas é o El Niño Oscilação Sul (ENOS), (DE PAULA et al., 2010). Pesquisa sobre a viabilidade da precipitação para região amazônica tem relacionado essa variabilidade ao fenômeno El Niño, Oscilação Sul (ENOS)(SOUSA et al., 2015; DALLACORT; NEVES; NUNES, 2014).

Com base no exposto, verifica-se a importância do conhecimento da distribuição da precipitação pluviométrica e suas projeções, assim, o trabalho teve como objetivos avaliar e definir diferentes níveis de probabilidade de precipitação para cinco estações meteorológicas do estado do Pará, pertencentes a região da amazônica meridional em anos Normais e com ocorrência de fenômenos ENOS

Analisar estatisticamente a probabilidade de precipitação pluvial é fundamental para pesquisas relacionadas a chuva. A chuva pode ser prevista de diferentes formas, e uma delas é a emprego de termos probabilísticos mediante modelos teóricos de distribuição ajustados a uma série de dados (SOBRINHO et al., 2014). Um dos modelos mais utilizados para análise estatística é o modelo de Distribuição Gama proposto por Thom, (1958), e diversos autores Ramos et al., (2015); Sobrinho et al., (2014); Pizzato et al., (2012); Dallacort et al., (2011), dentre outros, utilizam este modelo

apresentando veracidade nos resultados. Desta forma, essa pesquisa tem como objetivo a analisar probabilidade de precipitação no sudeste da Amazônia oriental paraense sobre os efeitos dos fenômenos ENOS e anos neutros.

Material e Métodos

Caracterização da Área de estudo.

A área em estudo situa-se no sudeste da Amazônia oriental Paraense, localizadas entre a bacias do rio Xingu e Araguaia-Tocantins sendo formada pelos municípios de Altamira (norte), Conceição do Araguaia (sudeste), Marabá (sudeste), São Félix do Xingu (sudeste), Tucuruí (sudeste).

A bacia do rio Xingu é uma forte referência da diversidade socioambiental da Amazônia brasileira. É uma região de grandes contrastes. Por um lado, possui um dos mais significativos e extensos corredores de áreas protegidas do mundo, que abriga um inédito mosaico da diversidade cultural brasileira, no contexto de uma biodiversidade peculiar que transita entre o Cerrado e a floresta Amazônica. O rio Xingu, com 1.400 km de extensão, nasce no Mato Grosso entre as Serras do Roncador e Formosa. Tem como afluente os rios: Batovi, Ronuro, Culuene, Pacajá-Grande, Fresco, Cana Brava, Ipixuna, Pontal e Iriri, que deságua cerca de 80 km a montante da cidade de Altamira. Na bacia do Rio Xingu, próximo ao município de Altamira, no norte do Pará, está sendo construída a Usina hidrelétrica de Belo Monte, onde sua potência instalada será de 11 233 megawatt e formará um lago que terá uma área de 516 km².

A Bacia Tocantins-Araguaia é uma das regiões hidrográficas do Brasil, todos os cursos de água que deságuam nos rios Tocantins e Araguaia fazem parte dela. Essa bacia abrange uma área de 967.059 km², correspondendo a 9,5% do território nacional; cobre totalmente ou parcialmente as terras dos Estados de Goiás, Mato Grosso, Tocantins, Maranhão Pará e Distrito Federal. O relevo é considerado monótopo, com altitudes variando entre 350 m e 500 m, exceto nas nascentes, onde chega a mais de 1.000 m. Nesta bacia, próximo a cidade de Tucuruí - PA, está localizada a maior usina hidrelétrica construída 100% em território brasileiro, a Usina Hidrelétrica de Tucuruí. A barragem de Tucuruí, de terra, tem 11 km de comprimento e 78 m de altura. O reservatório tem 200 km de comprimento e 2.850 km² de área quando cheio, quando o nível é mínimo (62 m), a área alagada diminui em cerca de 560 km².

