



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA- UFRA

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA

MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

ÁDREA LORENA LIMA DIAS

**INFLUENCIA DA TSM ASSOCIADA AO REGIME PLUVIAL EM BACIAS
HIDROGRÁFICAS COM SUPERFICIE DE FLORESTA E URBANA NA
AMAZÔNIA ORIENTAL.**

BELÉM/PA

2016



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA- UFRA EMPRESA
BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA**

MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

ÁDREA LORENA LIMA DIAS

**INFLUENCIA DA TSM ASSOCIADA AO REGIME PLUVIAL EM BACIAS
HIDROGRÁFICAS COM SUPERFICIE DE FLORESTA E URBANA NA
AMAZÔNIA ORIENTAL.**

Qualificação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciências Florestais área de concentração Agroecossistemas da Amazônia, para obtenção do título de Mestre. Orientador: Prof. Drº. Alessandro Araújo. Co- orientador (es): Adriano Marlison Leão de Souza.

BELÉM/PA

2016

ÁDREA LORENA LIMA DIAS

**INFLUENCIA DA TSM ASSOCIADA AO REGIME PLUVIAL EM BACIAS
HIDROGRÁFICAS COM SUPERFÍCIE DE FLORESTA E URBANA NA
AMAZÔNIA ORIENTAL.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciências Florestais: área de concentração Agroecossistemas da Amazônia, para obtenção do título de Mestre.

BANCA EXAMINADORA

Prof^o. Dr. Alessandro Araújo - Orientador

EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL (EMBRAPA)

Prof^{ta}. Dra. Maria Isabel Vitorino - 1^o Examinador

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

PROF. Dr^o. Lucieta Guerreiro Martorano - 2^o Examinador

EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL (EMBRAPA)

Prof^o. Dr. Rafael Costa

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA (UFRA)

BELÉM/PA

2016

AGRADECIMENTOS

Ao Papaizinho Querido (Aba Pai), que está presente em todas as horas de minha vida mesmo quando tudo ao redor se apresenta um tanto estranho, quando as barreiras excedem as nossas forças, quando as lutas nos puxam para trás e tudo fica tão “estreito” (difícil). Ele, o todo Poderoso se prontifica para nos ajudar a vencer todas essas barreiras que em grande parte delas o sevo do Senhor luta sempre em desvantagem para que o milagre do Senhor seja manifesto. Agradeço a Jesus que todos os dias fortalece por meio da sua palavra que é lâmpada para os nossos pés e luz para os nossos caminhos. Sou imensamente grata, pois nesta circunstancia “ímpar” da minha vida Ele tem sido o meu refúgio, naquele momento em que olhamos a volta e não podemos compartilhar os fatos vivenciados, Ele nos socorre, O Grande Eu Sou (Aba Pai), O Onisciente, Onipresente e Onipotente. A Ele toda a Glória, toda reverencia, respeito e agradecimento, pois, sem Ele nada podemos fazer.

Agradeço também a meus pais Jurandir Santana de Souza Dias, Marilene Lima Dias, meu irmão Rômulo Lima Dias, minha avó materna Maria José e a meu pai Elias e minha irmã Ádrea (que não a conheço), aos primeiros por estar presente em minha vida sempre dando o possível apoio no âmbito espiritual, emocional, com o necessário “aconchego familiar”. Ao meu pai e minha irmã Ádrea que por circunstancias da vida não pude conhecer, mas que tenho certeza que de algum lugar torcem pela minha vitória. E a todos os membros da família que colaboraram direta ou indiretamente para alcançar a vitória.

Agradeço a minha amiga Diocléia que sempre deu incentivo e motivação para correr atrás dos objetivos e também ajudou no preparo para o processo seletivo, oferecendo instruções e alguns embasamentos teóricos. A minha amiga Mônica, Iasmin que colaborou com longas conversas, uma boa palavra e oração.

Agradeço também a Joyce Tatiana e Juliana Chagas, pela companhia diariamente no laboratório, pelo incentivo e por ajudar na confecção de mapas e organização de dados de precipitação pluvial. Também sou grata a todos os demais integrantes do laboratório de Modelagem Hidroclimático de Amazônia.

Agradeço também ao Professor Dr^o. Adriano Marlison Leão de Souza & Maria Isabel Vitorino, Alessandro Carioca Araújo, Lucietta Martorano, Francisco de Assis, por orientações no trabalho e por incentivar a seguir a diante, a busca da realização dos sonhos, dos alvos, das metas a serem alcançadas. A Milena e Gracy, por estarem dispostas a auxiliar em questões burocráticas e sempre incentivando a alcançar as metas estabelecidas.

Ao doutor Joaquim Ivanir Gomes e Eunice Macedo, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental que realizou a última correção para a submissão do primeiro artigo na revista Floram (sobre anatomia da madeira).

Ao pesquisador Delman Gonçalves & Sabrina, Fábio Marques e Fábio Bezerra que desde o estágio na Eco Florestal estimulou ao crescimento na vida profissional, sempre com palavras de força e encorajamento.

A Embrapa Amazônia Oriental, por fornecimento de banco de dados necessário para fundamentar o trabalho. Agradeço especificamente a funcionária Leyla, por se empenhar no preparo dos dados.

As escolas de Idioma YANKEE (2012) & CASTILLA (2012-2015), por fornecer embasamento teórico para alcançar a pontuação necessária para a aprovação na proficiência na língua Inglesa.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Mapa de localização geográfica da América do Sul, Brasil e estado do Pará, com destaque para as principais bacias do Brasil, Pará, Belém e Caxiuana e as regiões dos niños 1+2, 3, 3.4, e 4.....	22
Figura 2	Ciclo hidrológico.....	30
Figura 3	Fenômenos 1-a “El Niño” e 1-b “La Niña”. Com destaque para os ventos alísios (em verde), correntes convectivas (em laranja) e inclinação da Termocline (em linhas vermelhas na parte inferior).....	43
Figura 4	Mapa Hipsométrico, que destaca o limite dos bairros da cidade de Belém- PA, com respectivas altitudes das bacias e sub- bacias.....	66
Figura 5	Mapa Hipsométrico, que expõe a altitude das bacias da cidade de Belém-PA.....	67
Figura 6	Mapa hipsométrico da área de Caxiuana- PA, que destaca a altitude das bacias e sub- bacias.....	68
Figura 7	Série de dados de precipitação (PRP) e temperatura da superfície do mar (TSM) das áreas de Belém-PA e Caxiuana-Pa.....	70
Figura 8	Média climatológica (mensal) da precipitação (obtida a partir de dados do INEMET (Instituto Nacional de Meteorologia) para o período de 1923- 2014 EMBRAPA (CAXIUANA-PA) e de temperatura da superfície do mar (TSM) para o índice nino 1+2.....	70
Figura 9	Média Climatológica (mensal) da precipitação pluvial (PRP) de Caxiuana e Belém (PA), para dados espaciais do CMORPH (CPC MORPHing technique), no período de 1998-2014.....	71
Figura 10	Acumulado anual da precipitação (PRP) para Caxiuana (PA) e Belém (PA), com dados espaciais do CMORPH (CPC MORPHing technique), no período de 1998- 2014, com TSM (Temperatura da Superfície do Mar).....	72
Figura 11	Acumulado anual da precipitação (PRP) para Belém- PA, (INMET) e para Caxiuana- PA (EMBRAPA), com dados de pluviômetro pontuais no período de 1998- 2014, com TSM (Temperatura da Superfície do Mar).....	72
Figura 12	Distribuição Temporal das componentes principais, para os dados	76

	oriundos do CMORPH (CPC MORPHing technique) referente à região de Caxiuanã (PA), mensurados mensalmente.	
Figura 13	Distribuição Temporal (mensal) das componentes principais, para os dados oriundos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) referente à região de Belém (PA), mensurados mensalmente.	79
Figura 14	Distribuição Temporal (mensal) das componentes principais, para os dados do CMORPH (CPC MORPHing technique) para a região de Belém (PA), mensurados mensalmente.	77
Figura 15	Distribuição Temporal (mensal) das componentes principais, para dados fornecidos pela Embrapa Amazônia Oriental em parceria com o LBA (Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera), da flona de Caxiuanã (PA) mensurados mensalmente.	77
Figura 16	Distribuição Temporal (mensal) das componentes principais, para os dados oriundos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) referente à região de Belém (PA), mensurados mensalmente.	81
Figura 17	Distribuição Temporal (mensal) das componentes principais, para os dados do CMORPH (CPC MORPHing technique) para a região de Belém (PA), mensurados mensalmente.....	82
Figura 18	Distribuição Temporal das componentes principais, para os dados oriundos do CMORPH (CPC MORPHing technique) referente à região de Caxiuanã (PA), mensurados mensalmente.....	82
Figura 19	Distribuição Temporal (mensal) das componentes principais, para dados fornecidos pela Embrapa Amazônia Oriental em parceria com o LBA (Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera), mensurados mensalmente.	82
Figura 20	Distribuição Temporal das componentes principais, para os dados oriundos do CMORPH (CPC MORPHing Technique) referente à região de Caxiuanã (PA), mensurados mensalmente.	89
Figura 21	Distribuição Temporal (mensal) das componentes principais, para os dados oriundos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) referente à região de Belém (PA), mensurados mensalmente.	90
Figura 22	Distribuição Temporal (mensal) das componentes principais, para os dados do CMORPH (CPC MORPHing Technique) para a região de	90

	Belém (PA), mensurados mensalmente.	
Figura 23	Distribuição Temporal (mensal) das componentes principais, para dados fornecidos pela Embrapa Amazônia Oriental em parceria com o LBA (Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera) da cidade de Belém (PA), mensurados mensalmente.	90
Figura 24	Distribuição Temporal (anual) das componentes principais, para os dados do CMORPH (CPC MORPHing technique) para a região de Caxiuanã (PA), mensurados anualmente.	92
Figura 25	Distribuição Temporal (anual) das componentes principais, para os dados do CMORPH (CPC MORPHing technique) para a região de Belém (PA), mensurados anualmente.	92
Figura 26	Distribuição Temporal (mensal) das componentes principais, para os dados oriundos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) referente à região de Belém (PA), mensurados anualmente.	93
Figura 27	Distribuição Temporal (mensal) das componentes principais, para dados fornecidos pela Embrapa Amazônia Oriental em parceria com o LBA (Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera), para a cidade de Belém (PA), mensurados anualmente.....	93

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Mapa de localização geográfica da América do Sul, Brasil e estado do Pará, com destaque para as principais bacias do Brasil, Pará, Belém e Caxiuanã e as regiões dos ninos 1+2, 3, 3.4, e 4.....	65
Tabela 2	Ciclo hidrológico.....	68
Tabela 3	Fenômenos 1-a “El Niño” e 1-b “La Niña”. Com destaque para os ventos alísios (em verde), correntes convectivas (em laranja) e inclinação da Termoclina (em linhas vermelhas na parte inferior).....	65
Tabela 4	A tabela abaixo expõe o peso das variáveis em questão, representada pelos meses do ano em relação ao conjunto de dados de precipitação pluvial (PRP) de Caxiuanã (PA), fornecidos pela Embrapa Amazônia Oriental em parceria com o LBA (Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera), sendo levados em conta fatores comuns rotacionados pelo critério <i>screen plot</i> e pelo truncamento de kaiser.....	73
Tabela 5	A tabela abaixo expõe o peso das variáveis em questão, representada pelos meses do ano em relação ao conjunto de dados de precipitação pluvial (PRP) da região de Belém (PA) fornecido pelo CMORPH (CPC MORPHing technique), sendo levados em conta fatores comuns rotacionados pelo critério <i>screen plot</i> e pelo truncamento de kaiser.....	73
Tabela 6	A tabela abaixo expõe o peso das variáveis em questão, representada pelos meses do ano em relação ao conjunto de dados de precipitação pluvial da região de Belém (PA), fornecidos pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), sendo levados em conta fatores comuns rotacionados pelo critério <i>screen plot</i> e pelo truncamento de kaiser.....	74
Tabela 7	A tabela abaixo expõe o peso das variáveis em questão, representada pelos meses dos anos em relação ao conjunto de dados de precipitação pluvial de Caxiuanã (PA), fornecidos pelo CMORPH (CPC MORPHing technique), sendo levados em conta dois fatores comuns rotacionados pelo critério <i>screen plot</i> e pelo truncamento de kaiser.....	74

- Tabela 8 A tabela abaixo expõe o peso das variáveis em questão, representada pelos anos em relação ao conjunto de dados de precipitação pluvial (PRP) de Caxiuanã (PA), fornecidos pela Embrapa Amazônia Oriental em parceria com o LBA (Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera), sendo levados em conta fatores comuns rotacionados pelo critério *screen plot* e pelo truncamento de kaiser..... 79
- Tabela 9 A tabela abaixo expõe o peso das variáveis em questão, representada pelos anos em relação ao conjunto de dados de precipitação pluvial (PRP) da região de Belém (PA) fornecido pelo CMORPH (CPC MORPHing technique), sendo levados em conta fatores comuns rotacionados pelo critério *screen plot* e pelo truncamento de kaiser..... 79
- Tabela 10 A tabela abaixo expõe o peso das variáveis em questão, representada pelos anos em relação ao conjunto de dados de precipitação pluvial da região de Belém (PA), fornecidos pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), sendo levados em conta fatores comuns rotacionados pelo critério *screen plot* e pelo truncamento de kaiser..... 79
- Tabela 11 A tabela abaixo expõe o peso das variáveis em questão, representada pelos anos em relação ao conjunto de dados de precipitação pluvial de Caxiuanã (PA), fornecidos pelo CMORPH (CPC MORPHing technique), sendo levados em conta fatores comuns rotacionados pelo critério *screen plot* e pelo truncamento de kaiser..... 80
- Tabela 12 A tabela abaixo expõe o peso das variáveis em questão, representada pelos meses do ano em relação ao conjunto de dados de precipitação pluvial de Caxiuanã (PA), fornecidos pelo CMORPH (CPC MORPHing technique), sendo levados em conta dois fatores comuns rotacionados pelo critério *screen plot* e pelo truncamento de kaiser..... 80
- Tabela 13 A tabela abaixo expõe o peso das variáveis em questão, representada pelos anos em relação ao conjunto de dados de precipitação pluvial de Belém (PA), fornecidos pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), sendo levados em conta dois fatores comuns rotacionados 84

	pele critério <i>screen plot</i> e pelo truncamento de kaiser.....	
Tabela 14	A tabela abaixo expõe o peso das variáveis em questão, representada pelos anos em relação ao conjunto de dados de precipitação pluvial de Caxiuanã (PA) para dados fornecidos pela Embrapa em parceria com o LBA (Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera), sendo levados em conta dois fatores comuns rotacionados pelo critério <i>screen plot</i> e pelo truncamento kaiser.....	84
Tabela 15	A tabela abaixo expõe o peso das variáveis em questão, representada pelos meses do ano em relação ao conjunto de dados de precipitação pluvial de Belém (PA), fornecidos pelo CMORPH (CPC MORPHing technique), sendo levados em conta dois fatores comuns, mensurados mensalmente.....	85
Tabela 16	A tabela abaixo expõe o peso das variáveis em questão, representada em relação ao conjunto de dados de precipitação pluvial de Caxiuanã (PA), fornecidos pelo CMORPH (CPC MORPHing technique), sendo levados em conta dois fatores comuns rotacionados pelo critério <i>screen plot</i> e pelo truncamento de kaiser.....	89
Tabela 17	A tabela abaixo expõe o peso das variáveis em questão, representada pelos anos em relação ao conjunto de dados de precipitação pluvial de Belém (PA), fornecidos pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), sendo levados em conta dois fatores comuns rotacionados pelo critério <i>screen plot</i> e pelo truncamento de kaiser.....	90
Tabela 18	A tabela abaixo expõe o peso das variáveis em questão, representada pelos anos em relação ao conjunto de dados de precipitação pluvial de Caxiuanã (PA) para dados fornecidos pela Embrapa em parceria com o LBA (Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera), sendo levados em conta dois fatores comuns rotacionados pelo critério <i>screen plot</i> e pelo truncamento kaiser.	90
Tabela 19	A tabela abaixo expõe o peso das variáveis em questão, representada pelos anos em relação ao conjunto de dados de precipitação pluvial de	91

Belém (PA), fornecidos pelo CMORPH (CPC MORPHing technique), sendo levados em conta dois fatores comuns rotacionados pelo critério *screen plot* e pelo truncamento de kaiser.....