Mapa de Localização dos Municípios em Estudo

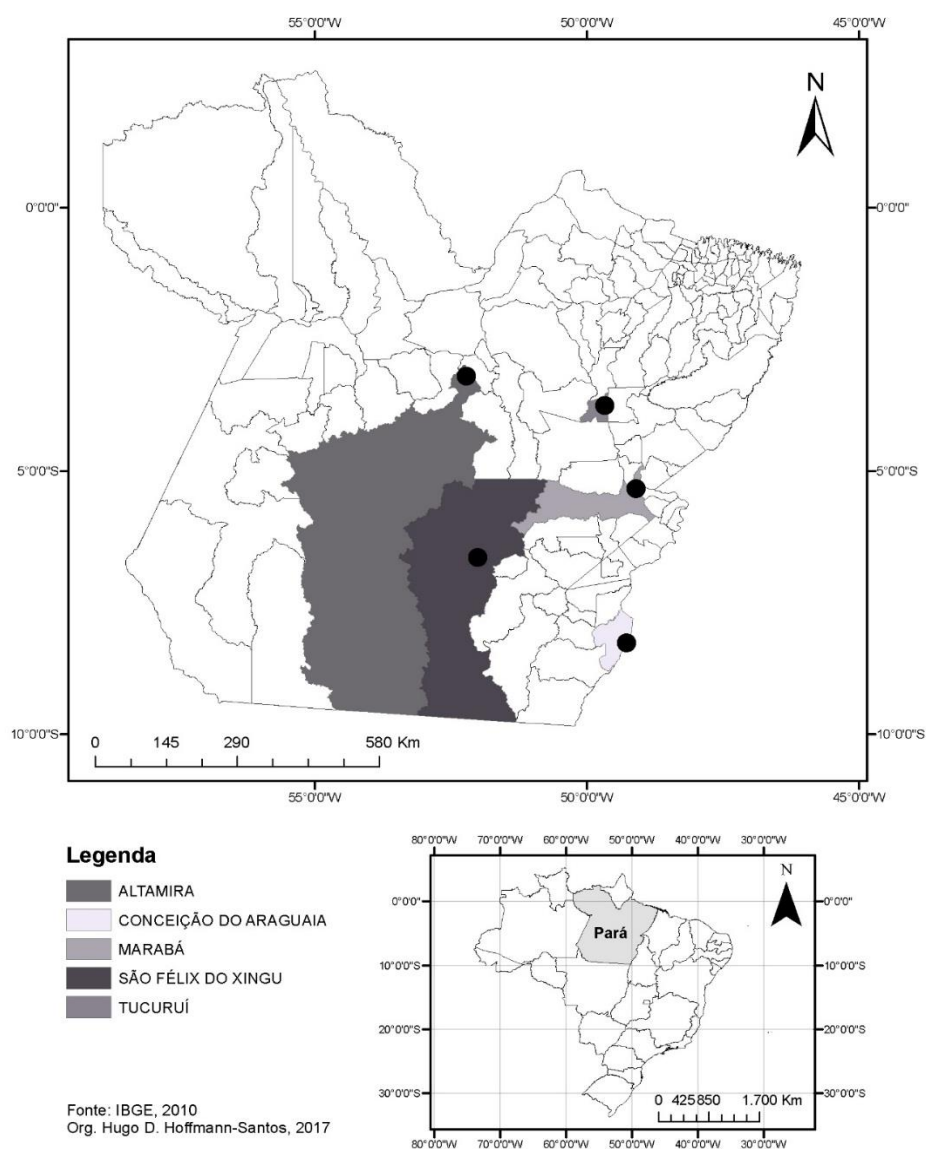


Figura 1 - Mapa de localização dos municípios em estudo

Altamira

O município de Altamira está localizado oeste do Pará entre os paralelos $03^{\circ}12'36''S$ e $52^{\circ}12'36''W$. Fazendo limite ao Norte com o Vitória do Xingu, ao Sul com Mato Grosso, a nordeste, Leste e Sudeste com Senador José Porfírio e São Félix do Xingu, a Noroeste, Oeste e Sudeste com Brasil Novo, Medicilândia, Uruará, Rurópolis, Trairão, Itaituba e Novo Progresso. A

área total compreende 159.696 km² segundo levantamento do IBGE (2005), sendo que o principal rio do município é o Xingu.

No município as áreas compreendem a grande floresta equatorial densa amazônica com árvores de grande porte e vegetação emergente, caracterizada pela biomassa de grande biodiversidade. Nos altos platôs a vegetação é muito densa. Predominância da floresta aberta latifoliada e aberta mista (cocal), além da densa submontana, densa dos terraços em matas ciliares, já bastante desmatada na região PA/AP e floresta secundária, em meio de cultivo de cana-de-açúcar, de cacau e cultivos de subsistência.

A fauna da região é rica e diversificada, condizente com a biodiversidade existente na Amazônia. Dentre diversas espécies, podemos citar: os macacos, os pássaros, os botos e muitas espécies de peixe, com destaque para o tucunaré e pirarucu. O clima do Município insere-se na categoria de equatorial superúmido, tipo Am da classificação Köppen.

O relevo do município é caracterizado por áreas de pequenas serras cristalinas, morros isolados chamados de inselbergs, superfícies e escarpas tabulares, além de pequenas crostas, setores de colinas, tabuleiros, terraços e aluviões. As maiores altitudes oscilam em torno de 600 metros na parte sul do município. Na estação a altitude é de 74,04 m, sendo considerada uma das áreas mais baixas de Altamira.

Conceição do Araguaia

O município de Conceição do Araguaia pertence à Mesorregião Sudeste Paraense e à Microrregião Conceição do Araguaia. A sede municipal tem as seguintes coordenadas geográficas: 08°15'36"S e 49°15'66"W, localizada a cerca de 1100 km da capital Belém. Fazendo limites ao Norte com o Município de Floresta do Araguaia, a Leste com o Estado do Tocantins, ao Sul com Município de Santa Maria das Barreiras e a Oeste com Município de Redenção e Santa Maria das Barreiras.

O clima do Município insere-se na categoria de equatorial superúmido, tipo Am da classificação Köppen, no limite de transição para o Aw; possui temperatura média anual de 27,3°C. A umidade relativa é elevada, com oscilações entre a estação mais chuvosa e mais seca, que vai de 90% a 52%,

sendo a média real de 71%. O período chuvoso ocorre, notadamente, de novembro a maio e o mais seco, de junho a outubro, estando o índice pluviométrico anual em torno de 2.000 mm.

A hidrografia do Município é representada, principalmente, pelo rio Araguaia, seu limite natural com o Estado do Tocantins, e pelos seus tributários da margem esquerda localizados dentro do Município: o Salobro e o Araguaia, este com seu afluente Ribeirão Pereira faz limite, a oeste, com o município de Redenção. Sua topografia possui significativa variação altimétrica que vai de 140 m a 540 m, com suas altitudes mais elevadas localizadas ao sul do Município, com a sede municipal apresentando cota de, aproximadamente, 140 m.

Marabá

Marabá é um município pertencente a mesorregião do Sudeste Paraense, no estado do Pará, no Brasil. Se localiza cerca de 500 quilômetros ao sul da capital do estado. Sua localização tem, por referência, o ponto de encontro entre dois grandes rios, Tocantins e Itacaiunas, formando uma espécie de "y" no seio da cidade vista de cima.

Ocupando uma área de 15.092,268 km², Marabá conta atualmente com 262 085 habitantes, é o décimo município mais populoso da Amazônia. A sede municipal apresenta as seguintes coordenadas geográficas: 5°21'36"S e 49°07'48"W, com altitude de 95 m. Localizada no sudeste do Pará, limita-se com os municípios de: Novo Repartimento, Itupiranga, Nova Ipixuna e Rondon do Pará (ao norte); São Geraldo do Araguaia, Eldorado dos Carajás, Curionópolis e Parauapebas (ao sul); Bom Jesus do Tocantins, São João do Araguaia e São Domingos do Araguaia (ao leste); e São Félix do Xingu (ao oeste)

A topografia do município de Marabá apresenta as maiores altitudes da região Sudeste do Pará, através das serras dos Carajás, Sereno, Buritirama, Paredão, Encontro, Cinzento e Misteriosa. Desse complexo, destaca-se a serra dos Carajás, como a de maior porte. Entretanto, é na serra do Cinzento que se encontra a altitude máxima do município de Marabá, com 792 m. As serras dos Carajás, Cinzento e Buritirana estão situadas em áreas

de conservação, sob jurisdição federal, denominadas de Floresta Nacional do Tapirapé-Aquiri e a Reserva Biológica do Tapirapé, onde se encontram diversas cavernas. Suas formas de relevo estão englobadas pela unidade morfoestrutural denominada de Depressão Periférica do Sul do Pará, onde dominam os planaltos amazônicos.