SUMÁRIO

	RESUMO.....	14
	CONTEXTUALIZAÇÃO.....	18
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22
	OBJETIVO GERAL E ESPECIFICOS.....	26
2.0	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	27
2.1-	CICLO HIDROLÓGICO.....	27
2.2-	INFLUENCIA E TRANSPORTE DE ÁGUA NO VEGETAL.....	31
2.3	CRESCIMENTO URBANO E O CLIMA.....	40
2.4-	FENÔMENOS METEOROLÓGICOS.....	42
2.5-	VARIABILIDADE ATMOSFÉRICA NA REGIÃO AMAZÔNICA.....	47
3-	MATERIAL DE MÉTODOS.....	55
3.1-	ÁREA DE ESTUDO.....	55
3.2.	BACIAS HIDROGRÁFICAS.....	55
3.2.1.	REGIÃO HIDROGRÁFICA COSTA ATLÂNTICA – NORDESTE.....	55

3.2.2.	REGIÃO HIDROGRÁFICA DE PORTEL – MARAJÓ.....	55
3.4.	CONFECÇÃO DE MAPAS HIPSOMETRICOS.....	59
3.5.	BANCO DE DADOS E CALCULO DA ANÔMALIA.....	61
3.6.	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	62
4-	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	64
4.2.	Bacias Hidrográficas.....	64
4.3.	Variabilidade Mensal da Precipitação.....	73
4.4.	Variabilidade Anual da Precipitação.....	78
4.5.	Variabilidade Mensal da Precipitação da Precipitação Pluvial versus a Temperatura da Superfície do Mar.....	83
4.6.	Variabilidade Anual da Precipitação Pluvial versus a Temperatura da Superfície do Mar.....	89
5.0.	CONCLUSÃO.....	94
6.0.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	95

“O homem sábio é forte, e o homem de conhecimento consolida a força.
Com conselhos prudentes tu farás a guerra; e há vitória na multidão dos conselheiros”.

“O temor do Senhor é o princípio da sabedoria”.

Provérbios 24:5, 6; 8: 9

“Quem abandona a luta não poderá nunca saborear o gosto de uma vitória”.

Textos Judaicos

“Sábio é aquele que conhece os limites da própria ignorância”

Sócrates

RESUMO

A pesquisa em questão abrange as áreas de Caxiuanã- PA, uma floresta tropical úmida de terra firme com extensão 330 mil ha e a área de Belém-PA, uma localidade urbana com área de aproximadamente 1.059,458 Km². Neste trabalho foram analisadas séries de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), do CMORPH e do LBA (Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia) em parceria com Embrapa. Mediante a necessidade de mitigar alguns impactos físicos, sociais, econômicos e ambientais causados por fenômenos meteorológicos ou eventos extremos, torna-se necessário ou até mesmo imprescindível o estudo de algumas dessas variáveis meteorológicas e de algumas características fisiográficas das bacias hidrográficas referente às áreas em questão, com o intuito de relacionar, prever ou observar o comportamento das mesmas ao longo dos anos. Dessa forma, o trabalho em questão possui por objetivo abordar um estudo das anomalias da temperatura da superfície do mar (TSM) no pacífico equatorial relacionada com a precipitação (PRP) em superfícies de floresta e área urbana, baseado em banco de dados e na literatura. O presente estudo teve por resultados uma média climatológica mais elevada para Belém em relação à Caxiuanã (PA), com um acumulado anual mais elevado para a cidade, tanto para dados espaciais como para os pluviômetros pontuais. Em relação às características fisiográficas, Caxiuanã (PA) apresenta uma maior altitude e amplitude altimetria em relação às bacias de Belém (PA). Neste trabalho foi usada a Análise Componentes Principais (ACP), nas séries de dados referidas, que resultou em maiores correlações para os meses de Março e Abril e menores correlações para Novembro. Os dados mensais e anuais, que explicam maior variância, são os dados do CMORPH Caxiuanã (PA), com 62,53% e 85,45%, respectivamente. Para os dados anuais, a área de Caxiuanã (PA) também explica a maior porcentagem da variância dos dados, com o valor de 90,99% destes. Quanto à variabilidade mensal e anual da precipitação versus a temperatura da superfície do mar, os dados que explicam uma maior variância são de pluviômetros pontuais de Caxiuanã (PA), com 73,56% e 92,28%.

Palavras-chave: Precipitação. Temperatura da Superfície do Mar. Variabilidade Interanual e Mensal. Anomalia. Flona. Cidade. Camada Limite Superficial.

ABSTRACT

The research in question covers the areas of Caxiuanã- PA, a humid tropical forest land extending 330 000 ha and the area of Belém-PA, an urban locality with an area of approximately 1059.458 square kilometers. This study analyzed the National Institute of Meteorology data series (INMET), the CMORPH and LBA (Grand Experiment Scale Biosphere-Atmosphere Experiment in Amazonia) in partnership with Embrapa. By the need to mitigate some physical, social, economic and environmental impacts of weather events or extreme events, it is necessary or even essential to study some of these weather variables and some physiographic characteristics of catchments relating to the areas in question in order to relate, predict or observe the behavior of the same over the years. Thus, the job in question has intended to address a study of the anomalies of sea surface temperature (SST) in the equatorial Pacific related to precipitation (PRP) in areas of forest and urban area, based on database and literature . This study was results higher climatological average for Bethlehem in relation to Caxiuanã (PA), with a higher annual accumulated for the city, both spatial data and for occasional rain gauges. In relation to physiographic features, Caxiuanã (PA) has a greater altitude and range altimetry in relation to the basins of Bethlehem (PA). In this work we used the Analysis Components (PCA), in said data series, which resulted in higher correlations for the months of March and April and lower correlations for November. The monthly and annual data, which explain greater variance, are the data CMORPH Caxiuanã (PA), with 62.53% and 85.45%, respectively. For annual data, the area of Caxiuanã (PA) also explains the higher percentage of data variance, with the value of 90.99% of them. As for the monthly and annual rainfall variability versus the sea surface temperature, data that explain greater variance are occasional rain gauges Caxiuanã (PA), with 73.56% and 92.28%.

Keywords: Rainfall. Temperature Surface of the Sea. Interannual Variability and Monthly. Anomaly. Flona. City. Superficial layer limit.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Com novas tecnologias é comum a publicação de fotos do planeta terra retiradas por sondas ou telescópio no espaço, nas mesmas o planeta parece com a forma arredondada, em geral azul e com algumas nuvens (FERREIRA & LEITE, 2011). O planeta terra é formado de uma camada de gases que protege a vida.

A atmosfera terrestre é particionada em: troposfera, estratosfera, mesosfera e exosfera. A camada localizada na região mais próxima a superfície, efetivamente limitada por uma camada menor da atmosfera que é chamada de troposfera e se estende até 10 km nos polos e 17 km nas proximidades do equador. Entre a troposfera e a estratosfera esta a região de transição que é a tropopausa, e age como uma fronteira um pouco rígida para o ar troposférico (OKE, 2002; ARYA, 2001).

O alvo de estudo da meteorologia é a troposfera, onde estão localizados todos os processos vinculados aos fenômenos meteorológicos e as modificações do tempo. A camada limite planetária (inclusa neste seguimento), onde localiza-se a rugosidade do solo. Durante o dia com o aquecimento da superfície esta camada é expandida, alcançando um valor de 1 km; já no período noturno as moléculas de ar esfriam e enfraquecem ocorrendo à redução da camada limite planetária para o valor de até 100m (MARTINS, 2008; OKE, 2002).

Dentro da camada limite superficial, estão presentes diversas coberturas, tais como: cultivos agrícolas, cultivos agroflorestais, floresta nativa, floresta secundária, pasto, expansões habitacionais, comerciais e industriais.

Em relação às florestas quando comparadas equatoriais e tropicais, as primeiras apresentam menor diversidades, árvores de menor porte e, diferentes espécies. Já as florestas tropicais localizam-se na faixa litoral intertropical, abrangendo países com extensas áreas florestais como: Brasil, República Democrática do Congo, Peru, Indonésia, Colômbia, México, Papua Nova Guiné, Venezuela, Bolívia e Suriname. Nestas regiões, a magnitude da luz solar é intensa se propaga com a mesma intensidade à mesma hora do dia, durante todos os dias do ano, o que leva o clima a ser quente e estável. As florestas tropicais também diferem das florestas plantadas, quanto às características das espécies e sua diversidade (GEOGRAPHICAE & MONGABAY, 2014).

O Brasil possui aproximadamente 524 milhões de ha de floresta, o que representa 61,5% de seu território, composta de florestas naturais e plantadas, representando a segunda

maior área do mundo (SFB, 2009). A floresta Amazônica é formada por variados ecossistemas: além da floresta úmida e de terra firme, apresenta diferentes formações de matas, campos abertos e até espécies de cerrado. Além disso, é muito importante para o equilíbrio da Terra, pois seus rios representam por volta de 20% das reservas de água doce do planeta. Também compreende amplas reservas minerais. A floresta Amazônica brasileira abrange os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima e ainda uma pequena área do Maranhão, Tocantins e Mato Grosso (IBGE, 2014).

Incluso neste contexto, temos os ecossistemas que são formados por diversas espécies que interagem entre si. Este ambiente florestal possui relações entre os fatores bióticos e abióticos envolvidos nos ecossistemas, mais precisamente nas florestas tropicais. De acordo com Carvalho & Berchez (2014) os fatores bióticos se baseiam na relação estabelecida entre os seres vivos divididas em dois tipos: intraespecíficas, baseada em uma interação entre indivíduos de uma mesma espécie que competem por água e por alimentos, luz e território e relações interespecíficas que são baseadas na interação existente entre duas espécies diferentes.

Dentre os fatores abióticos, destaca-se a água, sendo que na atmosfera o movimento da mesma é dependente do clima, da natureza e da cobertura vegetal; levando em consideração a precipitação local e regional e como se distribui ao longo do tempo (ÁGUA e FLORESTA, 1998). Já em áreas urbanas a água possui uma relevante importância para o abastecimento das populações locais e para suprir as necessidades vitais.

Nestas áreas, o clima é transformado por fatores referentes à ação humana com a urbanização: supressão da vegetação com redução significativa das áreas verdes, alterações na topografia, amplas áreas pavimentadas, grande volume edificado, concentração de pessoas, veículos e atividades com elevada demanda de energia e emissão de poluentes. (ALVES et al., 2011).

O crescimento urbano brasileiro, como parte fundamental nas modificações na estrutura da sociedade brasileira, aconteceu na segunda metade do século XX. Na década de 60 a população urbana excede a população rural. Entretanto, este fenômeno estrutural, caracterizado por um crescimento acelerado é relativamente recente, com auge da população urbana nos anos 50 e 70 (BRITO, 2006). As consequências desse fato afetam todo o aparelhamento urbano concernente aos recursos hídricos: abastecimento de água, transporte e tratamento de esgotos cloacal e pluvial. (TUCCI, 1997). A expansão urbana está relacionada

diretamente com o desflorestamento de uma determinada localidade. Com a substituição da floresta nativa por mais prédios concretos e asfalto, o denominado efeito da ilha de calor, conhecido mais recentemente em localidades na região norte e anteriormente conhecido por paulistanos e cariocas. Os dados das ilhas de calor observados mais nitidamente são de Manaus, concentrando mais de 1,8 milhões de habitantes, à frente das capitais do nordeste e do Sul (PIVETTA, 2012). Consequentemente esta substituição influencia no ciclo hidrológico que por sua vez afeta na ocorrência de chuvas.

De acordo com os dados publicados pela Agência Nacional de Águas (2009) a repartição geográfica desses recursos superficiais no mundo é de 9,7% para África, 39,6% para as Américas, 31,8% para Ásia, 15% para a Europa, 3,9% para a Oceania e para o Brasil 12%. Somando na América Central 6,5%, na América do Norte 3,2% e na América do Sul 61,3%. O Brasil possui 34,9% do total das Américas e 56,9% do total da América do Sul, sendo subdividido nas regiões Norte 68%, Nordeste 3%, Sul 79%, Sudeste 69% e Centro Oeste 16%. Apresenta ainda, a mais elevada reserva de água doce subterrânea em sua área, o aquífero Guarani, com 1,2 milhões de quilômetros quadrados (SILVA, 2012).

A divisão hidrográfica do estado do Pará abrange a Região Hidrográfica Costa Atlântica – Nordeste ocupa 9,5% da área do estado; Região Hidrográfica de Portel – Marajó que Ocupa uma área de 8,8% da área do estado. Região Hidrográfica do Tapajós que ocupa uma área de 16,8% do estado; a região Hidrográfica do Baixo Amazonas que compreende uma área de 3,3% da área do estado; a região Hidrográfica do Xingu inclui uma área de 26,9% do estado do Pará e Região Hidrográfica do Tocantins-Araguaia abrange 10,3% da área do estado (SEMA, 2012).

Dentro do exposto anteriormente, as regiões abrangidas nesta pesquisa é a floresta de Caxiuanã (PA), onde clima da flona segundo classificação de Köppen é do tipo tropical quente e úmido e subtipo climático "Am 1" é considerado como de curta estação seca. Apresentando uma temperatura média do ar que gira em torno de 26,7°C. (COSTA et al. 2003) (figura 1).

Sazonalmente o período chuvoso inclui os meses de dezembro a maio, enquanto que os meses de agosto a novembro simbolizam a estação menos chuvosa, o mês de julho é o período de transição entre o final do período chuvoso e o início do menos chuvoso (OLIVEIRA et al., 2011). De acordo com SANTOS et al. (2012) o total pluviométrico em Caxiuanã (PA) para os anos de 2006 e 2007, durante os meses correspondentes a estação

chuvosa e menos chuvosa foi de 638 mm e 121 mm, e de 365 mm e 159 mm, respectivamente. Sendo normalmente a média anual de 1.920 mm de chuva, onde o mês de Março é considerado mais chuvoso, registrando média de 337 mm, por outro lado o mês menos chuvoso é Novembro, com chuva de 62 mm em média. Aproximadamente 74% das chuvas acontecem no primeiro semestre do ano, entre Janeiro e Junho (1443 mm), enquanto no semestre de Julho a Dezembro chove em média 512 mm (26%).

Por outro lado, o estudo abrange também cidade de Belém, localizada as margens da Baía do Guajará, na confluência com o rio Guamá, com altitude de 12m e uma área de 1.059,458 km². Uma das características fisiografias mais importantes são diversos corpos de água denominados regionalmente como furos ou igarapés, que relacionados com a latitude baixa proporcionam a localidade um ambiente quente e úmido (BASTOS, 2002; IBGE, 2015).

As formas para realizar a análise estatística neste trabalho serão baseadas na análise de componentes principais que envolvem uma diversidade de técnicas e algoritmos, com o objetivo de encontrar e separar objetos em grupos similares. Análise estatística mencionada é uma técnica que possibilita a pesquisa com um grande número de dados disponíveis e viabiliza também identificar as medidas responsáveis por amplas variações, entre os resultados obtidos sem ocorrer significativas perdas de informação (VICINI, 2005).

Mediante a necessidade de mitigar alguns impactos físicos, sociais, econômicos e ambientais causados por fenômenos meteorológicos ou eventos extremos, torna-se necessário ou até mesmo imprescindível o estudo de algumas dessas variáveis meteorológicas com o intuito de prever ou observar o comportamento das mesmas ao longo dos anos, analisando as séries climatológicas.

Dessa forma, o trabalho em questão possui por objetivo principal abordar um estudo das interrelações da temperatura da superfície do mar (TSM) no pacífico equatorial relacionada com a precipitação (PRP) em superfícies de floresta (Caxiuanã) e área urbana (Belém).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- ÁGUA & FLORESTA. Afubra (Associação dos Fumicultores do Brasil). 1998.
- 2- AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Fatos e Tendências. Brasília. 2009.
- 3- ALVES, A. C. N.; ANDRADE, T. C. Q. de; NERY, J. M. F. G. A Influência da Vegetação e da Ocupação do Solo no Clima Urbano: Um Exercício Analítico Sobre a Avenida Paralela. Mudanças climáticas e o impacto das cidades, v.4, n.1, 2011.
- 4- ARYA, S. P. Introduction to Micrometeorology. Department of marine, Earth and Atmospheric Sciences. North Carolina State University. USA. Second Edition. 2001.
- 5- BASTOS, T. X. et al. Aspectos climáticos de Belém nos últimos cem anos/ Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 31p.; 21cm. – (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 128) ISSN 1517-2201.1. Climatologia – Belém – Pará – Brasil. 2002.
- 6- BRITO, F. O Deslocamento da População Brasileira para as Metrôpoles. 2006.
- 7- CARVALHAL, F. & BERCHEZ, F. A. S. Fatores Bióticos. Acesso em: 01 de Novembro de 2014. Disponível em: <http://www.ib.usp.br/ecosteiros/textos_educ/costao/index2.htm>.
- 8- COSTA, R. F. DA et al. Projeto LBA/ESECAFLOR em Caxiuanã: características, atividades e resultados. Estação Científica Ferreira Penna. Belém- PA. 2003.
- 9- CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN-GEIGER. Acesso em: 15 de Novembro de 2015. Disponível em: <<https://portais.ufg.br/up>>.
- 10- GEOGRAPHICAE. Acesso em 12 de Novembro de 2014. Disponível em: <<https://geographicae.wordpress.com/2007/05/03/a-floresta-equatorial-e-tropical-2/>>.
- 11- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Acesso em: 07 de Janeiro de 2015. Disponível em< <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=150140>>.
- 12- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Acesso em 02 de Outubro de 2014. Disponível em: <<http://7a12.ibge.gov.br/vamos-conhecer-o-brasil/nossoterritorio/biomas>>.
- 13- OKE, T. R. Boundary Layer Climates. This edition published in the Taylor & Francis e-Library, 2002.

- 14- OLIVEIRA S. L. L.; CUNHA A. C.; COSTA A. C. L.; COSTA R. F. Sazonalidade e interceptação da chuva na Floresta Nacional em Caxiuanã - Amazônia Oriental. *Scientia Plena* 7. 2011.
- 15- OLIVEIRA, D. Ecossistemas Florestais e Recursos Hídricos: O elo mais fraco. Acesso em 01 de Junho de 2015:
<<http://www.ci.esapl.pt/ecoesa/Boletim%20a%20coruja/Marco/arctdanolv.htm>>.
- 16- PIVETTA, M. Área urbana de Manaus é 3°C mais quente do que a floresta. Ilha de calor na Amazônia. Pesquisa FAPESP. 2012.
- 17- SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. Acesso em 30 de junho de 2015. Disponível em:<www.sema.pa.gov.br/download/classificacao_climatica_do_para.doc>.
- 18- SEMA (SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE). Política de Recursos Hídricos do Estado do Pará. Recursos Hídricos. Legislação – Pará. Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. Belém– Pará. 2012.
- 19- SANTOS, H. P. dos. Distúrbios causados por fatores abióticos. Agência Embrapa de informação tecnológica. Acesso em 15 de Novembro de 2014. Disponível em:
<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/uva_para_processamento/arvore/CONT000g56mkaks02wx5ok0dkla0s1e4k0vr.html>.
- 20- SANTOS, S. R.Q. Dos; VITORINO, M. I.; HARADA, A. Y.; SOUZA, A. MARLISOM L. De e SOUZA, E. B. De. A Riqueza das Formigas Relacionada aos Períodos Sazonais em Caxiuanã Durante os Anos de 2006 e 2007. *Revista Brasileira de Meteorologia*. V. 27, n.3, 307 – 314. 2012.
- 21- SILVA, C. H. R. T. Recursos Hídricos e Desenvolvimento Sustentável No Brasil. Núcleo de Estudos e Pesquisa. Consultoria Legislativa (Senado Federal). Os boletins do Legislativo. 2012.
- 22- SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB). Florestas do Brasil em resumo. 188 p. Brasília. 2013.
- 23- TUCCI, C. E. M. Água No Meio Urbano. Professor Titular Instituto de Pesquisas Hidráulicas Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Capítulo 14 do Livro *Água Doce*. Dezembro. 1997.

24- VICINI, L. Análise multivariada da teoria à prática. Orientador Adriano Mendonça Souza. Originalmente apresentada como monografia do autor (especialização-Universidade Federal de Santa Maria, 2005) Santa Maria: UFSM, CCNE, 215 p.: il. V635a, 2005.

OBJETIVO GERAL

- ✓ Estudar os efeitos da temperatura da superfície do mar (TSM) no pacífico equatorial e relacionar com a precipitação (PRP) sob superfícies distintas de uso da terra, como por exemplo de floresta e área urbana, Caxiuanã (PA) e Belém (PA), respectivamente.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Caracterizar a variabilidade mensal e interanual das anomalias de TSM e da precipitação;
- ✓ Avaliar os efeitos da TSM (temperatura da superfície do mar - Anomalias) na PRP (precipitação) mensal e interanual, e suas interrelações através da Análise Componentes Principais (ACP);
- ✓ Relacionar a TSM (temperatura da superfície do mar) e PRP (precipitação) mensal e interanual com as suas respectivas bacias e sub- bacias (integrador de área);
- ✓ Verificar se existe correlação entre o ENOS e TSM e a precipitação em diferentes uso da terra.

2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1.Ciclo Hidrológico:

A água é um componente integral do planeta terra, parte de fundamental importância de dinâmica da natureza, que estimula todos os ciclos e mantém a vida é conhecida como solvente universal. Considerado o recurso de maior importância, por participar e dinamizar todos os ciclos ecológicos dos sistemas aquáticos, que compõe elevada diversidade de espécies importantes para o homem e que também são componentes considerados parte ativa e relevante dos ciclos biogeoquímicos e da diversidade biológica do planeta terra (TUNDISI, 2014).

A água quando quantitativamente analisada representa o constituinte inorgânico mais abundante na matéria viva. O homem possui 63% do seu peso formado de água e alguns animais aquáticos chegam a ser formados de 98% desse composto. Neste contexto, a biomassa presente na superfície dos continentes é sensivelmente proporcional ao volume das precipitações pluviométricas. (SANEP, 2014).

O estudo da água pode ser compreendido como o estudo científico do ciclo hidrológico. O ciclo hidrológico vai além de uma simples sequência de processos, forma-se de um conjunto de fases, as quais representam os diferentes caminhos por meio dos quais a água se movimenta na natureza. Este movimento acontece em três partes do sistema terra: a atmosfera, a hidrosfera e a litosfera, em uma profundidade de cerca de 1 km na litosfera e até aproximadamente 15 km na atmosfera (figura 2) (LIMA, 2008). Esse movimento é mantido pela força da gravidade e pela energia do Sol, que geram a evaporação das águas dos oceanos e dos continentes que na atmosfera formam as nuvens e quando carregadas, provocam precipitações, na forma de chuva, granizo, orvalho e neve (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2015).

A hidrologia é o estudo acerca da água da Terra, sua ocorrência, circulação e distribuição, suas propriedades físicas e químicas e suas relações com o meio ambiente, incluindo as relações com a vida (BALBINOT, 2007). O fluxo d'água na superfície terrestre-atmosfera ocorre na forma de vapor e da atmosfera para a superfície-terrestre ocorrendo, principalmente, chuvas e neves. Dentre todos os processos envolvidos no ciclo hidrológico, destaca-se: a evaporação e a evapotranspiração, a condensação, a sublimação, a precipitação, escoamento superficial e infiltração. A evaporação é a transformação da fase líquida para a

gasosa, que acontece de forma lenta na superfície dos líquidos; particularmente, significa o processo cíclico de elevação das massas d'água em forma de vapor. Considerado uma parte importante da mudança de energia dentro do sistema Terra- atmosfera, responsável pelos movimentos atmosféricos e, conseqüentemente, pelas variações climáticas (GEOCITIES, 2015; CARVALHO, 2011).

A transpiração, por outro lado é a evaporação da água que foi usada em vários processos metabólicos indispensáveis ao crescimento e desenvolvimento das plantas. Essa evaporação ocorre por meio dos estômatos que são estruturas da anatomia vegetal de dimensões microscópicas ($< 50 \mu\text{m}$) que estão presentes nas folhas (de 5 a 200 estômatos mm^2) responsáveis pelas trocas gasosas- CO_2 , O_2 e vapor de água- entre a planta e a atmosfera e, que na maior parte das plantas, conservam-se abertos no período diurno; fechados no período noturno e nas condições de acentuado estresse hídrico. Fisicamente é um processo idêntico à evaporação (SOUZA, 2011).

A evaporação e a transpiração vegetal são influenciadas pela temperatura, que sofre flutuações diárias e anuais e são dependentes da quantidade de energia solar que incide em uma região, e sofre variações conforme a época do ano e a latitude, pois em cada período existe um ângulo de incidência dos raios solares em função da latitude, o que determina a quantidade de calor que chega a cada região (HERRMANN, 2008). Parte da quantidade de energia oriunda do sol é refletida pela superfície das nuvens e, portanto, não colabora para a insolação sobre a superfície. Ao penetrar a atmosfera, as moléculas de ar e as partículas em suspensão espalham a radiação, difundem-se em todas as direções e absorvem a onda eletromagnética (MOOJEN, 2012; DRECHN, 2007). Por isto, apenas parte da radiação incidente no topo da atmosfera alcança a superfície terrestre. A radiação que chega ao solo é formada de uma componente direta, que não sofre influencia pela massa ótica e incide na forma de feixes e raios solares paralelos, de uma componente difusa, resultado da interação entre os gases e as partículas presentes na atmosfera. A união dessas duas componentes é chamada de radiação global (DRECHEMER, 2005).

Este processo, a evapotranspiração é a somatória do processo de evaporação do solo e transpiração vegetal. A evapotranspiração da cobertura vegetal de grande influencia no ciclo da água e está relacionada com as condições da atmosfera, ou seja, a temperatura, os ventos, a luminosidade e a exposição do relevo. A evaporação do solo em conjunto com transpiração das plantas, ocorre paralelamente, entretanto podem ser estudados independentemente como

descrito anteriormente. A água quando é evaporada, processo este de mudança do estado líquido para o gasoso que acontece em massa contínua e em superfície úmida (SOARES et al., 2001).

A cobertura florestal protege a superfície do solo das implicações da radiação solar e do vento e eleva a superfície ativa, diminuindo desse modo, a evaporação direta pelo piso florestal. Em relação às áreas florestadas, a evaporação da água do solo ocorre pelo processo da transpiração. A evaporação direta da água do solo gera um secamento intenso, embora seja um fenômeno superficial. A secagem dessa camada superficial depende da textura do solo e, com as condições climáticas adequadas, passa a atuar como obstáculo artificial a secagem das camadas mais profundas do perfil (figura 1) (BALBINOT, 2007).

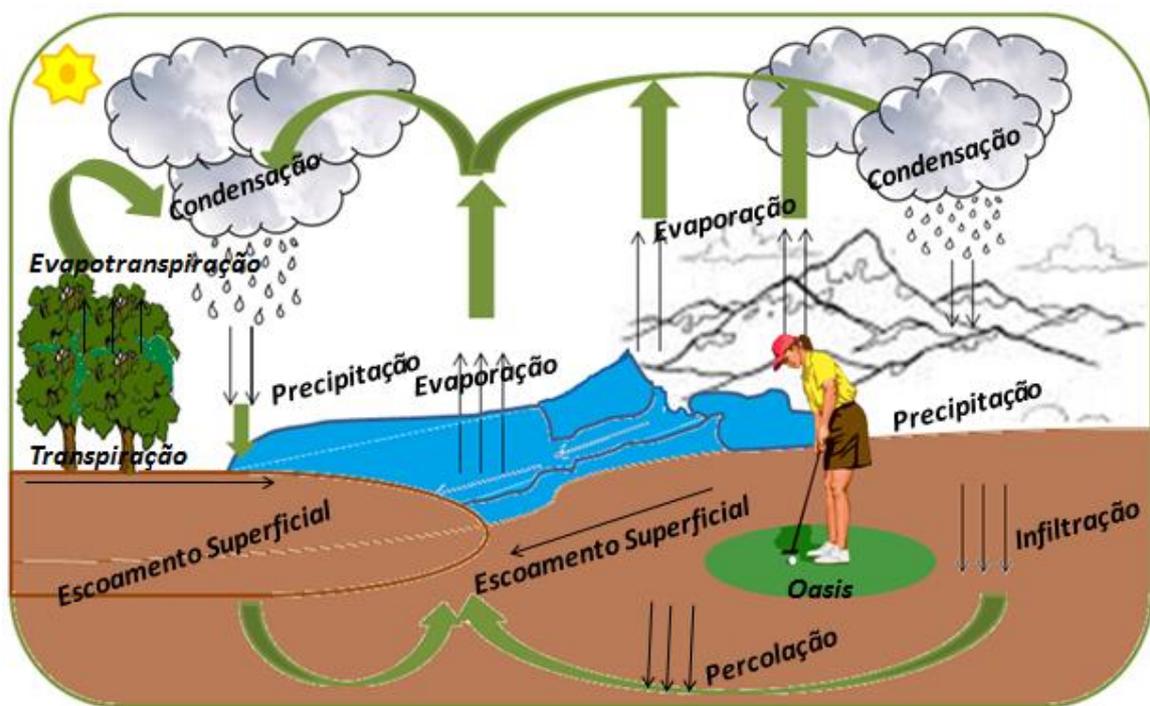
No processo de evapotranspiração o solo, as plantas e a atmosfera podem ser analisados como componente integrante de um sistema fisicamente inter-relacionado e dinâmico, em que diversos processos de fluxos estão conectados. O volume de água transpirada diariamente é elevado em relação às trocas de água na planta, de maneira que pode ser analisado o fluxo através da planta, em períodos curtos de tempo, como processo de regime permanente. A diferença de potencial em distintos pontos do sistema é proporcional à resistência do fluxo. A maior resistência é localizada no fluxo das folhas para a atmosfera devido à transformação do estado líquido para o vapor e a menor resistência ao fluxo é encontrada na planta. Dessa forma processo de evapotranspiração pode ser dividido em dois tipos de evapotranspiração: A evapotranspiração potencial (ETp) e a evapotranspiração real (ETr) (TOCCI, 2012).

A evapotranspiração potencial (ETp), referente a chuva necessária, é o processo de liberação de água para a atmosfera, por meio de uma superfície natural gramada, revestido por uma vegetação rasteira, sã e em atividade vegetativa plena, padrão, sem restrição hídrica para suprir às necessidades da evaporação do solo e da transpiração. A evapotranspiração potencial seria um caso-limite de passagem de vapor d'água para a atmosfera, permanecendo o solo plenamente abastecido de água. Já a evapotranspiração real (ETr) referente a perda de água de uma superfície natural, em uma condição qualquer de umidade e cobertura vegetal. (CAMARGO & CAMARGOS, 2000; TOCCI, 2012). A evapotranspiração real é igual ou menor a evapotranspiração potencial ($ETr < ETP$) (figura 2). (VAREJÃO- SILVA, 2006).

A partir da evapotranspiração temos a formação de nuvens, compostas por vapor d'água que condensadas permanecem em suspensão na atmosfera, em decorrência da pequena

dimensão de suas gotas. As nuvens não apresentam mistura de gelo e água sobrefundida: nelas as partículas aumentam pelo processo de colisão e coalescência. A expansão da nuvem gelo com gelo é denominada agregação, gelo com água é chamado acreção e água com água é chamado coalescência. É, provavelmente, este último processo que funciona nas regiões tropicais para a precipitação das nuvens onde não há gelo. A acreção é o Processo onde são formados os grãos de saraiva: um embrião de gelo que capta gotículas de água que gelam ao chocar com ele (BÍSCARO, 2007).

Figura 1: Ciclo hidrológico.



Fonte: Autora

Em relação à microfísica de nuvens, os parâmetros físicos mais relevantes são os aerossóis atmosféricos, que são a concentração total e a distribuição de tamanho das partículas. O exposto anteriormente é decorrente da relação direta que há entre a elevação da concentração de partículas e a concentração de gotas no interior da nuvem. Dessa forma, embora a relação não seja diretamente proporcional, um crescimento significativo na concentração total de partículas, provoca também um significativo aumento na concentração e uma diminuição no diâmetro médio de gotas de nuvens, com importantes implicações no ciclo de vida da mesma em seguida à fase de nucleação e desenvolvimento por difusão de vapor (aumento do vapor em determinada nuvem com o aumento no tamanho das gotas, pelo contato externo com outras gotas). As gotículas de água são subordinadas a força de correntes

ascendentes de ar, que favorecem a permanência delas nesta posição. Entretanto também dependem da gravidade. Supondo que essas gotas aumentem de tamanho, elas se chocam, devido à turbulência de ar no interior da nuvem, a força da gravidade será mais elevada que das correntes ascendentes, levando as mesmas a irem de encontro com a superfície terrestre, ocasionando as chuvas. (COSTA & PAULIQUEVIS, 2009; USP, 2014).

A precipitação pode ocorrer de várias formas como: chuva, granizo e neve, é considerado o fenômeno meteorológico responsável pela recarga de água na terra. A precipitação pluvial pode ser classificada como: frontais, orográficas e convectivas, onde as chuvas frontais ocorrem devido à entrada de massa de ar de origem polar; as chuvas orográficas acontecem em localidades que o relevo apresente elevadas variações de altitude e as convectivas ocorrem geralmente nas épocas mais quentes do ano (BÍSCARO, 2007). A chuva que precipita, quando atinge o solo se infiltra nele, podendo levar ao escoamento de parte da água sobre a superfície do solo. O escoamento superficial ou “run-off” dependendo da intensidade da chuva, pode ser maior ou menor, que vai ser influenciado diretamente pela declividade e pelas características físicas do solo. Em geral, quanto maior o escoamento superficial, maiores são as perdas de solo por erosão (LACERDA, 2007).

O processo de infiltração é muito complexo, mesmo quando é assumido que o solo é um meio homogêneo com conteúdo inicial de umidade uniforme (SILVA, 2002). Para muitos eventos de precipitação existe um período inicial durante o qual toda a precipitação se infiltra no solo. A água que é acumulada nas depressões da superfície começa a evaporar diretamente. Outra parte da água, que infiltra no solo fica localizada primeiramente na zona onde estão situadas as raízes das plantas, com a possibilidade de retorno para a atmosfera por meio da evaporação do solo e/ou da transpiração das plantas, a já descrita evapotranspiração.

Durante este período e como a água se infiltra, a capacidade de infiltração decresce, até tornar-se menor que a intensidade de precipitação; Essa parte mais superficial do solo pode reter um volume limitado de água, denominado como capacidade de campo, que repõe a umidade do solo, constituindo a zona não saturada. Quando alcança seu ponto máximo, o excesso percola com lentidão para a zona saturada. Quando a taxa de precipitação é maior que a taxa de infiltração ocorre o escoamento superficial (MEIN & LARSON, 1973). O escoamento superficial do solo causa a degradação do solo e ocorre principalmente devido o deslocamento das partículas menores e mais nutritivas, gerando uma diminuição da fertilidade e, por conseguinte, por redução das produções e por elevadas necessidades de repor perdas de

fertilizantes e corretivos de solo, ocasionados pela erosão hídrica em sua maioria reduzem a espessura do solo, diminuindo a capacidade de reter e redistribuir a água no perfil no solo (SANTOS, 2010).