O clima é tropical semiúmido (Aw) com temperatura média anual em torno dos 26 °C e índice pluviométrico elevado, próximo aos 2.200 milímetros (mm) anuais. Os meses com maior média de pluviosidade são março (421 mm) e fevereiro (405 mm), enquanto os menores são agosto (15 mm) e julho (24 mm).

São Félix do Xingu

O município está localizado na região sudeste do Pará, na confluência dos rios Xingu e Fresco, distante a 1050 quilômetros da capital do estado a uma latitude 06°37'48"S e a 51°57'36"W, estando a uma altitude de 206 metros. Possui área de 84 212,426 km² e sua população estimada em 2014 era de 111.633 habitantes. Limita-se com os municípios de Altamira, Senador José Porfírio, Marabá, Conceição do Araguaia, Santana do Araguaia, e Estado de Mato Grosso.

Em relação ao clima, apresenta clima tropical úmido (Am), com temperatura média anual de 26°C, sendo que o semestre mais chuvoso vai de novembro a abril com maior precipitação nos meses de janeiro, fevereiro, março e abril (100 a 150 dias de chuva). A vegetação predominante é a floresta Hidrófila. Além de ser agraciado com uma belíssima rede hidrográfica que tem como principal componente Rio Xingu, compõe-se ainda pelos Rios Fresco, Karapanã, Triunfo, Bom Jardim e São Francisco.

Devido sua grande extensão territorial, apresenta um relevo diversificado que vai das planícies fluviais às margens dos grandes rios, a suaves e acentuadas ondulações e até montanha. Nesse relevo variado são encontrados os seguintes tipos de solo: podzólicos, terra roxa e mista.

Tucuruí

Tucuruí é um município brasileiro do estado do Pará. Localiza-se na Mesorregião do Sudeste Paraense a uma latitude 03°45'3"S e a 49°39'36"W. O município é famoso por abrigar a maior usina hidrelétrica totalmente brasileira e a quarta do mundo: a Usina Hidrelétrica Tucuruí, construída e operada desde 22 de novembro de 1984 pela Eletronorte. Segundo estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2016 o município possuía 108 885 habitantes e 2.086 km² de área.

Ocupando uma área de 2.086,170 km², Tucuruí conta atualmente com 108.885 habitantes. A sede municipal apresenta as seguintes coordenadas geográficas: 3°45'36"S e 49° 39'36", com altitude de 40 m. Limita-se com os municípios de: Breu Branco, Novo Repartimento, Baião, Pacajá.

A base geológica do Município é constituída por um relevo com áreas de colinas baixas escarpadas, apresentando ravinas e vales, e é composto predominantemente de rochas magmáticas. Na porção setentrional observa-se a formação de arenitos. Na região de Carapé constata-se a existência de rochas metamórficas. O relevo é de topografia acidentada, o território de Tucuruí apresenta cotas que variam, de 30 a 300 metros. O relevo apresenta dissecação em dois níveis de colinas elaboradas, pois a drenagem encaixa-se em cristas com octentes para o Rio Tocantins ou para o Lago da Hidrelétrica.

Dados utilizados

Para desenvolver o presente trabalho, foram utilizados dados pluviométricos diários de cinco estações meteorológicas automáticas (Tabela 1), pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, localizadas no sudeste da Amazônia Meridional paraense (Figura 1), com histórico de 43 anos (1973 a 2015).

Tabela - 1 Coordenadas geográficas das estações meteorológicas em estudo.

Estação	Código	Órgão	Latitude	Longitude	Altitude
Altamira	82356	INMET	3°12'36"S	52°12'36"W	74,04 m
Conceição do Araguaia	82861	INMET	8°15'36"S	49°15'36"W	156,85 m
Marabá	82562	INMET	5°21'36"S	49°07'48"W	95,00 m
São Félix do Xingu	82668	INMET	6°37'48"S	51°57'36"W	206,00 m
Tucuruí	82361	INMET	3°45'36"S	49°39'36"W	40,00 m

Analise de dados

Os dados foram tabulados e sua coerência testada com o auxílio do software computacional CLIMA desenvolvido pelo Instituto Agronômico do Paraná (FARIA et al., 2003). Posteriormente, análises de médias (\bar{x}) e de desvio-padrão amostral (S) anuais, mensais e decendiais foram realizadas para discussão.

Tabela 2 - Relação dos anos utilizados no trabalho

Evento Ocorrido	Anos					
EL NIÑO	1977 - 1978	1978 - 1979	1979 - 1980	1982 - 1983	1986 - 1987	1987 - 1988
	1990 - 1991	1991 - 1992	1992 - 1993	1994 - 1995	1997 - 1998	2002 - 2003
	2004 - 2005	2006 - 2007	2009 - 2010	2014-2015		
LA NIÑA	1970 - 1971	1971 - 1972	1972 - 1973	1973 - 1974	1974 - 1975	
	1975 - 1976	1976 - 1977	1983 - 1984	1984 - 1985	1988 - 1989	
	1995 - 1996	1998 - 1999	1999 - 2000	2000 - 2001	2007 - 2008	
NEUTROS	1980 - 1981	1981 - 1982	1985 - 1986	1989 - 1990	1993 - 1994	
	1996 - 1997	2001 - 2002	2003 - 2004	2005 - 2006	2008 - 2009	
	2010 - 2011	2011 - 2012	2012 - 2013	2013 - 2014		

Segundo Ramos et al. (2015), a precipitação não foi analisada seguindo o calendário normal do ano civil, pois este fenômeno ocorre de julho de um ano a junho do próximo ano, deste modo, os dados foram tabulados (Tabela 2) de modo que se isolasse o período de interferência do ENOS. Os eventos de El Niño e La Niña, no período analisado, foram obtidos de Podestá et al. (1999), que estudaram a relação entre ENOS e a produtividade de várias culturas no Centro-Leste da Argentina (Região do Pampa Argentino).

A definição usada por Podestá et al. (1999) na caracterização das fases do ENOS, foi a adotada pela Agência Japonesa de Meteorologia (AJM) que, segundo Trenberth (1997), é objetiva e identifica bem os anos de El Niño e La Niña. O critério da AJM consiste na seleção de períodos, cuja média móvel de cinco meses da anomalia da temperatura da superfície do mar (TSM) da região equatorial do Oceano Pacífico (aproximadamente a região do chamado Niño 3)

seja $\geq 0,5^{\circ}\text{C}$ (El Niño) ou $\leq -0,5^{\circ}\text{C}$ (La Niña) por, no mínimo, seis meses consecutivos.

A determinação de diferentes níveis de probabilidade de precipitação foi realizada, utilizando-se o modelo probabilístico de distribuição Gama incompleta (THOM, 1958). Sua função densidade de probabilidade é dada pela Equação 1.

$$G(y) = \frac{1}{\beta^{\gamma} \times \Gamma(\alpha)} \times x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} \quad (01)$$

em que:

α = parâmetro de forma (adimensional);

β = parâmetro de escala (mm);

e = base do logaritmo neperiano;

x = total de precipitação (mm); e

$\Gamma(\alpha)$ - símbolos da função gama, definida conforme a Equação 02.

$$\Gamma(\alpha) = \sqrt{2 \pi} \alpha^{-\alpha} e^{\alpha} \left(1 + \frac{1}{12 \alpha} + \frac{1}{288 \alpha^2} - \frac{139}{51840 \alpha^3} \right) \quad (02)$$

Um dos métodos usualmente utilizado é o dos momentos, o que consiste em igualar a média (\bar{x}) e a variância (S^2) da amostra à média e à variância da população, originando as Equações 3 e 4 (ASSIS et al.1996, apud. (DALLACORT et al., 2011)

$$\alpha = \frac{\bar{X}^2}{S^2}$$

(03)

$$\beta = \frac{S^2}{\bar{X}}$$

(04)

em que, \bar{x} é a precipitação média do período e S^2 é a variância.

Resultados e Discussão

Probabilidade de precipitação para o período histórico

Analisando os níveis de probabilidade, foi observado para a distribuição anual da precipitação que a os níveis de probabilidade ficaram menores que 50% para ocorrer precipitações iguais ou superiores à média anual. Verificou-se que as máximas precipitações no município de Altamira (Tabela 3) incidem entre os meses de dezembro e julho, ultrapassando aos 300 mm nos meses de fevereiro e março para níveis de probabilidade de 90% a baixo. Agosto e setembro são os meses de menor precipitação com médias iguais a 26 mm e 39 mm, sendo que a probabilidade de chuvas iguais as médias ou superiores ocorrerem, são menores ou iguais a 25%. A lâmina provável quinzenal na bacia do rio Formoso, afluente da bacia hidrográfica Araguaia-Tocantins, durante o período chuvoso (outubro a abril) apresenta considerável variabilidade espacial e temporal, com a média na bacia variando de 4 a 56 mm (Pp90%), e de 9 a 82 mm (Pp75%) (ALVES et al., 2014)

Tabela 3 - Parâmetros alfa (α) e beta (β) da distribuição gama, para a precipitação pluviométrica mensal (\bar{X}), desvio padrão (S) e níveis de probabilidade de ocorrência de chuva mensal e anual para o Município de Altamira- PA

Mês	\bar{X}	S	α	β	Probabilidade de precipitação (%)				
					10%	25%	50%	75%	90%
Jan.	299,7	121,6	6,1	49,3	462	370	283	211	158
Fev.	324,8	83,7	15,1	21,6	436	377	318	265	223
Mar.	397,5	126,8	9,8	40,4	566	474	384	306	246
Abr.	338,4	120,9	7,8	43,2	500	410	324	251	196
Mai.	225,3	86,0	6,9	32,8	340	276	214	163	124
Jun.	113,4	69,2	2,7	42,2	206	149	100	63	39
Jul.	71,6	51,4	1,9	36,9	140	97	60	34	19
Ago.	26,9	18,1	2,2	12,2	51	36	23	14	8
Set.	39,5	36,2	1,2	33,3	87	55	29	13	6
Out.	58,0	39,7	2,1	27,2	111	78	49	29	16
Nov.	82,1	63,5	1,7	49,1	167	112	66	36	18
Dez.	159,2	97,8	2,7	60,1	290	210	140	87	54
Anual	2136,3	397,3	28,9	73,9	2659	2389	2112	1857	1646

Ao nível de 90% de probabilidade observou-se para Conceição do Araguaia – PA (Tabela 4), que o período mais chuvoso está entre os meses de novembro a abril, com destaque o mês de março, quando poderá ocorrer chuvas acima de 400 mm, durante o período seco, o mês que se destaca é julho, com probabilidade de 50% para chuvas acima de 100 mm. A precipitação mensal para nível de 75% de probabilidade varia entre 97 e 492 mm nos meses de maior precipitação e entre 6 e 24 mm nos meses de menor precipitação. Resultados semelhantes foram obtidos por Batistão et al. (2013) para a região de Juína, MT e, Araujo et al. (2001) para a região de Boa Vista, RR, onde a probabilidade de ocorrência da média mensal aproximou-se de 50%, Já os meses de junho e julho apresentaram uma baixa probabilidade de ocorrência de chuvas superiores a 10 mm.

Tabela 4 - Parâmetros alfa (α) e beta (β) da distribuição gama para a média da precipitação pluviométrica mensal (\bar{x}), desvio padrão (S) e níveis de probabilidade de ocorrência de chuva mensal e anual para o Município de Conceição do Araguaia – PA

Mês	\bar{x}	S	α	β	Probabilidade de precipitação (%)				
					10%	25%	50%	75%	90%
Jan.	274,9	87,6	9,8	53,8	352,77	312,09	270,67	233,09	202,43
Fev.	311,5	87	12,8	22,5	490,08	388,25	292,60	214,21	157,24
Mar.	320	91,2	12,3	50,2	375,24	347,42	318,16	290,59	267,19
Abr.	236,3	90,3	6,9	61,9	318,38	274,62	230,87	192,04	161,12
Mai.	117,3	70,5	2,8	63,1	184,38	146,16	110,26	80,81	59,38
Jun.	36,6	37,9	0,9	40,8	109,68	38,34	6,52	0,41	0,01
Jul.	13,9	15	0,9	38,9	5,62	0,01	0,00	0,00	0,00
Ago.	49,6	40	1,5	6,6	150,11	45,10	5,43	0,18	0,00
Set.	117,1	129,1	0,8	11,2	267,28	165,71	86,96	38,87	15,70
Out.	162,9	68,4	5,7	9,7	270,74	207,68	149,87	104,00	71,98
Nov.	177,3	60,3	8,6	22,7	285,77	223,22	165,09	118,12	84,55
Dez.	206,9	70,9	8,5	46,2	306,90	251,38	197,94	152,70	118,53
Anual	2024,2	306,6	43,6	78	2297,61	2161,65	2016,98	1878,91	1760,20