Para representar adequadamente um evento em que haja a produção de escoamento superficial, o hidrologista deve ser hábil não somente a predizer este instante, mas, também, o declínio subsequente na capacidade de infiltração. Esta forma de escoamento constitui uma resposta instantânea à precipitação, e cessa pouco tempo após o seu término. O escoamento subterrâneo, todavia, ocorre de forma lenta e continua a alimentar os cursos de água por longo tempo, posterior ao término da precipitação que o originou. A partição da água que precipita nos continentes é dependente de diversos fatores de ordem climática e vinculadas às características físicas do local onde acontece a precipitação como: tipo de vegetação e condições da topografia e do solo (SILVA, 2002; MEIN & LARSON, 1973).

Em um rio o escoamento superficial está ligado de forma direta ou indireta a precipitação que ocorre na bacia hidrográfica. Existem quatro maneiras pelas quais os cursos d'água recebem e são abastecidos: Precipitação direta sobre o curso d'água (P); Escoamento Superficial (ES); Escoamento subsuperficial ou hipodérmico (ESS); Escoamento subterrâneo ou básico (Esub) (figura 2).

2.2. Influência e Transporte da Água no Vegetal:

O começo da vida na água e todas as variadas formas de vida estão diretamente relacionados à mesma. A maior parte da fitomassa é composta de água. O protoplasma possui cerca de 85% a 90% de água e mesmo as organelas ricas em proteínas e lipídeos, como os cloroplastos e as mitocôndrias, contêm 50% de água. O conteúdo de água nas raízes, expresso em peso fresco, varia de 71 a 93%, dos ramos de 48 a 94%, das folhas de 77 a 98% e dos frutos entre 84 e 94%. A madeira colhida recentemente contém por volta de 50% de água. Já as sementes colhidas são pobres em água (a maior parte delas armazenadas apresenta valores entre 5 a 15%), sendo que algumas sementes que acumulam óleos contêm somente de 5 a 7% de água e estão entre os vegetais mais secos, porém, antes de germinar precisam de uma elevada quantidade de água. Devemos salientar que o conteúdo de água, além de variar com os tipos de células e tecidos, também sofre influência das condições ambientais e da fisiologia da planta. Dessa forma, o teor de água de plantas vai depender do nível de atividades metabólicas, do estado hídrico do ar e do solo, e de um conjunto de outros fatores. Geralmente, os tecidos em crescimento ou com elevada atividade metabólica não suportam

elevados graus de desidratação, tornando evidente que a água executa funções vitais no vegetal e, sem ela, a vida não existiria (ZONTA et al., 2006; TAIZ & ZAIGER, 2006).

A água (mais abundante) é principal recurso para o crescimento e função vegetal. Dessa forma, sua ausência ou deficiência restringem a produtividade vegetal em ecossistemas naturais e em cultivos. Quanto ao deslocamento é transportada no vegetal e é absorvida pelas raízes, que provocam uma diferença de potencial osmótico e levam (empurra) a água para as folhas. No momento da abertura dos estômatos, os mesmos evaporam água, processo este denominado de transpiração, onde o vapor de água vai para a atmosfera. Esta perda de água por transpiração origina uma pressão interna menor, que puxa a água oriunda das raízes. Pela parte da noite os estômatos estão fechados e a planta não transpira e as raízes prosseguem criando pressão que empurra a água para a parte superior do vegetal e uma pequena parte é eliminada pelas folhas para aliviar o processo da pressão, fenômeno denominado gutação (processo que apresenta uma importância secundária).

Quando a quantidade de água que chega até as folhas não é suficiente, estas murcham (diminuição da pressão interna da água), devido à perda da turgescência das células vegetais, dessa forma os estômatos se fecham total ou parcialmente (mecanismo de autodefesa). Em caso de falta de água a planta se protege contra maiores perdas, porém, se faltar muita água, logo morrerá. A elevação da temperatura e a reduzida umidade atmosférica aceleram a evaporação da água. Nestas condições mesmo que o terreno apresente água em abundância, pode não chegar com a rapidez necessária até as folhas (SISTEMA FOTOSSÍNTESE, 2014).

Em meio a esses processos podemos destacar as seguintes funções da água nos vegetais: Age como solvente para substâncias orgânicas e nutrientes minerais; contribui essencialmente para transportar e absorver minerais das raízes para as folhas via xilema, e para deslocar substâncias orgânicas e de minerais, por meio do floema; forma ambiente adequado onde grande parte das reações bioquímicas ocorrem, agindo em grande parte delas como reagente (hidrólises). Por este fato, é a fonte de elétrons na fotossíntese; colabora na estrutura e, por conseguinte, na função de macromoléculas (proteínas, ácidos nucleicos, polissacarídeos, etc.) e de membranas; realiza a manutenção da turgescência e, assim, coopera para o crescimento e para a sustentação da forma e estrutura dos tecidos tenros; contribuem para evitar o sofrimento das plantas, com as oscilações ambientais de temperatura (LACERDA, 2007). Nas algas e nas plantas terrestres, o metabolismo causa salinidade e desidratação, para a geração da osmose rápida o suficiente para manter um pouco de

mudanças nas condições externas. Os solutos mais compatíveis servem de outras funções nas células e normalmente são produzidos em pequenas quantidades. A acumulação pode ocorrer simplesmente por retardar seus usos em reações normais da célula (KRAMER & BOYER, 1995; DECHEN E NACHTIGALL, 2007).

A entrada e saída de água do vegetal devem ser controladas, para tais, as plantas necessitam de mecanismos que geram o fluxo contínuo ao longo da mesma. Aproximadamente 80% a 95% da massa de uma planta é constituída por água. Este mecanismo é o fundamental fator limitador do crescimento vegetal e produtividade agrícola, por exemplo. A fotossíntese, respiração e a transpiração são mecanismos onde há perda e produção de água pela planta, estes são essenciais para os processos fisiológicos da mesma (FCIÊNCIAS, 2012).

Para a vida ser mantida, é necessário um constante fornecimento de energia. As plantas diferentes dos animais absorvem a energia em forma de luz por meio do sol transformando a mesma em energia química por meio da fotossíntese (KLUGE, 2014). A fotossíntese é considerada um processo químico efetuado pelas plantas, algas e determinados microorganismos, diante deste processo a energia solar é absorvida e transformada na forma química de ATP e compostos orgânicos reduzidos, é considerada o oposto da respiração, sendo o processo fotossintético gerador de energia primária para todos os seres vivos. Quanto à respiração é considerado um processo de oxidação dos compostos orgânicos para liberação da energia necessária à manutenção e ao crescimento das plantas (PEREIRA, 1989).

O produto energético do processo de respiração nos animais está na formação de energia química e calórica, por outro lado a energia usada na fotossíntese é a energia solar. Os autótrofos absorvem a radiação solar para originar ATP e NADPH, moléculas que utilizam para produção de compostos orgânicos, usando CO_2 e H_2O e liberando O_2 para a atmosfera (GONZALÉZ, 2012). O sistema de abertura e fechamento dos estômatos está vinculado fundamentalmente à intensidade da luz e ao estado de hidratação da folha, influenciando tanto na fotossíntese como na respiração do vegetal. Dessa maneira, o funcionamento dos estômatos, controla a absorção de CO_2 , e a área foliar, determina a interceptação da luz, sendo que esses dois fatores influenciam na produtividade vegetal (MERENGO & COSTA, 2007).

2.3. Interação da Composição Florística com o Clima e com o Solo:

A cobertura da superfície ou rugosidade sofre influencia do clima, da ação antrópica e da expansão urbana de determinada localidade. Quanto às coberturas florestais os mecanismos de retroalimentação entre as bases da ecologia do funcionamento da floresta e o clima da região amazônica ainda são pouco conhecidos. A Amazônia é considerada um laboratório único no planeta por seu complexo funcionamento biológico que a sustenta o seu armazenamento de carbono. A extensa biodiversidade da Amazônia traz propriedades peculiares ao funcionamento biológico e às relações com o clima regional e com a ecologia de ecossistemas (ARTAXO, 2014).

O clima é um atenuante ambiental que possui padrões globais em relação à temperatura, precipitação e luminosidade. As mudanças climáticas em decorrência da elevação da altitude geram diferentes condições nas comunidades animais e vegetais, e dependem da parte do globo onde estão localizadas. As associações específicas de vegetais são formações vegetais que se desenvolvem segundo o tipo de clima, relevo e solo do local, onde estão situados. A influência do clima é mais relevante, apresentando uma relação entre a formação vegetal e a característica climática da região. As distintas condições climáticas proporcionam o surgimento de diferentes gêneros de plantas. O clima úmido das terras baixas tropicais possui uma elevada diversidade de vegetal, com árvores de grande porte, pequenas árvores no sub-bosque, um elevado número de cipós, epífitas e uma dispersa flora de solo com capacidade de tolerar um sombreamento extremo. As florestas tropicais das terras baixas são sempre verdes, com grandes folhas com capacidade de absorção de luz em maior quantidade (AFUBRA, 1998).

O clima tropical, considerado quente e úmido desempenha um papel de fundamental importância na diversidade da floresta. Em via de regra, a diversidade, os ecossistemas e produtividade elevam de acordo com a quantidade de energia solar disponível para o sistema. A luz solar é absorvida pelas folhas do dossel via fotossíntese, transformada em açúcares simples, e transferidos a todo sistema energético da floresta como as folhas e frutos que são consumidos ou decompostos por diversos organismos. A fundamental medida do ecossistema líquido de produção primária é a fixação de carbono pelas plantas. As florestas tropicais apresentam a maior média líquida de produção primária em relação a qualquer ecossistema terrestre. O clima úmido acrescenta outro ingrediente essencial para a rica diversidade: água (MONGABAY, 2008).

Em relação às florestas temperadas elas podem ser decíduas ou caducifólias, pois, suas árvores perdem folhas periodicamente (perenifólia), quando não há perda de folhas por questão climática ou de estações, ou seja, somente quando a planta atinge a senescência ou pela secagem das folhas. Essas florestas são caracterizadas pela presença de várias espécies como carvalhos, sequóias, pinheiros, cedros, faias, sombreiros e outros. Estas são específicas de localidades que possuem as estações do ano bem definidas (primavera, verão, outono e inverno). As temperaturas médias variam entre 5°- 20°C em baixas altitudes, temperatura média varia no decorrer do ano, com índices pluviométricos em torno de 75 a 100 centímetros por ano, por volta de 20 mm de precipitação mensal para cada 10° de temperatura, umidade necessária para o crescimento das plantas (GESTÃO AMBIENTAL, 2014).

Conforme a estratificação ou o tamanho (ou porte) dominante na paisagem, as formações vegetais podem ser: arbóreas ou florestais, arbustivas, herbáceas ou campestres e complexas (reúnem espécies de porte variado). Estas formações vegetais desempenham papéis importantes: na proteção do solo, mitigando os efeitos do escoamento superficial; no equilíbrio ecológico; no abrigo das faunas silvestres, proporcionando a preservação de espécies; na conservação dos ecossistemas e dos recursos hídricos (figura 2) (FARIA, 2014). A diversidade biológica é essencial para o clima. Florestas e savanas são fundamentais para a sustentação dos padrões de clima estável, armazenando vastas quantidades de carbono e originando chuva para os cultivos (TEIXEIRA E SPELMAN, 2010).

A chuva que incide sobre a floresta sofre um melhoramento na sua qualidade, pois, a floresta age como um filtro que retém impurezas e partículas por meio das folhas, da manta e mesmo do solo unido ao sistema radicular. A água oriunda da floresta ou que passa por uma floresta, transporta menores quantidades de partículas químicas sólidas em relação à água que corre por áreas agrícolas ou mesmo por floresta explorada através do corte raso (CZIKOWSKY & FITZJARRALD, 2009; ÁGUA & FLORESTA, 2014).

As florestas também influenciam no recebimento das chuvas pelo dossel das árvores, das copas das árvores dominantes, do sub- bosque e também da manta ou serapilheira presente na superfície, com o primeiro fracionamento da água, onde parte é armazenada pela cobertura florestal e posteriormente evapora para a atmosfera, e outra parte é liberada gradativamente para os riachos, rios e lagos, possibilitando um fornecimento regular dos mesmos, processo chamado de interceptação (ARCOVÁ & ROCHA, 2003; NOBRE, 2014).

Ainda sobre a distribuição do clima no globo, os arranjos e simetrias na distribuição das florestas e desertos ao redor do globo mostrados no mapa-múndi, revelam três cinturões: um de florestas ao redor da linha do Equador e outros dois de desertos, ao redor dos trópicos de Câncer e Capricórnio. Os desertos predominam nessas regiões devido à chegada no equador de uma elevada quantidade de luz solar, e por convecção, ocorre a circulação do ar quente que se movimenta do meio para os lados, acontecendo o encontro com os ventos vindos das camadas mais frias, e retornando. (NOBRE, 2014; CETICISMO, 2015).

Nesse sentido, existe uma maior incidência solar na zona equatorial e, portanto, acontece nesta localidade, em decorrência dos efeitos físicos, uma maior ascensão de ar, que é resfriado e precipita, favorecendo a ocorrência florestas. O ar que foi elevado e perdeu umidade precisa se deslocar, transportando-se em altitude nos dois hemisférios na direção dos subtropicais. Esse ar seco descendente aquece e remove umidade da superfície, favorecendo desertos. Essa corrente convectiva é denominada de Célula de Hadley. Dessa forma, a geografia de paisagens contrastantes é explicada pela circulação de Hadley. Vale destacar algumas exceções, a parte centro-meridional da América do Sul tenderia à aridez pela influência da circulação de Hadley. Como observado no deserto de Atacama, no outro lado dos Andes (NOBRE, 2014).

Na linha da Austrália, não existem desertos na América do Sul, mas temos na África. Por causa da Cordilheira dos Andes que ocorrem o fenômeno dos rios aéreos, chamados de “cursos de água atmosféricos”, transportam elevadas quantidades de vapor d’água via correntes aéreas também denominados de “rios voadores” e posteriormente esta umidade precipita sobre a mata. Com a “transpiração” das árvores, uma elevação quantidade de vapor de água é lançada na atmosfera, formados a partir da umidade transportada do Atlântico. Estes cursos são formados na Amazônia (PETROBRAS, 2015).

A água não conseguiria viajar por toda a extensão da Amazônia, esse volume de água vem dos rios da região. Estes rios também evaporam e formam nuvens; as plantas absorvem água, transpiram e este vapor forma nuvens, também. As nuvens são carregadas pelos ventos alísios e seguem a linha do Equador, mas são impedidos pela imensa cordilheira dos Andes, dessa forma, a umidade, que age como um fluido, segue a cordilheira e desce, passando bem longe do sertão nordestino, por isso o índice de chuvas é tão esparsos lá (entre outros motivos). A maior parte da água deslocada, porém, é direcionada e margeiam a Cordilheira dos Andes e se desviam dela na altura do Centro-Sul do Brasil e para o Paraguai, Uruguai e Argentina.

(CETICISMO, 2015). Quando encontram frentes frias, trazem chuvas para esta região. Determinado volume também atravessa o oceano Atlântico e alcança ao sul da África. Essas correntes de ar não são visíveis e transportam a umidade da Bacia Amazônica para o Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil. Parte do vapor d'água exportado escapa para o oceano Pacífico, passando por cima da cordilheira dos Andes no canto noroeste da bacia amazônica, na Colômbia. (O GLOBO, 2015; AMAZÔNIA REAL, 2015).

Haja vista, todos esses fatores relacionados à água na floresta e a formação da cobertura da superfície influenciada pelo clima, outro fator que influencia na disponibilidade da mesma para uma determinada localidade é o tipo de solo ali encontrado. De acordo com a característica do solo teremos uma maior ou menor propensão em reter água, que leva a uma grande heterogeneidade na composição florística, pela disponibilidade da mesma que difere de uma região de várzea para uma região de terra firme por exemplo. Segundo FAGERIA (2004) a região de várzea é marcada por apresentar solos aluviais e/ou hidromórficos, geralmente planos e bem ricos em matéria orgânica, naturalmente irrigáveis por gravidade e temporariamente alagados ou não (margens de córregos, rios, vales úmidos). Refere-se às várzeas como áreas formadas por solos oriundos da decomposição de materiais transportados, por cursos d'água ou alagados das encostas pela conseqüente erosão causada pelas chuvas. A presença de água em abundância e a facilidade de irrigação das várzeas tropicais, com um período seco definido, admite sua exploração intensiva, com dois e até três cultivos anuais.

Já o solo de terra firme em função da proximidade da linha do equador a temperatura média é praticamente constante ao longo do ano, por este fato a produção de flores e frutos está relacionada com a distribuição de chuvas. Existem espécies florescem e frutificam anualmente, especialmente as do sub-bosque da floresta e outras o fazem somente em ciclos supra-anuais, em alguns anos, de forma acíclica e imprevisível, a floração e a frutificação acontecem mais intensamente. A homogeneidade climática aparente dos trópicos esconde pequenas variações supra-anuais e não previstas na pluviosidade que têm sido usadas para esclarecer esses anos atípicos de floração e frutificação. Alguns eventos mais sensíveis de diminuição de chuvas na região amazônica são atualmente associados ao fenômeno climático do "El Niño" (OLIVEIRA & DALY, 2001).

Da mesma forma existem anos em que as chuvas são muito mais elevadas. Segundo Valensi, os solos de terra firme são denominados latossólicos, ocorre nas áreas não inundáveis do estuário amazônico, são drenados, porosos, intensamente ácidos e de baixa fertilidade.