Verificou-se para Marabá (Tabela 05), onde o período chuvoso vai de dezembro a maio, que prováveis precipitações para o nível de 90% estão acima dos 100 mm mensais, e com 246 mm provável para o mês de março. A

probabilidade de precipitação igual a média histórica gira em torno de 50%. Os meses mais secos são junho, agosto e setembro com probabilidade de chuvas abaixo de 40 mm para níveis de probabilidade acima de 25%. Os meses de menor precipitação são junho, julho e agosto com probabilidades de chuvas maiores que média, respectivamente de 75%; 95% e 10% acima. A precipitação mensal para nível de 75% de probabilidade varia entre 97 e 492 mm nos meses de maior precipitação e entre 6 e 24 mm nos meses de menor precipitação. A probabilidade de ocorrência de chuvas anuais próximo da média é igual ou superior a 90%.

Tabela 5 - Parâmetros alfa (α) e beta (β) da distribuição gama para a média da precipitação pluviométrica mensal (\bar{x}), desvio padrão (S) e níveis de probabilidade de ocorrência de chuva mensal e anual para o Município de Marabá - PA

Mês	\bar{x}	S	α	β	Probabilidade de precipitação (%)				
					10%	25%	50%	75%	90%
Jan.	266,3	96,30	7,6	34,8	394,7	323,4	254,7	196,6	152,7
Fev.	316,6	114,35	7,7	41,3	469,1	384,5	302,9	233,9	181,7
Mar.	362,6	95,78	14,3	25,3	489,5	421,8	354,2	294,3	246,6
Abr.	265,3	98,01	7,3	36,2	396,0	323,2	253,3	194,3	149,9
Mai.	113,9	78,19	2,1	53,7	218,5	152,7	96,6	56,4	32,0
Jun.	29,5	23,07	1,6	18,0	60,2	40,2	23,8	12,6	6,4
Jul.	18,2	23,50	0,6	30,4	47,3	24,6	9,5	2,6	0,5
Ago.	14,5	24,39	0,4	41,0	41,9	17,7	4,5	0,6	0,0
Set.	48,6	41,14	1,4	34,8	103,1	66,8	37,7	18,7	8,7
Out.	98,2	56,33	3,0	32,3	173,7	128,2	87,7	56,8	36,4
Nov.	143,2	78,50	3,3	43,0	248,5	185,6	129,2	85,6	56,2
Dez.	223,9	99,49	5,1	44,2	357,1	280,7	209,4	151,4	109,6
Anual	1900,9	347,99	29,8	63,7	2358,2	2122,6	1879,7	1656,0	1470,7

Para São Felix do Xingu nota-se (Tabela 06) que de outubro a abril, período considerados chuvoso, ocorreu precipitação variando entre a 256 mm e 84 mm para níveis de significância iguais ou maiores que 75%. Para o nível de significância de 75% a precipitações médias mensais variou de 67,8 mm a 256 mm para o período chuvoso e, 3,5 mm a 9,7 mm para o período seco. Em relação a precipitação média anual, a probabilidade de precipitações igual ou

próximas da média variou entre 25% e 50% e para o nível de probabilidade de 75%, a estimativa é de 1823 mm. Segundo Moraes et al., (2005) para a prática da agricultura familiar, muito comum no Estado do Pará, dependente basicamente do regime de precipitação, seria muito importante o conhecimento, não apenas da quantidade do total de chuva, mas também da sua variabilidade e das probabilidades de ocorrência de precipitação para fins de planejamento das atividades agrícolas.

Tabela 6 - Parâmetros alfa (α) e beta (β) da distribuição gama para a média da precipitação pluviométrica mensal (\bar{x}), desvio padrão (S) e níveis de probabilidade de ocorrência de chuva mensal e anual para o Município de São Felix do Xingu – PA.

Mês	\bar{x}	S	α	β	Probabilidade de precipitação (%)				
					10%	25%	50%	75%	90%
Jan.	275,5	87,2	10,0	27,6	391,5	328,3	266,4	212,8	171,4
Fev.	311,0	80,6	14,9	20,9	417,7	360,9	304,1	253,6	213,3
Mar.	321,7	91,2	12,4	25,9	442,7	377,6	313,1	256,4	211,7
Abr.	237,4	89,2	7,1	33,5	356,4	289,9	226,3	172,7	132,6
Mai.	118,9	69,5	2,9	40,6	212,1	155,7	105,7	67,8	43,0
Jun.	36,5	37,9	0,9	39,3	85,6	50,6	24,5	9,7	3,3
Jul.	14,0	15,0	0,9	16,0	33,3	19,4	9,2	3,5	1,1
Ago.	49,8	40,1	1,5	32,3	103,1	68,1	39,5	20,5	10,0
Set.	103,3	49,3	4,4	23,4	169,3	130,9	95,3	67,9	47,3
Out.	163,6	67,9	5,8	28,2	254,5	203,0	154,3	114,2	84,8
Nov.	179,1	60,3	8,8	20,3	259,4	215,3	172,4	135,6	107,4
Dez.	207,5	70,7	8,6	24,1	301,7	249,9	199,5	156,5	123,6
Anual	2033,1	300,8	45,7	44,5	2426,8	2227,1	2018,3	1823,0	1658,4

Observa-se em Tucuruí – PA (Tabela 7) que os meses mais secos estão entre junho e outubro, onde, as prováveis precipitações ficaram abaixo de 77 mm a um nível de significância superior a 50%. Para o nível de significância de 75% a precipitação do período chuvoso (dezembro a maio) variou de 152 mm a 366 mm. Para o nível de probabilidade de 90%, destaca-se o se o mês de março com estimativas de chuvas acima de 300 mm, seguindo dos meses de janeiro, fevereiro e abril, com precipitações acima de 200 mm. O

mês de agosto com 5,9 mm, destaca-se pelo baixo índice de precipitação. No município de Nova Maringá – MT, pertencente Bacia Amazônica, os meses de outubro a janeiro, é onde se concentram as maiores ocorrências de precipitação, e a média pluviométrica manteve-se entre níveis de 40 e 50% de probabilidade; enquanto nos demais meses, a probabilidade de ocorrência média reduziu entre 25 e 40% (MOREIRA et al., 2010).