Dentre esses, a unidade pedogenética de maior importância é formada pelos Latossolos Amarelo, Vermelho-amarelo e Vermelho-escuro (Latosolo Vermelho), que são solos profundos, fortemente desgastados, bem drenados, com textura alterando de leve (arenosa) a muito pesada (argilosa). Embora possua uma reduzida fertilidade natural, pequena soma de bases, reduzida capacidade de troca de cátions e baixo índice de saturação, apresentam boa resposta à adubação, o que leva atributos físicos desses solos serem de maior importância do que os químicos.

Gama (2005) estabelece no seu estudo a relação existente entre as florestas de várzea e terra firme quanto à composição florística, onde foram analisados 34 inventários, sendo 10 de várzea e 24 de terra firme. Os inventários totalizaram 1257 espécies, com 85,6% exclusivas de terra firme e 5,2% exclusivas de várzea. Quanto às florestas de terra firme totalizaram 1192 espécies, sendo 1076 exclusivas desta tipologia vegetal. Do total das espécies presentes nos inventários a espécie *Eschwehlera coriácea* ocorreu em 29% delas. Em relação à floresta de várzea, foram contabilizadas 181 espécies, sendo 65 exclusivas desta tipologia florestal. O autor também expõe em seu trabalho a diferença quanto à diversidade, entre as florestas de várzea e terra firme, onde na floresta de várzea na grande disponibilidade de água se torna um fator limitante para o desenvolvimento de determinadas espécies e nas florestas de terra firme apresenta uma maior diversidade de espécies pelas próprias condições de solo. De acordo com a cobertura florestal a relação hídrica com o solo será diferente, pois, a característica da distribuição florística de uma determinada localidade implica em uma maior ou menor perda por interceptação.

A cobertura da superfície influi diretamente no clima, mais precisamente na ocorrência de chuvas em uma determinada região. Bäsea & Krushec (2012) em seu estudo sobre a precipitação total, escoamento pelo tronco e interceptação das chuvas, expõe a diferença na quantidade de chuvas em duas localidades na Fazenda de Tanguro (Mato Grosso), uma em uma floresta tropical de transição e a outra parcela em uma área sem cobertura florestal.

Mediante este estudo conclui-se que: O clima e a localização geográfica influenciam diretamente na composição florística de determinada localidade; Assim como, o tipo de solo e sua cobertura irão determinar a maior ou menor disponibilidade de água, que levará ao desenvolvimento de diversidade que mais se adapte a esta condição, influenciando diretamente na heterogeneidade vegetal.

2.4.Crescimento Urbano e o Clima

Em relação aos ambientes urbanos as relações do homem com o mesmo tornam-se mais complexas, devido os processos de ocupação de forma acelerada e intensa e a formação de conglomerados urbanos. Os fatores anteriormente mencionados contribuem para a construção de um ambiente climático novo, pois as condições climáticas existentes foram modificadas, formado uma “cúpula climática”. Dentro desta se conceitua o clima urbano e suas características dependem de vários fatores: condições sinóticas, urbanização e geocológicos. As alterações climáticas presentes em áreas urbanas são pelo crescimento e decorrentes do processo de urbanização com destaque para as alterações de temperatura, corrente de ventos, evaporação, evapotranspiração e insolação (FILHO & SOUZA, 2007).

Estudiosos mencionam que nos elevados centros urbanos, os “bolsões de calor” são crescentes nas últimas décadas. A existência de prédios, que não seguem as normas dos afastamentos laterais, com a formação de paredes que impedem a ventilação, e o fato de não usar soluções de cunho arquitetônico, impossibilitando a circulação do vento, contribuindo para a formação das ilhas de calor ocasionadas por anomalias térmicas em razão da temperatura do ar nos centros urbanos ser maior que nas áreas rurais, onde a cobertura florestal coopera para o abrandamento da temperatura (BARBOSA et al., 2011).

A ocupação da região Amazônica começou em 1540. A urbanização brasileira data os séculos XVIII e XIX, marcada pela tipologia pré- industrial. O segundo período de urbanização iniciou no século XX, quando determinadas localidades concentraram número elevado de industriais e imigrantes em sua maioria oriundos de área rural (MATOS, 2012). Nos anos 30 e 40 a urbanização teve profundas mudanças estruturais na sociedade e economia brasileira. Este elevado ciclo de urbanização coincide com o elevado crescimento de migrações internas (BRITO et al., 2001). Após a década de 70, com a urbanização no Brasil surgiram novas obras de engenharia, entre elas: edificações, pavimentação de ruas, calçadas e a retirada da cobertura do solo original, o que levou a transformações na permeabilidade natural destas localidades. Em decorrência desta, ocorre à diminuição na infiltração da água que vem da chuva, ocasionando uma elevação no escoamento superficial da precipitação pluvial (COSTA et al., 2011). O terceiro momento começou em 1980, onde a população e os investimentos foram direcionados a cidades de menor porte, em várias regiões brasileiras (MATOS, 2012).

Em 1940 a população total brasileira era de 41.236.315 milhões de habitantes, com um total urbano 12.880.182 milhões; em 1970 esse número subiu para 93.139.037 milhões, com um salto no número de habitantes localizados na área urbana para 52.084.984 milhões; em 1970 esse número foi de 169.544.443 milhões, com uma população urbana de 137.697.439 milhões de habitantes; em 2010 a população brasileira total era de 190.755.799, onde a população urbana somava 160.925.792 milhões e em 2015 à população total brasileira deu um salto para 205.281.584 milhões de habitantes em sua totalidade (IBGE; 2015).

O século XVII foi marcado pela presença de missões religiosas, vilas pequenas, fortificações ibéricas e sítios de população indígena. Na Amazônia o processo de urbanização e ocupação não ocorreu de forma linear, alguns fatores determinantes para oscilações ao longo do tempo foram: à realidade política e econômica. Nos dias atuais, este processo esta no período de estruturação, caracterizada por ser uma região fronteira, marcada pela levada intensidade e estabilidade das cidades, com o surgimento de novos assentamentos urbanos. (KAMPEL, 2001).

2.5.Fenômenos Meteorológicos

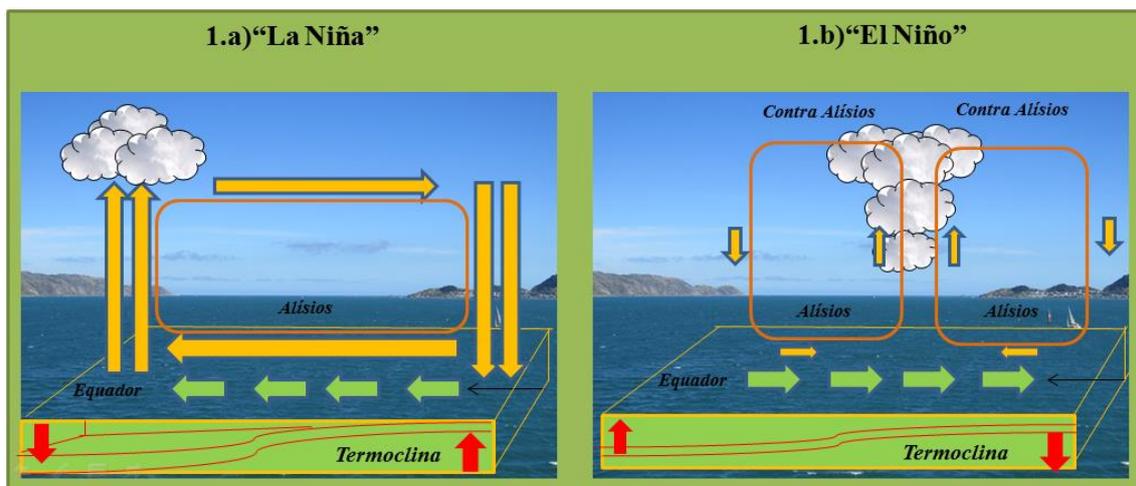
O El Niño é um fenômeno atmosférico- oceânico que se caracteriza pelo aquecimento anormal das águas superficiais no Oceano Pacífico Equatorial com possibilidades de afetar clima regional e global, transformando os padrões de vento em nível mundial e, alterando dessa forma, os regimes de chuva em regiões tropicais e de latitudes médias associadas a um enfraquecimento da corrente equatorial e dos ventos alísios. Este aquecimento proporciona o aumento de convecção, gerando movimentos ascendentes naquela localidade e descendentes no leste da Amazônia e Nordeste do Brasil (MEDEIROS, 1998; RIBEIRO, 2014). O fenômeno de aquecimento e resfriamento dessas águas se estende de 12 a 18 meses, alcançando seu ápice nos meses de Dezembro e Janeiro. Este ciclo, não é bem definido, acontecendo geralmente, entre 03 a 05 anos (SALINI, 2011).

É um fenômeno atmosférico- oceânico caracterizado por um aquecimento anormal das águas superficiais no Oceano Pacífico Tropical e que pode alterar o clima regional e global, ocasionando modificações nos padrões de vento em nível mundial e, comprometendo, assim, os regimes pluviométricos em regiões tropicais e de latitudes médias, também é um dos responsáveis por anos considerados secos ou muito secos. O “El Niño” também é caracterizado por variações na atmosfera sobre a região de águas aquecidas. A elevação na temperatura com um inverno (ameno) mais alto que o seu valor padrão, pode acarretar

benefícios aos agricultores da região Sul e Sudeste, pois, reduz significativamente a ocorrência de geadas. No Leste e na região Nordeste da Amazônia ocorre uma redução no volume de chuvas. Em algumas áreas do Sertão (semiárido) nordestino pode atingir até 80% do total médio do período chuvoso (que na maior parte da Região ocorre de fevereiro a maio). Na região Sul, por exemplo, ocorre uma elevação no volume de chuvas nos períodos de primavera, outono e princípio de inverno. A precipitação pode ser elevada em até 150% quando relacionada com o índice médio. O que pode acarretar nos meses de colheita perdas para os agricultores, principalmente na parte de grãos (figura 2b) (NERY, 2008; LOPES *et al.*, 2007; LABMET, 2014).

A seca não é restrita ao Sertão ela pode alcançar o setor leste do Nordeste (Agreste, Zona da Mata e Litoral), se acontecer em conjunto com o dipolo Atlântico negativo (Dipolo Negativo ou desfavorável, isto é, quando o Atlântico Sul se encontra com águas mais frias que a média histórica e águas mais quentes no Atlântico Norte) (LABMET, 2015). No Nordeste as condições são de secas severas. Existe um aumento de temperaturas médias inclusive no inverno no Sudeste e no Centro-oeste, onde não existe um padrão na mudança das chuvas. No norte do Brasil há um aumento de incêndios devido à diminuição de chuvas (figura 2b) (CANAL RURAL, 2015).

Figura 2: Fenômenos 1-a “El Niño” e 1-b “La Niña”. Com destaque para os ventos alísios (em verde), correntes convectivas (em laranja) e inclinação da Termoclina (em linhas vermelhas na parte inferior).



Fonte: Autora.

As principais características oceânicas e atmosféricas associadas ao fenômeno “El Niño” são em relação ao Pacífico leste, onde há geralmente águas frias, surgem águas mais quentes do que o normal; Os ventos alísios diminuem sua velocidade sensivelmente; a pressão fica abaixo do normal no setor leste do oceano Pacífico, por outro lado a parte oeste fica com valores acima do normal; a formação de nuvens convectivas profundas sobre o setor centro-leste do Pacífico é formada pela presença de águas quentes e convergência de umidade do ar; a célula de Walker (circulação atmosférica sentido oeste-leste) muda completamente ocasionando a descendência do ar sobre a Amazônia e Nordeste do Brasil; e sobre o Atlântico equatorial, incluindo o leste da Amazônia e Semiárido Nordestino nota-se predominância de um ramo de ar descendente inibindo a formação de nuvens (figura 3b) (INPE, 2014; CONFERENCIA DAS PARTES 2030, 2014).

No começo de 2009, “La Niña” encontrava-se na etapa madura. Em relação aos setor central e oeste do Pacífico Equatorial, onde foram observadas anomalias negativas de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) entre $-0,5^{\circ}\text{C}$ e $-2,0^{\circ}\text{C}$ (Figura 3a e figura1). Considerada com uma intensidade moderadamente fraca, esse evento, passou a enfraquecer no meio de 2009. Do mês de junho em diante, observou-se uma expansão gradual das localidades com anomalias positivas de TSM na região do Pacífico Equatorial Leste, juntamente com o aquecimento das águas nas camadas subsuperficiais, diminuição da pressão atmosférica nesta mesma região e os ventos alísios mais relaxados. Estas modificações puseram em destaque o desenvolvimento do episódio quente do fenômeno El Niño- Oscilação Sul (ENOS), que foi estabelecido nos meses subsequentes. Seguida do surgimento de uma região com anomalia negativa de TSM e alísios de nordeste mais intensos que o normal sobre o Atlântico Tropical Norte, cooperando para a atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) ao sul da sua posição climatológica. Observou-se, também, a partir de fevereiro de 2009, a configuração de um gradiente no campo de anomalia de TSM nas áreas tropicais e subtropicais do Atlântico, ou seja, TSM mais quente que o normal no Atlântico Sul e mais fria que o normal no Atlântico Norte. Este gradiente ou dipolo no campo de TSM continuou até o mês de junho, beneficiando uma intensidade maior da atividade convectiva junto à ZCIT sobre a região de águas mais quentes que o normal. Verificou-se, como resultado, o excesso de chuvas sobre o norte das Regiões Norte e Nordeste do Brasil nos meses de abril e maio. Destaca-se que a convecção da ZCIT foi reforçada pelo favorável pulso da Oscilação Madden-Julian (OMJ) em relação ao norte da Região Nordeste entre o final de abril e começo de maio (ALVES et al., 2009).

Por outro lado, temos o “La Niña” que é um fenômeno climático com características contrárias ao “El Niño”, pois, sofre um resfriamento anormal das águas superficiais do Oceano Pacífico Equatorial Central e Oriental. Este termo “La Niña” significa "a menina" em espanhol, também pode ser denominado de “Episódio de Frio”, ou até mesmo “El Viejo” ("o velho", em espanhol). Também chamado por algumas pessoas de anti “El Niño”, entretanto o termo “El Niño” relaciona-se ao menino Jesus e o “anti-El Niño” seria então “o Diabo” e conseqüentemente, esse termo caiu em desuso. As temperaturas habituais desta região são de 25,0 C°, e em época de “La Niña” reduzem para aproximadamente de 22,0 C°. A área das águas frias é estreita, de apenas 10,0 graus de latitude, em torno da linha do equador, e se estende da costa Peruana até aproximadamente 180,0 graus de longitude. O fenômeno “la niña”, formado entre outros aspectos pelo resfriamento das temperaturas da superfície do mar (TSM) em relação ao pacífico equatorial que eram analisados desde outubro de 1995 dissipou-se durante abril/96 (INEMA, 2014; MEDEIROS, 1998).

Geralmente, os ventos alísios durante o episódio “LA NIÑA” são mais intensos que o normal climatológico, ou seja, as anomalias de vento são de leste. O episódio inicia se desenvolver na metade de um ano, atinge sua intensidade máxima no final do mesmo e dissipa-se em meados do ano posterior. Durante o episódio de LA NIÑA, o Índice de Oscilação Sul (IOS) assume valores positivos, indicando a intensificação da pressão no Pacífico Central e Oriental em relação à pressão no Pacífico Ocidental Leste (MEDEIROS, 1998; MARENGO, 2006).

Em território brasileiro, este fenômeno provoca danos menores, porém com registro de algumas ocorrências. Em consequência do “La Niña”, as frentes frias que alcançam o centro-sul do Brasil, passam mais rapidamente que o normal e com mais intensidade. Como apresentam maior intensidade (força) à passagem pela região sul e sudeste acontecem mais rapidamente que o normal, em consequência deste fato ocorre uma diminuição nos índices pluviométricos e a frente alcança o Nordeste do Brasil mais facilmente. Eventos de “La Niña” atingem 5% a 15% mais áreas continentais do que nos períodos de “El Niño”. Quanto à região nordeste, especialmente o sertão e o litoral baiano e alagoano, são atingidos por uma elevação de chuvas, bom para a região semiárida, porém, provoca prejuízos a agricultura. O norte e leste da Amazônia também sofrem um grande aumento no índice pluviométrico. Na Amazônia, as vazões do rio Amazonas e as costas do Rio Negro (em Manaus), em eventos passados mostraram valores de chuvas maiores que a média; A precipitação no Nordeste, com

La Niña, possui a tendência mais abundante no centro-sul do Maranhão e do Piauí nos meses de novembro a janeiro (figura 3b) (OLIVEIRA, 2005; MINUZZI et al., 2007; INPE, 2015).

Os eventos de “La Niña” podem favorecer a ocorrência de chuvas acima da média sobre o semiárido do Nordeste. Se houver formação de um Dipolo Térmico do Atlântico favorável, ou seja, com temperatura da superfície do mar superior da média no Atlântico Tropical Sul e abaixo da média no Atlântico Tropical Norte. Comumente, a circulação atmosférica apresenta a tendência de possuir anos normais na presença do “La Niña”, mas a distribuição de chuva, de fevereiro a maio, no semiárido do Nordeste pode se caracterizar por uma alta anormalidade espacial e temporal mesmo em anos de “La Niña”. Os ventos alísios são mais intensos que a média climatológica (figura 3a). O Índice de Oscilação Sul (o indicador atmosférico que mede a diferença de pressão atmosférica à superfície, entre o Pacífico Ocidental e o Pacífico Oriental) apresenta valores positivos, os quais indicam a intensificação da pressão no Pacífico Central e Oriental, em relação à pressão no Pacífico Ocidental. Na região centro-sul há estiagem com grande queda no índice pluviométrico, principalmente nos meses de setembro a fevereiro e no outono as massas de ar polar chegam com mais força. Conseqüentemente o inverno tende a chegar a um período anterior e já no outono elevadas quedas de temperatura são registradas, principalmente na região Sul e em São Paulo (LABMET, 2014).