Tabela... 6- Parâmetros alfa (α) e beta (β) da distribuição gama para a média da precipitação pluviométrica mensal (\bar{X}), desvio padrão (S) e níveis de probabilidade de ocorrência de chuva mensal e anual para o Município de Tucuruí – PA.

Mês	\bar{X}	S	α	β	Probabilidade de precipitação (%)				
					10%	25%	50%	75%	90%
Jan.	358,7	123,4	8,4	42,5	523,2	432,5	344,7	269,7	212,4
Fev.	416,8	122,4	11,6	36,0	579,4	491,6	404,9	329,1	269,6
Mar.	440,5	103,7	18,0	24,4	577,5	505,3	432,4	366,8	313,9
Abr.	410,7	142,6	8,3	49,5	600,7	495,8	394,3	307,7	241,8
Mai.	246,8	97,7	6,4	38,7	377,3	303,8	234,0	175,8	132,7
Jun.	87,4	52,8	2,7	31,9	158,2	115,0	77,0	48,6	30,1
Jul.	53,8	42,6	1,6	33,7	110,4	73,4	43,1	22,7	11,3
Ago.	30,8	25,3	1,5	20,8	64,4	42,3	24,2	12,4	5,9
Set.	32,5	23,3	1,9	16,7	63,6	43,8	27,1	15,4	8,4
Out.	71,4	49,9	2,1	34,8	138,1	96,0	60,2	34,8	19,5
Nov.	105,3	57,3	3,4	31,2	182,0	136,3	95,1	63,2	41,7
Dez.	212,8	83,2	6,5	32,5	324,0	261,6	202,1	152,4	115,5
Anual	2467,5	411,0	36,0	68,5	3006,7	2730,9	2444,7	2179,3	1957,6

Probabilidade de precipitação para o El Niño, La Niña e Neutros

Observou-se para a região em estudo que ao nível de 75% as maiores precipitações anuais prováveis ocorreram sobre influência dos fenômenos La Niña, com exceção de Conceição do Araguaia onde a maior precipitação anual possível incidiu sobre o El Niño. Em nenhum dos meses estudados os valores de α e β foram superiores a 100 mm. Valores de α acima de 100 mm indicam que a distribuição gama incompleta não pode ser utilizada (THOM, 1958).

Verificou-se que em Altamira (Tabela 8), que nos meses mais chuvosos (dezembro a maio) as maiores precipitações prováveis ao nível de 75% estão sobre influência de La Niña, seguido de anos neutro e El Niño. O mês de

dezembro se destaca por apresentar precipitação provável ao nível de 75% superior a 100 mm durante o fenômeno La Niña. A época chuvosa inicia-se em dezembro e tem duração de cinco a seis meses, sendo o mês de março o mais chuvoso em todas as mesorregiões, exceto no Baixo Amazonas que é o mês de Abril, fato que é justificado pela intensificação dos efeitos locais associados à presença da ZCIT (ALBUQUERQUE et al., 2010).

Tabela 7- Parâmetros da precipitação pluviométrica mensal e níveis de probabilidade de ocorrência de chuva mensal e anual para o Município de Altamira – PA.

Meses	Probabilidade de precipitação														
	Neutros					El Niño					La Niña				
	10%	25%	50%	75%	90%	10%	25%	50%	75%	90%	10%	25%	50%	75%	90%
Jul.	128	91	59	36	21	104	76	51	32	20	181	123	74	41	22
Ago.	54	39	26	16	10	56	39	24	13	7	41	31	21	13	9
Set.	67	45	27	15	8	99	60	31	13	5	94	63	37	19	9
Out.	116	79	49	27	15	87	64	44	28	18	134	96	63	38	23
Nov.	152	108	70	42	25	183	115	61	28	12	167	119	77	46	27
Dez.	362	244	146	79	41	236	181	130	90	62	252	209	167	132	104
Jan.	483	385	293	216	161	394	313	237	175	129	493	418	345	280	230
Fev.	445	388	331	280	238	428	361	295	238	193	423	377	330	286	251
Mar.	489	419	349	287	238	499	423	348	283	231	654	577	499	428	371
Abr.	564	454	349	262	197	406	342	280	226	184	506	436	365	302	253
Mai.	367	286	211	150	107	325	260	198	147	109	310	272	234	199	171
Jun.	209	150	98	60	36	176	121	75	42	23	229	181	136	99	72
Anual	2801	2468	2129	1823	1575	2247	2075	1895	1726	1582	2731	2591	2441	2297	2173

Conceição do Araguaia (Tabela 9) apresenta uma variabilidade entre ENOS e anos neutros no que se refere as maiores precipitações mensais prováveis, para o mesmo nível de significância, as médias mensais da precipitação ficaram entre os níveis de 40% a 50% de probabilidade de ocorrência. No período de novembro a abril as prováveis precipitações ficaram acima de 100 mm para níveis de 75% de probabilidade. No período de menor precipitação mensal climatológica no estado do Pará, ocorre entre os meses de setembro e outubro em todas as mesorregiões, exceto para o Sudeste e Sudoeste que é entre Agosto e Setembro (ALBUQUERQUE et al., 2010).

Tabela 8- Parâmetros da precipitação pluviométrica mensal e níveis de probabilidade de ocorrência de chuva mensal e anual para o Município de Conceição do Araguaia – PA.