Os fenômenos meteorológicos influenciam diretamente na circulação geral da atmosfera. Existe uma classificação climática que pode ser realizada em relação ao movimento atmosférico ou da circulação. Dessa forma temos circulação atmosférica de decrescente grandeza em escala de área de tempo, sendo elas circulação atmosférica primária, circulação atmosférica secundária e circulação atmosférica terciária. A circulação primária é considerada a circulação geral da atmosfera, caracterizada como globais ou padrões de larga escala de vento e de pressão que permanece no decorrer do ano, ou seja, representados sazonalmente, está determina os padrões de clima do mundo. Presentes dentro da circulação geral estão os sistemas circulatórios secundários a exemplo das depressões anticiclone de latitude média e várias perturbações tropicais. Já os sistemas de circulação terciária ocorrem em ventos locais, a exemplo das brisas marítimas e terrestres, as ondas de sotavento e os ventos catabáticos e anacatabáticos (AYOADE, 2004).

A circulação geral da atmosfera é resultante da combinação de agentes térmicos e dinâmicos, que dão origem a pressões atmosféricas diferentes, que nos remete a força do ar

exercida sobre a superfície terrestre, mensurada em milibares (mb) ou em hectopascals (hpa). Representada por meio de linhas isobáricas, a pressão atmosférica que forma linhas e pontos com valor igual à pressão do ar ou pressão atmosférica. De acordo com o comportamento das pressões elas podem ser denominadas de centro de alta pressão ou anticiclone e centro de baixa pressão ou ciclone. O primeiro é representado pelo movimento do ar descendente na vertical e descendente a superfície, pois, ocorre uma redução do centro para a periferia a temperatura aumenta quando o ar desce em altitude, tornando-se mais elevada a capacidade de absorver o vapor d'água. Dessa forma não existe formação de nuvens e de precipitação. Nesses centros de elevadas pressões estão associadas em geral céu limpo e tempo seco. O segundo o ar se desloca das altas para as baixas pressões, sendo que o seu movimento converge à superfície e ascende na vertical, ocasionando a diminuição da pressão do centro para a periferia. A condensação do vapor d'água é provocada pela diminuição da temperatura, originando nuvens que podem formar a precipitação (JESUS, 2010).

Na região tropical a circulação atmosférica é modulada e modificada pelos padrões termodinâmicos em relação às bacias dos oceanos Pacíficos e Atlânticos tropicais. Em anos em que a temperatura da superfície do mar (TSM) verificou anomalias positivas ou negativas que atua no sentido meridional (ascendente- trópicos; descendente-latitudes Pacífico leste) na bacia desses oceanos, a célula de Hadley. A célula de Walker (ascendente- Pacífico e descendente- Pacífico leste) esta célula é conturbada, ocasionando anomalias fortes na circulação da atmosfera em relação aos trópicos, haja vista que estas células sofrem deslocamento de suas posições climatológicas, em consequência desse fato a intensidade e a duração do período são abaladas (FERREIRA & MELLO, 2005; CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 2015).

Como consequência de completar o movimento planetário surge à célula de Ferrel, as massas de ar realizam movimento descendente a uns 30° até chegar aos polos e aos 60°, posteriormente encontram-se na superfície com os ventos oriundos de latitudes polares que são impulsionadas a ascender. Ao chegar à tropopausa são direcionadas novamente para o equador e sobre os 30° de latitude começam novamente a descendência (é ali que se encontra com o ramo superior da célula). Á partir do explanado anteriormente pode-se deduzir: a presença de zonas em que o ar converge em altura e descende (por volta dos 30° de latitude) e outras em que o ar converge (no equador sobre os 60° de latitude) e ascendente produzindo zonas de altas e baixas pressões (TIEMPOHOY, 2015).

O modelo de três células foi proposto pelo sueco Bergeron, modelo modificado por Rossby em 1947, esse modelo aponta uma posição acima da posição média do cinturão de elevadas temperaturas equatoriais. Explica da mesma forma os movimentos ascendentes e o tempo nublado em volta da localização das médias das baixas pressões temperadas e equatoriais. A célula posicionada em cada hemisfério abrange: célula tropical; célula extratropical ou de frente polar; as regiões localizadas no lado polar das depressões temperadas (SILVA, 2009).

2.6. Variabilidade Atmosférica na Região Amazônica

Na atmosfera estão presentes fenômenos que são fortes condicionantes a atividade columbófila como os ventos fortes, a precipitação, as trovoadas, os tetos baixos, nevoeiros e outros. Quanto às massas de ar, com características térmicas diferentes (ar polar e ar tropical, por exemplo), não se misturam existindo entre elas uma superfície de descontinuidade que se designa por superfície frontal. À linha de intersecção da superfície frontal com a superfície terrestre denomina-se de frente.

A frente é considerada uma zona de transição (que se comporta como superfície de descontinuidade), com gradientes elevados de temperatura e umidade, entre massas de ar, cujas peculiaridades térmicas e de volume de vapor d'água são diferentes. Cada uma das massas que a formam possui sua própria circulação de ventos, onde a intensidade e a direção dependem do campo de pressão formando o encontro dessas faixas uma zona de convergência nos baixos níveis com consequências termodinâmicas e ascensão do ar quente sobre o frio, até a mistura das massas e a dissolução da frente. Chamada mais frequentemente de frente a intersecção da superfície frontal com o nível da superfície. Essa intersecção é bem demonstrada em cartas sinóticas. Como as frentes frias e quentes se deslocam de maneiras independentes, cada uma delas mudará a outra, de maneira que a interação de ambas causa a formação característica de uma onda. À frente ou um conjunto de frentes a que se chama de sistema frontal é levado pela circulação geral; em latitudes médias, com os oestes, segue para leste, desvia-se para sudeste e finalmente para sul, no HS (METEORO, 2014).

Para identificação e visualização de uma zona frontal é preciso analisar os seguintes dados meteorológicos: Campo de pressão, onde a frente está continuamente agregada a uma baixa pressão, entretanto na retaguarda dela há uma elevação da pressão e Campo de temperatura, no qual o gradiente horizontal de temperatura nas zonas frontais é muito grande, sendo que em médios e baixos níveis os gradientes são maiores do que na superfície. Existem

oito mecanismos que operam transformando o gradiente de temperatura que são; 1) deformação horizontal; 2) cisalhamento horizontal; 3) dilatação vertical; 4) movimento vertical diferencial; 5) liberação de calor latente; 6) fricção na superfície; 7) turbulência e mistura; 8) radiação (MASTER, 2004).

Na atmosfera temos a formação de diferentes frentes que podem ser identificadas pela nebulosidade e pela precipitação que se lhes associam, sendo elas: frentes quentes, frentes frias, frentes estacionárias e oclusas. Geralmente, a nebulosidade relacionada à frente origina-se no interior da massa de ar quente e úmida, uma vez que essa massa, por apresentar menor densidade é forçada a subir ao longo de uma rampa com uma inclinação média compreendida entre 1:100 e 1:200. O ar sendo quente e úmido ao subir resfria-se adiabaticamente e alcança temperaturas que ficam abaixo do ponto de orvalho. Como consequência acontecem processos como: condensação, nebulosidade e precipitação. A frente quente, a inclinação geralmente é menos acentuada. Supondo que o ar quente seja estável, a predominância seria de nuvens escaliformes, precedida de cirrus nos altos níveis. As nuvens ou massas de nuvens podem ser estendidas a centenas de quilômetros adiante da posição superficial da cunha.

As frentes frias são oriundas das diferenças entre as massas de ar, de uma unidade aerológica (parte da atmosfera) com uma considerável extensão que apresentam térmicas e hidrotérmicas. A distância é vertical e horizontal de centenas e milhares de quilômetros. Para a sua formação precisam de superfícies planas de baixa altitude. Geralmente são oriundas em localidades onde a circulação atmosférica é lenta e estável, nas elevadas pressões subtropicais e polares. Com a passagem da massa de ar, influencia a região por onde ela se desloca e também sofre ou influencia, havendo perda de suas características originais (2011; VIANELLO, 2000). Quando o ar ascende e resfria adiabaticamente, é condensado e forma nuvens e posteriormente chuva. A densidade de massa de ar e as frentes são grandezas diretamente proporcionais, o que resulta em maior instabilidade e na formação das nuvens cumulonimbus, com pancadas de chuvas fortes, ventos intensos e granizo (MONTEIRO, 2007).

Em relação à frente quente a inclinação da cunha é reduzida. Irão predominar nuvens estratiformes em altos níveis se o ar for estável. A massa da nuvem pode ser estendida a centenas de quilômetros adiante da posição superficial da cunha. A nebulosidade se apresenta mais espessa junto à frente, sendo associada ao acontecimento de precipitação. Em geral, a chuva, é fria e continua, oriunda de nuvens *nimbostratus*. Entretanto, se o ar quente é instável,

então as nuvens que se formam são *altocumulus* e *comulonimbus* associadas à *nimbostratus*. Nesta situação, as nuvens tornam-se intensas, acompanhando trovoadas e aguaceiros. Na parte interna da massa fria poderão também ocorrer precipitações e nevoeiros intensos. É fundamental observarmos, que em relação à frente quente, o observador está localizado dentro da massa fria, à superfície até a frente quente passar pela localidade. A aproximação da frente quente é caracterizada por pequena ou nenhuma queda de pressão atmosférica, assim como reduzidas variações na temperatura. Posterior à passagem da frente, a pressão poderá subir rapidamente e a temperatura aumentar um pouco, em razão da influência de massa quente, que geralmente torna o céu claro (MENDES et al., 2005; VIANELLO, 2000).

Já a frente fria apresenta características muito diferentes. Nesta situação, o observador está situado na massa de ar quente enquanto a frente fria aproxima-se. A inclinação da cunha é maior, quando relacionada à frente quente. As frentes frias podem deslocar-se de forma rápida ou lenta, onde as frias de deslocamento lento apresentam inclinações por volta de 1:100 e as frias de deslocamento rápido são mais inclinadas (1:40 a 1:80). A característica da aproximação de uma frente fria se dá por uma sensível redução na pressão atmosférica. Após a passagem a pressão sobe rapidamente e a temperatura cai abruptamente.

Na passagem de uma frente fria de lento deslocamento, podemos observar que o sistema de nuvens associadas a esse tipo de frente pode alongar-se a até 300 km à retaguarda da frente, associando-se a precipitações muito intensas, com trovoadas antes, durante e depois da passagem imediata da frente. As primeiras nuvens que surgem são chamadas *de cirrus*, posteriormente os *cirrostratus* e, finalmente o *nimbostratus*, que aparecem praticamente durante a passagem da frente e persistem ainda após a passagem. Elas são responsáveis por provocar fortes chuvas e as nuvens à retaguarda são os *altostratus* (VIANELLO, 2000).

Em relação às frentes frias de deslocamento rápido são caracterizadas por assumir forma de coluna. As nuvens que precedem a frente são *altocumulus*, seguidas de *altostratus* e de *stratocumulos*. Seguem-se os *nimbostratus*, associados a chuvas intensas e trovoadas. Nuvens do tipo *cumulus* podem ser formadas dentro da massa fria, à retaguarda da frente. Em geral, as frentes frias de deslocamento rápido são de origem polar e evoluem para frentes de deslocamento lento, estas podem tornar-se estacionárias ou mesmo evoluir para frentes quentes nas baixas latitudes. Estas frentes ocorrem devido o resfriamento do polo que forma uma massa de ar muito fria, seca e densa, ocorrendo o aumento da pressão atmosférica que empurra essa massa de ar para os trópicos, onde o ar este quente e úmido e a pressão está

menor. Mais densa, a massa de uma frente fria se move mais próxima ao solo e força a massa quente a subir. Geralmente provoca chuvas (ALMANAQUE BRASIL, 2010).

Com o aumento da intensidade das depressões, a frente fria se desloca sobre a frente quente, gerando a oclusão, a linha de encontro entre as duas frentes é denominada de frente oclusa. (VALARINI, 2011). Ocorre quando três massas de ar com diferentes temperaturas se chocam. A oclusão pode ser quente ou fria, dependendo da interação entre estas massas de ar (REDEMET, 2014). A posição na superfície é representada por uma linha alternada com triângulos e semicírculos estendidos em direção de movimento, isto ocorre em um mapa de tempo. As condições de tempo ligadas com esta forma de frente é geralmente complexo. Grande parte é produzida pelo ar quente erguido no alto. Quando as condições são favoráveis, a nova frente sozinha é capaz de iniciar precipitação (DAMMOUS, 2015). Nestas frentes a nebulosidade e o tempo associados estão relacionados com a primeira frente e aquela que se segue após a oclusão. Em ambos os casos, à medida que a eclosão evolui, a nebulosidade e a precipitação diminuem de intensidade (VIANELLO, 2000).

Além das frentes que influem na ocorrência de chuvas, temos, a zona de convergência intertropical também denominada de zona tropical é a área que gira em torno da terra nas proximidades da linha do equador. Esta zona influencia na precipitação nos continentes africano, americano e asiático. Está situada entre os trópicos de Câncer, no hemisfério norte, e de Capricórnio, no hemisfério Sul, é cortada ao meio pela linha do equador, considerada a zona mais quente do planeta. Todos os continentes possuem terras nessa zona térmica, em maior ou menor escala, exceto a Europa e a Antártica (FERREIRA, 2015).

Os sistemas meteorológicos e mecanismos de interação oceano- atmosfera agem na variabilidade da precipitação na Amazônia vão desde a escala anual a local. São eles: ENOS (El nino oscilação Sul), oscilação Madden- Julian (OMJ), padrão de dipolo no oceano atlântico (PDO), zona de convergência intertropical (ZCIT); zonas de convergência Atlântico Sul (ZCAS), ondas de leste, linhas de instabilidade (LI), brisa marítima/terrestre que conforme as atividades agem acelerando ou o desenvolvimento das nuvens e posteriormente as chuvas enfraquecendo (SANTOS, et al., 2014).

Santos et al. (2011) usa o método de análise fatorial em componentes principais para determinar a variabilidade temporal e espacial, com a identificação de grupos homogêneos no estado do Pará, onde os três primeiros fatores explicam 92, 91% dos dados. No primeiro fator em estudo a forçante dinâmica, forma conglomerados convectivos, no outono austral, com

precipitação abundante, onde a alta da Bolívia se desloca para Norte provoca precipitação no estado. Ainda no primeiro fator a ZCIT desloca para o HN provoca a inibição da nebulosidade na parte sul. Chuvas são provenientes de diferentes sistemas atmosféricos na região Norte: de maio – agosto as LIs e Junho- cinturões monçônicos do NEB (alísios).

No fator 2, no final da primavera e início do verão ocasiona precipitação no Sudoeste devido a direção das ZACAs Noroeste/Sudoeste. Pelas ZACAs e pela Alta da Bolívia a convecção começa a surgir com o aquecimento do Antepiano boliviano. Já o terceiro fator na região Costeira nos meses de Janeiro a Abril, com o deslocamento Norte/Sul da ZCIT de Março a Abril. Precipitação na parte central, Nordeste e Sudoeste devido a convecção local e as linhas de instabilidade, por conseguinte as LIs (linhas de instabilidade) se formam pelas brisas de Leste para Oeste. Também foi usado o método Ward, para delimitar as três regiões homogêneas: RH1 (Noroeste e Nordeste- 31 postos pluviométricos) pluviometria superior 2300 mm/ano (Março de 370 mm e Agosto 50 mm), RH2 (parte Central do Pará- 31 estações) pluviometria superior 2090 mm/ano (Março de 370 mm e Agosto de 40 mm), RH3 (Sudoeste-Sudeste- 10 estações), pluviometria 1900 mm/ano (Julho de 20 mm e Março de 320 mm).

Considerada um dos mais importantes sistemas meteorológicos que atua nos trópicos, a zona de convergência intertropical (ZCIT) é de extrema importância para a circulação geral da atmosfera. Nesta circulação estão presentes três cinturões de ventos que são visualizados em cada hemisfério do planeta terra. A zona de convergência intertropical (ZCIT) está localizada no ramo ascendente da célula de Hadley; essa circulação age para de transferência de calor e umidade (dos oceanos) dos níveis internos da atmosfera das regiões tropicais para os níveis superiores da troposfera e para médias e altas latitudes (manutenção do balanço térmico global) (MÁSTER, 2015).

Na região Norte principal fenômeno meteorológico atuante na no período chuvoso é a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Considerada uma banda de nebulosidade constituída pelo encontro dos ventos alísios (São ventos úmidos e que provocam chuvas nos locais onde convergem) de sudeste (hemisfério sul) e nordeste (hemisfério norte). Esta banda é favorável à formação de áreas de instabilidade deixando o tempo chuvoso e com cobertura de nebulosidade mais elevada na região. No ano de 2014, começo do trimestre os máximos de chuva mostram-se no sentido zonal, favorecidos pela ZCIT situada mais ao sul, alcançando a região nordeste e central da Amazônia, mais precisamente sobre o norte dos estados do Amazonas, Pará e Maranhão, e no Amapá e sul de Roraima. O início da estação seca ocorre

no mês de Maio na porção sul da Amazônia, especialmente nos estados do Tocantins e Mato Grosso, com diminuição significativa no volume de precipitação. Grande parte da região encerra o último mês do trimestre com índices pluviométricos abaixo de 50 mm, no momento em que a massa de ar seco já está estabelecida no Brasil Central (SIPAM, 2014; ZCIT, 2015).

São responsáveis pela formação de nuvens cumulus e cumulonimbus, que formam uma linha contínua. O vento pode elevar subitamente, a temperatura diminui, juntamente com pancadas de chuva e granizo, e continuamente por relâmpagos e trovões vêm antes ou depois das frentes (CPTEC, 2015). Considerada parte de um distúrbio que se propaga em mesoescala, consiste em diversos cumulonimbus. Para formar a linha de instabilidade, uma região precipitante de bigorna é arrastada na retaguarda do sistema (ALCÂNTARA, 2010).

As linhas de instabilidade tropicais que são responsáveis pela maior parte da ocorrência de chuvas, por isso são sistemas de grande importância para a região, e para a circulação global, em decorrência de seu eficiente transporte de umidade, massa e gases para a alta troposfera e possuem características diferentes de tempo e velocidade de propagação, se formam como resultado da circulação da brisa marítima desde a costa da região norte até a região nordeste e velas, podem apresentar extensão horizontal da ordem de centenas de quilômetros. Elas são formadas por toda a bacia, mas aquelas que são formadas na costa norte do Brasil são as mais interessantes, por alcançarem um deslocamento de até 3000 km, alcançando as proximidades da Cordilheira dos Andes e com ciclo de vida que pode chegar às 48h (LOUREIRO et al., 2006; ALCÂNTARA et al.).

Esta zona está no interior de uma região onde ocorre a interação de características marcantes atmosféricas e oceânicas: zona de confluência dos Alísios (ZCA); zona do cavado equatorial; zona de máxima temperatura da superfície do mar; zona de máxima convergência de massa; e zona da banda de máxima cobertura de nuvens convectivas, todas interagindo próximas à faixa equatorial. Embora nessa interação as características não se apresentem, necessariamente, ao mesmo tempo, sobre a mesma latitude (FERREIRA, 2015).

A mensuração de valores de TSM data a década de 80, à causa deste evento foi para que o monitoramento sistemático viesse a ocorrer. Os impactos da variabilidade climática levaram os Estados Unidos, Japão e Austrália a implantarem um sistema que monitore a atmosfera e do oceano na região do Pacífico Tropical desde a região da Austrália e Indonésia até a costa oeste da América do Sul. Tal monitoramento impulsiona os estudos da variabilidade termodinâmica do Pacífico Tropical e suas influências remotas em várias

localidades do globo. Um dos avanços importantes, embasados no monitoramento no Pacífico Tropical, foi o surgimento dos primeiros Modelos Físico-Matemáticos (MFM) para a previsão da TSM (ALVES et al., 2006).

Os processos de troca de energia e umidade entre o sistema climático determinam o comportamento do clima, e alterações destes processos podem afetar o clima regional e global. Uma componente do sistema climático da terra é representada pela interação entre a superfície dos oceanos e a baixa atmosfera adjacente a ele. O ENOS é formado pelo OS (Oscilação Sul) e o “El Niño”, são considerados um fenômeno oceano-atmosférico relacionado às modificações dos padrões de temperatura da superfície do mar (TSM) e dos ventos alísios na região do Pacífico equatorial entre a costa peruana e no Pacífico oeste nas proximidades da Austrália. O ENOS é o principal fenômeno envolvido na variabilidade interanual do clima. A variabilidade da precipitação pode ser explicada por tal fenômeno no sudeste; norte e nordeste; e a da costa equatorial oeste. Exemplos de anomalias climáticas relacionadas a esses fenômenos são: as secas na Indonésia, Austrália, e norte do nordeste do Brasil. Chuvas acima do normal acontecem no Peru, Equador e Ilhas do Pacífico central e leste. Também existem anomalias em altitudes extratropicais, com temperaturas elevadas no Alasca, Sudeste da Ásia, Sul e Sudeste do Brasil, Uruguai e Norte da Argentina (ARAGÃO, 1998; LOPES et al., 2007; GERÓLAMO & KAYANO, 2010; CAPISTRANO, 2012).

O ENOS, também chamado El Niño Oscilação Sul representa de forma mais semelhante a um fenômeno de interação atmosfera-oceano, relacionado às mudanças dos padrões normais da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) e dos ventos alísios na região do Pacífico Equatorial, entre a Costa Peruana e no Pacífico oeste próximo à Austrália. Além de índices baseados nos valores da temperatura da superfície do mar no Oceano Pacífico equatorial, o fenômeno ENOS pode ser também quantificado pelo Índice de Oscilação Sul (IOS). Este índice representa a diferença entre a pressão ao nível do mar entre o Pacífico Central (Taiti) e o Pacífico do Oeste (Darwin/Austrália). Esse índice está voltado para as mudanças na circulação atmosférica nos níveis baixos da atmosfera, consequência do aquecimento/resfriamento das águas superficiais na região. Valores negativos e positivos da IOS indicam a ocorrência de fenômenos como: “El Niño” e “La Niña” respectivamente (Figura 3 a, b) (FREIRE et al., 2011; INPE, 2015).

O ENOS é dividido em duas fases, na fase fria do ENOS (La Niña) as características de PNM, TSM e vento são aproximadamente inversas a da fase quente. Para determinar a fase

e intensidade do ENOS dá-se por meio do índice de oscilação Sul (IOS), que é definido como a diferença normalizada entre a anomalia normalizada de PNM entre o Pacífico Central (Taiti) e o Pacífico do Oeste (Darwin/Austrália). Os valores negativos e positivos elevados do IOS são indicadores da ocorrência do El Niño (EN) e La Niña (LN), respectivamente. O IOS é anti-correlacionado com os índices oceânicos do Niño. Quando o IOS é negativo (positivo) o ENOS encontra-se na fase quente (fria). Outra forma de determinação da intensidade do ENOS é por meio dos índices de TSM da região equatorial do Pacífico, como o Niño1+2, Niño-3, Niño-3.4, Niño-4, sendo estes definidos como a média de anomalia de TSM sobre a área limitada, 0N-10S e 90-80W; 5°N-5°S e 150°W-90°W; 5°N-5°S e 170°W-120°W; 5N-5S e 160E-150W. (CAPISTRANO, 2012; KIYUNA, 2002).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de Estudo

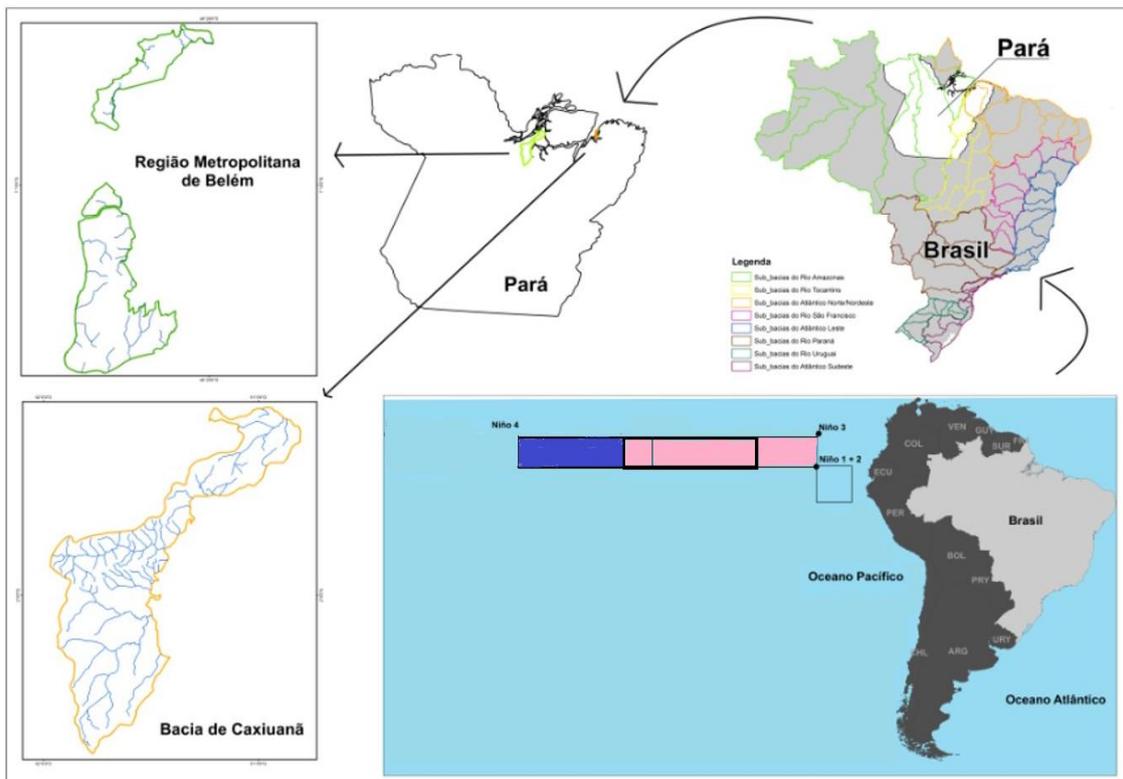
A pesquisa em questão abrange as áreas de Caxiuanã- PA e Belém- PA. A flona de Caxiuanã- PA é caracterizada por ser uma floresta tropical úmida de terra firme com extensão 330 mil ha, a maior UC no interflúvio Tocantins e Xingu situada no município de Melgaço, Pará, base operacional da Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn), do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). A grade do projeto situa-se na Floresta Nacional de Caxiuanã- PA, mas fora dos limites da Estação Científica Ferreira Penna, com localização geográfica de: 1° 57' 37" S e 51° 36' 55" W. Criada em 1961 ocupa parte dos municípios de Melgaço e Portel e é inserida na bacia na porção inferior do rio Anapu, entre os rios Tocantins e Xingu (Amazônia Oriental), nos municípios de Melgaço e Portel, com área de 317.946,37 hectares (estado do Pará), onde é localizada a flona de Caxiuanã, com limites norte de 1°37'S / 51°19'W e 1°54'S / 51° 58'W e limites sul de 2°15'S / 51°15'W e 2°15'S / 51°56'W. A Floresta ombrófila densa de terras baixas cobre 85 % da área, O restante é coberto por igapó (19%) e áreas de vegetação aberta. São mapeadas em Caxiuanã até o momento 1.010 espécies de plantas, 134 espécies de líquens, 33 espécies de fungos macroscópicos, e 746 espécies de animais (PPBIO, 2015; MONTAG e et. al.; 2008; ICMBIO, 2015).

3.2. Bacias Hidrográficas (Integrador de área)

A bacia hidrográfica da Amazônia apresenta extensão desde a Cordilheira dos Andes no Oeste, até o oceano Atlântico no Leste e ocupa aproximadamente de 5% da área terrestre do planeta. O bioma da Amazônia é caracterizado por uma extensa floresta tropical úmida,

ligada intimamente à atmosfera e aos solos pobres em meio a uma enorme rede de rios e igarapés. A cobertura vegetal do bioma envolve áreas afetadas permanentemente pela água (áreas úmidas - lençol freático na superfície ou muito perto), áreas alagadas sazonalmente (várzea e igapó, vegetação ciliar), ou áreas não afetadas não inundáveis (terra firme). As florestas de terra firme não recebem nutrientes sedimentares conduzidos nas cheias pela água dos rios. Os demais biomas na bacia hidrográfica amazônica incluem o yungas dos declives dos Andes, partes do páramo e puna; e partes do cerrado” (ARTAXO et al., 2014). A pesquisa em questão abrange as áreas de Belém (PA) e Caxiuanã (PA) inseridas nas regiões hidrográficas abaixo descritas (Figura 3):

Figura 3: Mapa de localização geográfica da América do Sul, Brasil e estado do Pará, com destaque para as principais bacias do Brasil, Pará, Belém e Caxiuanã e as regiões dos ninos 1+2, 3, 3.4, e 4.



Fonte: Autora, 2016.

3.2.1. Região Hidrográfica Costa Atlântica – Nordeste

Abrange 10,1% da área do estado. É formado pelas bacias dos rios Guamá-Moju, Gurupí e das bacias da região do Atlântico. Tem como principais drenagens os rios Guamá,

Capim, Acará, Mojú, Aiu-Açu, Acará Miri, Camari, Piriá, Gurupi-Miri, Guajará, Rolim, Coaraci-Paraná, Uarim, Caeté, Pirabas, Maracanã, Marapanim, Mojuí e Maguari. Esta região envolve como principais municípios: Esta região inclui como principais municípios Rondon do Pará, Dom Eliseu, Abel Figueiredo, Bom Jesus do Tocantins, Jacundá, Goianésia do Pará, Breu Branco, Moju, Igarapé-Miri, Abaetetuba, Barcarena, Viseu, Cachoeira do Piriá, Nova Esperança do Piriá, Paragominas, Ulianópolis, Dom Eliseu, Augusto Correa, Santa Luzia do Pará, Tracuateua, Bragança, Quatipuru, Bonito, Capanema, São João de Pirabas, Primavera, Peixe-Boi, Nova Timboteua, Salinópolis, Santarém Novo, Santa Maria do Pará, Igarapé-Açu, Maracanã, Magalhães Barata, São Francisco do Pará, Terra Alta, Marapanim, Castanhal, São João da Ponta, São Caetano de Odivelas, Vigia, Colares, Santo Antônio do Tauá, Santa Izabel do Pará, Curuçá, Santa Bárbara do Pará, Benevides, Ananindeua e Belém. Sendo formada pela: Sub-Região Hidrográfica: Guamá – Mojú; Sub-Região Hidrográfica: Gurupí; Sub-Região Hidrográfica: Costa Atlântica.

3.2.2. Região Hidrográfica de Portel – Marajó

Ocupa um território de 10,8% da área do estado. Formada pelas bacias dos rios Anapú, Pacajá, pelas bacias da região ocidental do Marajó e oriental do Marajó, tendo como drenagens principais os rios Marinau, Tueré, Pracuruzinho, Curió, Pracupi, Urianã, Arataí, Mandaquari, Jacaré-Paru Grande, rio Jacaré Paruzinho, Anajás, Aramã, Jacaré, Cururú, Afuá, Jurupucu, Jurarã e dos Macacos. Envolvem os municípios de Portel, Pacajá, Bagre, Novo Repartimento, Anapú, Breves, Chaves, Afuá, Anajás, Currálinho, São Sebastião da Boa Vista, Muaná, Soure, Salvaterra, Cachoeira do Ararí, Santa Cruz do Ararí e Ponta de Pedras. Sendo formada pela: Sub-Região Hidrográfica: Calha Amazônica; Sub-Região Hidrográfica: Marajó Ocidental; Sub-Região Hidrográfica: Marajó Oriental; Sub-Região Hidrográfica: Rio Pará; Sub-Região Hidrográfica: Baía de Caxiuanã (SEMAS, 2015). Das bacias acima referidas serão estudadas apenas a Sub-Região Hidrográfica: Baía de Caxiuanã e a sub-região hidrográfica Costa- Atlântica e Guamá- Moju.

A área de Belém é dividida em 8 Distritos Administrativos e 71 bairros, o município de Belém, ocupa um território de 50.582,30 ha, sendo que a parte continental totaliza 17.378,63 ha ou 34,36% da área total, e a parte insular formada por 39 ilhas, que são correspondentes 33.203,67 ha ou 65,64%. O contingente populacional na região urbana representa uma taxa de urbanização maior que a analisada para a Amazônia e para o Estado

do Pará. A densidade demográfica de Belém atual é de 1.201,39 hab./km² (PREFEITURA DE BELÉM, 2015).

A localização do município de Belém está entre 1° 10' e 1° 30' de latitude Sul e 48°10' e 48° 30' de longitude Oeste, formado por uma parte insular e uma parte continental (173,7864 km²), na última parte mencionada, localiza-se a sede municipal, Belém, a 1° 27'21" de latitude Sul e 48° 30' 16". Devido à expansão da área urbana a parte continental de Belém está dividida em 1ª. Léguas Patrimoniais e 2ª. Léguas Patrimoniais. As bacias de Belém são correspondentes a uma rede de drenagem formada por 23 bacias hidrográficas que escoam em direção aos rios Guamá e Baía do Gajará. Na primeira légua é a parte onde se iniciou o processo de urbanização, sendo limitada pelo rio Guamá ao Sul e a oeste pelo rio Guajará, a cidade de Belém é caracterizada por terraços e planícies litorâneas. As altitudes das bacias atingem até 25m na segunda légua patrimonial, e na primeira légua patrimonial de 10 até abaixo de 4m. As partes que sofrem influência das marés são as áreas de 4m, chamadas de áreas baixas, que são equivalentes a 79,31%, do território da 1ª légua patrimonial de Belém, as bacias hidrográficas: Tamandaré (1,74 km²), Comércio (0,37 km²), Reduto (0,94 km²), Una (36,64 km²) e das Armas (1,80 km²), que deságuam na Baía do Guajará; e Tucunduba (10,55km²), Estrada Nova (9,64 km²), que deságuam no Rio Guamá (SANTOS, 2012; LUZ et al., 2014).