Meses	Probabilidade de precipitação														
	Neutros					El Niño					La Niña				
	10%	25%	50%	75%	90%	10%	25%	50%	75%	90%	10%	25%	50%	75%	90%
Jul.	14	4	1	0	0	15	6	2	0	0	34	14	3	0	0
Ago.	19	10	4	1	0	32	15	5	1	0	36	17	5	1	0
Set.	91	60	35	18	9	128	94	64	41	26	140	98	63	37	21
Out.	241	184	133	92	63	257	207	159	119	90	243	190	141	101	73
Nov.	387	303	226	163	117	275	231	188	151	122	355	266	186	124	82
Dez.	428	330	241	169	118	493	376	270	185	127	338	279	222	173	136
Jan.	417	329	247	180	132	415	326	244	176	128	310	253	198	152	118
Fev.	374	297	224	164	121	414	339	267	206	160	339	289	239	196	162
Mar.	359	307	256	211	176	408	345	283	229	187	396	310	229	164	118
Abr.	280	224	171	127	95	316	238	167	112	75	380	290	207	143	98
Mai.	198	140	90	54	31	195	121	63	28	11	165	115	73	42	24
Jun.	29	20	13	7	4	30	14	4	1	0	43	25	12	5	1
Anual	2000	1885	1762	1645	1544	2125	1992	1852	1718	1603	2167	1933	1693	1475	1295

Verifica-se em Marabá (Tabela 10) que entre os meses de dezembro a maio é onde se concentram as maiores ocorrências de precipitação e dias chuvosos para os fenômenos ENOS e Neutro. A média pluviométrica manteve-se entre níveis de 10% a 25% de probabilidade para os meses de dezembro, janeiro, abril e maio e entre 25% a 50% para os meses de fevereiro e março durante a ocorrência do fenômeno El Niño. Para os fenômenos La Niña e anos neutros, as médias pluviométricas ficaram entre 25% a 50%. Moreira et al. (2010), verificaram que em Nova Maringá – MT, município pertencente a Bacia Amazônica, que a média pluviométrica se manteve entre níveis de 40 e 50% de probabilidade, enquanto nos demais meses, a probabilidade de ocorrência média reduziu entre 25 e 40%. Esses dados indicam que para meses com menor índice de precipitação, a variação temporal é mais acentuada, existindo uma maior probabilidade na ocorrência de valores abaixo da média do que igual ou acima da mesma.

Tabela 9 - Parâmetros da precipitação pluviométrica mensal e níveis de probabilidade de ocorrência de chuva mensal e anual para o Município de Marabá – PA.

Meses	Probabilidade de precipitação														
	Neutros					El Niño					La Niña				
	10%	25%	50%	75%	90%	10%	25%	50%	75%	90%	10%	25%	50%	75%	90%
Jul.	133	78	38	15	5	92	55	27	11	4	61	41	24	13	7
Ago.	186	57	7	0	0	44	21	7	1	0	26	13	5	1	0
Set.	68	26	6	1	0	44	27	15	7	3	71	35	12	3	0
Out.	133	74	33	11	3	125	73	35	13	4	152	102	60	32	16
Nov.	163	123	87	59	39	168	111	64	33	16	173	134	98	69	48
Dez.	229	170	118	78	51	373	273	184	117	74	254	208	165	128	100
Jan.	281	214	152	104	71	407	324	247	182	135	426	338	256	188	139
Fev.	368	281	202	140	96	335	270	209	158	119	490	381	280	198	141
Mar.	420	335	254	188	140	466	376	290	219	166	507	418	333	260	205
Abr.	402	345	288	238	198	564	448	339	249	183	485	425	363	308	263
Mai.	323	263	205	156	120	459	335	226	144	90	433	320	220	144	93
Jun.	200	136	83	46	24	228	170	118	78	51	256	142	62	21	6
Anual	1963	1826	1681	1543	1426	2400	2169	1931	1710	1527	2486	2267	2040	1828	1651

Verifica-se para São Felix do Xingu (Tabela 11) que a probabilidade de precipitações pluviométricas iguais às médias históricas ficou entre os níveis de 25% a 50% para os fenômenos ENOS e Neutros. Ao nível de 75% observa-se que probabilidade a precipitações varia entre 100 mm e 200 mm para os meses de outubro a dezembro durante os fenômenos ENOS e anos Neutros. Em relação aos meses de março e abril o fenômeno La Niña apresenta prováveis precipitações pluviométricas acima de 200 mm para todos os níveis de probabilidade estudados, enquanto o fenômeno El Niño apresenta precipitações acima de 200 mm para os níveis de probabilidade iguais ou inferiores a 75%.

Tucuruí (Tabela 12) apresentou no período de agosto a novembro ao nível de probabilidade de 75% maiores precipitações mensais nos anos que não sofreram influência dos fenômenos ENOS. Verificou-se que as médias pluviométricas se mantiveram entre níveis de 25% e 50% para os fenômenos ENOS e Neutros. Prováveis precipitações acima de 100 mm ao nível de 75% de probabilidade ficaram entre dezembro a maio para ENOS e Neutros, variando de 159 mm (dezembro) a 359 mm (março) com média = 261 mm e S = 83,48 mm para El Niño, 193 mm (dezembro) a 405 mm (março) com média

igual a 310 mm e S = 92,34 mm para La Niña e 129 mm (dezembro) a 341 mm (março) com media igual 345 mm e S = 86,33 mm para anos Neutros.

Tabela 10 - Parâmetros da precipitação pluviométrica mensal e níveis de probabilidade de ocorrência de chuva mensal e anual para o Município de São Felix do Xingu – PA.

Meses	Probabilidade de precipitação														
	Neutros					El Niño					La Niña				
	10%	25%	50%	75%	90%	10%	25%	50%	75%	90%	10%	25%	50%	75%	90%
Jul.	33	18	8	3	1	36	20	9	3	1	32	20	10	5	2
Ago.	83	56	33	18	9	111	75	46	25	13	119	78	44	22	10
Set.	140	114	89	68	52	413	222	91	28	7	162	124	88	60	41
Out.	215	175	137	105	81	287	231	177	133	100	253	203	155	116	87
Nov..	267	221	177	138	109	243	205	167	135	109	277	229	183	143	113
Dez.	340	279	221	171	134	289	240	193	152	121	260	231	202	175	152
Jan.	405	337	271	214	170	347	293	240	194	158	430	368	306	252	209
Fev.	426	366	307	254	212	419	361	303	252	211	416	357	298	245	204
Mar.	436	376	317	264	222	456	384	313	251	203	443	373	304	244	197
Abr.	284	235	188	147	116	339	280	222	173	135	429	357	287	227	181
Mai.	240	162	97	52	27	155	123	94	69	51	240	185	134	94	66
Jun.	104	53	20	5	1	69	44	24	11	5	62	44	28	16	9
Anual	2562	2177	1796	1463	1201	2443	2236	2020	1818	1649	2410	2274	2128	1989	1869

Tabela 11 - Parâmetros da precipitação pluviométrica mensal e níveis de probabilidade de ocorrência de chuva mensal e anual para o Município de Tucuruí – PA.

Meses	Probabilidade de precipitação														
	Neutros					El Niño					La Niña				
	10%	25%	50%	75%	90%	10%	25%	50%	75%	90%	10%	25%	50%	75%	90%
Jul.	327	249	178	122	83	392	287	195	125	79	339	243	160	98	59
Ago.	552	445	343	258	195	506	361	235	143	85	498	359	237	147	89
Set.	502	409	320	245	188	592	443	309	206	136	638	438	269	152	82
Out.	587	482	381	295	230	530	399	280	188	126	621	427	264	150	82
Nov.	642	531	424	332	262	508	429	350	282	229	582	446	322	223	154
Dez.	366	286	211	151	108	299	227	162	111	75	356	297	240	190	152
Jan.	216	154	100	60	35	301	181	90	37	14	426	281	163	84	41
Fev.	115	86	61	41	27	211	114	47	14	3	515	302	144	56	19
Mar.	85	57	34	18	9	203	102	37	9	2	568	329	155	58	19
Abr.	90	63	39	23	13	224	86	18	2	0	539	337	179	82	34
Mai.	177	120	72	40	21	218	138	74	35	15	359	222	116	51	21
Jun.	235	156	92	48	24	207	143	88	50	27	193	148	108	75	53
Anual	3033	2721	2401	2107	1863	2654	2452	2239	2039	1869	3597	3225	2842	2491	2201

Conclusão

Em relação ao nível de confiança de 75% verificou-se que para anos neutros e La Niña as médias anuais de Altamira e Tucuruí, apresentaram prováveis precipitações acima do desvio padrão, o que demonstra uma provável variabilidade espacial na região.

Observou-se que nos meses de agosto a dezembro ao nível de probabilidade de 75% para Altamira e Tucuruí apresentaram variável espacial em relação aos demais municípios.

No geral para a região a uma ocorreu variabilidade espaço-temporal das prováveis precipitações, para o mesmo nível de probabilidade.

Referências Bibliográficas

ALBUQUERQUE, M. F. DE et al. Precipitação nas mesorregiões do Estado do Pará: climatologia, variabilidade e tendências nas últimas décadas (1978-2008). **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 6, p. 151–168, 2010.

ALVES, K. C. C. DE L. F. et al. Precipitação provável na Bacia Hidrográfica do Rio Formoso , Tocantins. **Water Resources and Irrigation Management**, v. 3, n. 2, p. 65–78, 2014.

ARAÚJO, W. F. et al. Precipitação pluviométrica mensal provável em Boa Vista, Estado de Roraima, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 5, n. 3, p. 563–567, 2001.

ÁVILA, L. F. et al. Partição da precipitação pluvial em uma microbacia hidrográfica ocupada por mata atlântica na serra da Mantiqueira, MG. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 3, p. 583–595, 2014.

BATISTÃO, A. C. et al. Distribuição temporal e probabilidade de ocorrência de chuva no município de Juina(MT). **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 13, n. 9, p. 52–66, 2013.

DALLACORT, R. et al. Distribuição das chuvas no município de Tangará da Serra, médio norte do estado de Mato Grosso, Brasil. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 33, n. 2, p. 193–200, 2011.

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

DE PAULA, G. M. et al. Influência do fenômeno el niño na erosividade das chuvas na região de Santa Maria (RS). **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, v. 34, n. 4, p. 1315–1323, 2010.

FARIA, R. T.; BOWEN, W. T. Evaluation of DSSAT soil-water balance module under cropped and bare soil conditions. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 46, n. 4, p. 489-498, 2003.

MORAES, B. C. DE et al. Variação espacial e temporal da precipitação no Estado do Pará. **Acta Amazônica**, v. 35, n. 2, p. 207–214, 2005.

MOREIRA, P. S. P. et al. Distribuição e probabilidade de ocorrência de chuvas no município de Nova Maringá-MT. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v. 8, n. 1, p. 9–20, 2010.

PIZZATO, J. A. et al. Distribuição e probabilidade de ocorrência de precipitação em Cáceres (MT). **Pesquisa Agropecuaria Tropical**, v. 42, n. 2, p. 137–142, 2012.

PODESTÁ, G. P. et al. Associations between Grain Crop Yields in Central-Eastern Argentina and El Niño–Southern Oscillation. **Journal of Applied Meteorology**, v. 38, n. 10, p. 1488–1498, 1999.

RAMOS, H. D. C. et al. Precipitação pluvial de Diamantino-MT em anos de ocorrência de El Niño, La Niña e Neutros. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 30, n. 1, p. 71–80, 2015.

SOBRINHO, S. D. P. et al. Determinação dos parâmetros da distribuição gama e média pluviométrica decenal para estações do estado de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 29, n. 2, p. 183–196, 2014.

SOUSA, A. M. L. DE et al. Variabilidade Espaço-Temporal da Precipitação na Amazônia Durante Eventos Enos. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. 1, p. 13–24, 2015.

THOM, H. C. S. A note on the Gamma Distribution. **Monthly Weather Review**, v. 86, n. 3, p. 117–122, 1958.

TRENBERTH, K. E. The Definition of El Niño. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 78, n. 12, p. 2771–2777, 1997.

4. CONCLUSÕES GERAIS

Há uma grande variabilidade temporal da precipitação existente entre os municípios analisados, observando inícios e terminos do período chuvosos diferentes.

Marabá e Tucuruí apresentam sete meses chuvosos com início em novembro. Conceição do Araguaia e São Felix do Xingu nove meses chuvosos com início em setembro. Altamira apresenta sete meses chuvosos, iniciando no mês de dezembro.

O comportamento da precipitação pluviométrica no período de estudo, mostrou-se variável entre os locais analisados, com grande diferença nos volumes de precipitação em relação à Tucuruí e Altamira.

Em Conceição do Araguaia, a média anual de precipitação para anos neutros é superior à dos anos com El Niño e La Niña. Nos demais municípios a média anual de anos com La Niña superam as médias de precipitação de anos neutros e El Niño. Tucuruí apresenta as maiores quantidades de dias chuvosos em relação aos demais municípios em todas as análises.

O mês de março se destaca por apresentar para os anos neutros e fenômenos ENOS, as maiores precipitações pluviométricas em todos os municípios analisados.