A bacia do bosquinho ocupa parte do bairro universitário, está situada entre as bacias Murutucum e Tucunduba, e apresenta uma área total de 2,60km² (11,54% alagável). Localizada na parte sul da cidade de Belém, a Bacia do Tucunduba é delimitada pelas bacias do Murucutu, Una e Estrada Nova. Ocupa uma área total de 10,55 km², dos quais 5,75 km² (54,50%) são de área alagável e 4,80 km²(45,50%) de área não alagável. Engloba os distritos DAGUA, DABEL e DAENT (parte dos bairros de São Brás, Marco, Curió-Utinga e Universitário e os bairros de Canudos e Terra Firme), sendo composta de 14 canais que perfazem 14.175m de extensão. A Bacia do Murutucum apresenta uma área de 13,10km², sendo 12,98% alagável; compreende áreas relativas à parte dos bairros Universitário, Marco, Souza, Castanheira e Curió - Utinga, abrangendo deste modo "locus" institucionais, tais como: Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e COSANPA. Afere-se que nesta área residam 10.462 pessoas (SILVA, 2003).

A maior parte dos bairros de Belém são correspondentes à bacia da Estrada Nova, sendo uma das bacias hidrográficas de maior contingente populacional, possui superfícies

cortadas por igarapés, com maior parte deles canalizados. Esta bacia apresenta coordenadas geográficas de 01°27'20" de latitude Sul e 48°30'15" de longitude a Oeste de Greenwich, abrangendo uma área de 958 hectares, o que equivale a 16% da área urbana do Município de Belém. Essa bacia engloba os bairros do Condor, Jurunas, Guamá e Cremação e pequena parte dos bairros de Batista Campos, São Brás, Nazaré e Cidade Velha. A bacia da Estrada Nova foi dividida em sub-bacias: a Sub-bacia 1, que inclui os bairros do Jurunas e Batista Campos e apresenta como canais principais o da Timbiras, da Caripunas e parte da Bernardo Sayão. A Sub-bacia 2, com os bairros do Jurunas, Condor, Cremação, Nazaré, São Brás e Batista Campos. Com os canais da Dr Moraes, 14 de Março, Quintino e parte da Bernardo Sayão sendo os principais. A Sub-bacia 3, compreendendo os bairros da Condor, São Brás e Guamá. E seus canais principais são o da 3 de Maio e parte da Bernardo Sayão. Sub-bacia 4 envolve principalmente o bairro do Guamá. E o canal principal é do da Bernardo Sayão (BRAGA et al., 2014).

Com 19,84 km², a área da Bacia do Água Preta, apresenta uma parte alagável de 4,37km², compreende os bairros de Curió-Utinga e Castanheira, em parte, e Guanabara. Finalmente, a Bacia do Aura, que apresenta uma área de 17,88km², com 6,26% alagável, abrangendo os bairros do Aurá, Curió-Utinga (parte) e Águas Lindas (parte). Está localizada nas adjacências das fontes de captação de água que realizam abastecimento a cidade de Belém e predominam no uso do solo institucional, rural e comercial atacadista. As bacias da Estrada Nova e Tucunduba estão situadas nas áreas mais urbanizadas, se comparada às outras.

A declividade reduzida e a composição do leito marcado pela impermeabilidade, também são as fundamentais características dos cursos d'água que cruzam a região metropolitana de Belém-PA, provocando constantes inundações. As bacias que drenam tais cursos d'água são as bacias da Baía do Guajará, dentre elas a Bacia do Tamandaré com uma área de 1,74km² com 36,21% de áreas alagáveis, incluindo partes dos bairros da Cidade Velha, Batista Campos e Campina. Nestas áreas o uso do solo é predominante para comércio e serviços.

A Bacia do Comércio inclui partes dos bairros da Cidade Velha, Campina e Reduto e tem área de 0,37 km², sendo 0,06 km² alagável. O uso predominante do solo é para comércio e serviços. A área da Bacia do Reduto é de 0,94km² (22,34% alagável) compreendendo partes dos bairros do Reduto, Nazaré, Campina e Batista Campos. A predominante ocupação é de uso comercial e de serviços. Bacia das Armas abrange partes dos bairros do Reduto, Umarizal

e Nazaré, possuindo uma área de 1,80km², sendo 0,63km² alagável (35%) (SILVA, 2003; ALMEIDA et al., 2004).

O bairro de Fátima, por ter uma boa integração com os viários sistemas e sua privilegiada localização do UNA era uma das áreas mais alagadas dentro da 1^o légua patrimonial. As populações baixo poder de aquisitivo ocupam seus limites, com uma tipologia habitacional denominada de palafitas. As características do sítio não inibiram a especulação da área, por sua localização próxima pela elevada oferta de equipamentos públicos e serviços. De forma semelhante a demais canais urbanos, o volume reduzido e a baixa declividade, levaram os engenheiros a optar pela correção dos canais, com o uso de taludes impermeáveis para elevar a velocidade da vazão. Já na área da bacia do UNA, com a mancha de alagamento cobrindo o barreiro e áreas a volta. Diferente da 1^o área seus canais possuem maior vazão, pois recebe a somatória de todos os canais do UNA. A área do UNA abrange também, o barreiro, mais afastado da área central, com uma infraestrutura e oferta de transportes problemática, que forma quadras irregulares e vias tortuosas, com larguras que variam e disposição das edificações de forma irregular e com presença de quintais e áreas permeáveis na área interna das quadras. Quanto maior a distância das vias marginais e das avenidas próximas, maior é o número de lotes de área inferior a 100m² e com dificuldade de acesso (LOPES & LIMA, 2014).

3.3. Mapas Hipsometricos

Estes mapas representam a elevação de um terreno por meio de cores, constantemente são usadas graduação de cores que começam com verde- escuro para altitudes baixas e passando por amarelo e vermelho, até as cores cinza e brancas para elevações grandes (SÁ, 2014).

Para a confecção destes mapas são extraídos modelos digitais de elevação do terreno chamado SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) que é correspondente a um programa de tecnologia e pesquisa topografica em longo prazo na superfície terrestre oceanos, atmosfera, gelo e vida. Para determinar relativamente os dados de elevação SRTM ao elipsóide ou para a referida superfície que foi empregada para mensurar pontos de controle no campo. A partir da imagem RSTM são extraídas as curvas de nível, com equidistância de 30 armazenadas em arquivos shapefiles no software ArcGIS 9.2 (CASTRO, 2009).

Primeiramente foi adicionada uma imagem RSTM de resolução 30x30, de vetores/shep file dos municípios de Belém (PA) e Caxiuanã (PA). Os vetores RSTM foram baixados do site da Embrapa, onde foi selecionada a opção relevo- graficamente para o download, posteriormente foram selecionadas no mapa as áreas referidas. Os dados altimétricos do SRTM em formato matricial, foi elaborado um fatiamento dos níveis topográficos com equidistância de 10 metros. Para tal, foi executado no software ArcGIS 9.x um procedimento geoestatístico nos dados SRTM, o qual permitiu seu refinamento de 30 metros de resolução espacial para 30 metros de resolução. As folhas selecionadas são da configuração: AS-22-X-C, SA-22-V-D e SA-22-Y-V (Caxiuanã) e para Belém (SA-22-X-D). Posteriormente foi efetuado o mosaico das imagens e o recorte das imagens do RSTM de Belém/ PA e Caxiuanã/PA pela ferramenta extract by mask.

Tal procedimento é denominado de Spline, sendo este correspondente a um método de interpolação, onde são estimados valores médios entre os pontos inseridos empregando uma função matemática que diminui em todas as partes a curvatura das superfícies, o que leva a obtenção de uma superfície suave que passa precisamente através de pontos de entrada. Esta nova resolução espacial permitiu delimitar as faixas topográficas sem problemas de sobreposição e com um bom ajuste em relação às classes de declividades geradas. Finalmente estas faixas foram convertidas para o formato shapefile ainda no software ArcGIS 9.x. Na formação do mapa delimitou-se 4 faixas topográficas com 10 metros de equidistância, foi unido o intervalo nas tabelas, foram divididos todos os intervalos em um único shape e posteriormente foram transformados em polígonos cada intervalo, através de ferramentas arctoobase> data management too> features> feature to polygan. Foram definidos os níveis 0-10m metros de altitude na faixa mais rebaixada, até 50m-60m metros nas partes mais altas.

O enfoque do estudo das bacias esta relacionado com algumas características fisiografias mais precisamente a variação de altitude é associada com a precipitação, evaporação, transpiração e, portanto sobre o deflúvio médio. Elevadas variações de altitude numa bacia levam a diferenças significativas na temperatura média, que por sua vez, ocasionam modificações na evapotranspiração. As mais significativas, todavia, são as possíveis mudanças de precipitação anual com a elevação. Quanto à amplitude altimetria é a variação entre a altitude máxima e altitude mínima. (TEODORO, 2007).

3.4. Banco de Dados e Cálculo da Anomalia

Neste trabalho foram utilizadas séries de dados da precipitação (PRP) e da temperatura da superfície do mar (TSM), com respectiva anomalia no Pacífico equatorial. Para tal foram usados os índices niño-1+2 (0-10S, 90W-80W) (CARVALHO, 2011). Os dados da precipitação pluvial possuem uma série climatológica de 1950- 2014 (65 anos) para a região de Belém- PA, sendo estes obtidos do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) e uma série de dados para os anos de 1998-2014 (17 anos) fornecidos pelo CMORPH (CPC MORPHing technique). Em relação à Caxiuanã (PA) os dados foram oriundos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) em parceria com o LBA (de pluviômetros pontuais) para o período de 2000-2014 (14 anos) e do CMORPH (CPC MORPHing technique) para o período de 1998- 2014.

Para baixar os dados climatológicos de precipitação (PRP) foi usado o site do CMORPH (CPC MORPHing technique) : < sst.mmean.n.c>) e posteriormente a sequencia de opções: open grads> dowload> Grads> 2.202oga.2> Windows> 3° opção>executar>português> avançar>avançar> instalar> internet> open grads> opção (xmin) > server> permitir acesso> janela escura> enter>. Em seguida o arquivo foi salvo na pasta disco local> bloco de notas>opção de script. Para baixar os dados da temperatura da superfície do mar (TSM) e respectiva anomalia foi usado o site: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/> e para baixar os dados do INEMET foi consultado o site: <http://www.inmet.gov.br/portal/index>.

Sequentemente foi realizado um estudo de algumas variáveis, mais precisamente da precipitação (PRP) e temperatura da superfície do mar (TSM), baseado em banco de dados climatológicos e na literatura, com o intuito de obter maior entendimento a respeito da atuação da chuva e da TSM (temperatura da superfície do mar) na precipitação pluvial e nas bacias sub- bacias em ambiente de floresta nativa e área urbana. Posteriormente os dados de precipitação foram dispostos em planilhas no excel e calculadas a anomalia da precipitação pluvial (PRP) através dos dados mensais de cada ano subtraídos da média de todos os meses para o período em questão, com o intuito de calcular variabilidade da anomalia mensal, e posteriormente foram subtraídos os dados anuais da média dos mesmos, para mensurar a variabilidade da anomalia anual.

3.5. Análise Estatística

O método usado para analisar estatisticamente estes dados é o Agrupamento em Componentes Principais (ACP) que é considerado um método de análise multivariada, que

viabiliza estudos com um elevado número de dados. Também apresenta a possibilidade de verificação das mensurações com maiores variações de dados, sem expressivas perdas. Este agrupamento transforma um conjunto original de variáveis em outro conjunto que são os componentes principais (CP) de dimensões análogas. Esta mudança em outro grupo de variáveis acontece com uma reduzida perda de informação, em decorrência da eliminação de variáveis originais que apresentem pouca informação. A diminuição destas variáveis só terá possibilidade se elas forem independentes e apresentarem coeficientes de correlação não nulos.

O objetivo da análise de componentes principais é abranger aspectos como a geração, a seleção e a interpretação das componentes pesquisadas. Também almeja-se determinar as variáveis de maior influência no desenvolvimento de cada componente, que serão usadas para futuros estudos, tais como de controle de qualidade, estudos ambientais, estudos populacionais entre outros (VICINI, 2005). Estão relacionados em uma determinada matriz de variância/covariância, que apresenta a variância de um conjunto de dados na diagonal principal e a covariância entre esses dados nos outros pontos (SANTOS e et al.; 2014).

Segundo Guedes et al. (2010) Por meio da matriz de dados X (n indivíduos \times p caracteres), cujas variáveis possuem média $E(x_j)=m(j)$ e variância $V(x)=s(j)$, $j= 1...p$, é possível obter a matriz de variância e covariância S , sendo assim:

$$S = \frac{1}{N} X \cdot X^t \quad (1.1)$$

Levando em consideração a matriz X com valores centrados e X^t sua matriz transposta e n é o número de indivíduos ou estações. Com a normalização da matriz das variáveis variáveis $x_1, x_2, x_3, \dots, x_p$ normalizadas (média zero e variância um) por intermédio da média e do desvio padrão, a matriz de variância e covariância será análoga à matriz de correlação R , dada por:

$$R = \frac{1}{N} Z \cdot Z^t \quad (1.2)$$

Considerando matriz R uma matriz de correlação simétrica e positiva de dimensão $(p \times p)$, por uma matriz ortogonal A será diagonalizável, de mudança de base chamada de matriz dos autovetores. Dessa forma, a matriz diagonal D , cujos os elementos diagonais são

os autovalores de R , é obtida por: $D = A^{-1} \cdot R \cdot A = A^{-1} R A$. Desse modo, A^{-1} é a inversa da matriz A .

As CP's U_1, U_2, \dots , resultados de combinações lineares entre a transposta dos p autovetores de A^t e a matriz de observações X , isto é:

$$U = A^{-1} X. \quad (1.3)$$

Os valores X_i do n -ésimo local podem ser estimados pela seguinte expressão:

$$X_i = A_{j1} U_1 + A_{j2} U_2 + \dots + A_{jk} U_k + \dots + A_{jp} U_p \dots \dots 1 \ 1 \ 2 \ 2. \quad (1.4)$$

Onde conjunto dos autovetores são as variáveis de U_p de X organizados por ordem decrescente dos autovalores mais significativos de A em A_k , qual seja:

$$U_k = \sum_{j=1}^n A_{jk} X^k. \quad (1.5)$$

$J=1.$

O ajuste das componentes é realizado através da explicação da variância, pela crescente ordem dos autovalores, onde os valores próprios é a soma das variâncias centradas e normalizadas. De tal modo, a porcentagem da variância dos autovalores em decrescente ordem que é dada por:

$$\% \text{ Var } (X) = \sum_{i=1}^J \lambda_i \quad (1.6)$$

$$\frac{\sum_{i=1}^J \lambda_i}{\sum_{j=1}^J \lambda_j}$$

O critério adotado no trabalho em questão foi o critério Kaiser onde, o procedimento para escolher as componentes principais, consiste em um primeiro componente principal Y_1 , que irá descrever um eixo que reduz a soma das distancias euclidianas ao quadro de todos os pontos até aquele eixo. Já o segundo componente Y_2 é dado pela projeção ortogonal do primeiro componente, que tem retida a segunda maior quantidade de variância dos dados originais; o terceiro componente principal Y_3 , é um vetor que se ortogonaliza aos dois

primeiros e que possui o terceiro posto da hierarquia estabelecida, de acordo com a retenção da variância e assim por diante. Em suma este critério é um método exploratório que indica a redução do espaço paramétrico (SILVA & PADOVANI, 2006).

De acordo com a metodologia aplicada por Vicine (2005) modificado, podemos destacar dois tipos de ACP para efetuar análise tanto no espaço quanto no tempo, modo- S e modo- T. Neste trabalho foi usado o modo- T é muito utilizada para a síntese e reprodução de padrões de circulações, para quantificar sua frequência e expor períodos de tempo dominantes, ou seja, para a obtenção da evolução dos modos de dominação principal de circulação que viabilizem analisar a trajetória e o comportamento dos sistemas sinóticos em relação a algumas áreas. Para o Modo-T, foram organizadas uma matriz de dados M ($m \times k$), onde as m linhas que correspondem aos anos e as k colunas aos meses, para a variabilidade mensal; já para a variabilidade anual considera-se m linhas correspondentes aos meses e k colunas relacionada aos anos para os respectivos dados de observações a seguir: EMBRAPA-2000- 2014 (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária)/ LBA- (Experimento de Grande Escala da Biosfera- Atmosfera) (14 anos); INMET- 1950 e 2014 (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) obtidos do pluviômetro (65 anos); CMORPH- 1998- 2014 (CPC MORPHing technique), adquiridos de dados espaciais (17 anos); também dados de TSM obtidos do NOA- 1950-2014 (National Oceanic and Atmospheric Administration) (65 anos).

Foram analisadas as porcentagens das variâncias, as componentes e os fatores gerados, com o intuito de verificar os meses e os anos de maiores correlações e as relações de precipitação pluvial com temperatura da superfície do mar que resultaram em maior porcentagem de variância dos dados.

Foram mensuradas a variabilidade da anomalia, mensal e interanual da anomalia da TSM e da precipitação pluvial com ACP nas respectivas bacias e sub- bacias, com posterior uso do teste de significância t – Student. Dentro deste contexto foram realizadas a comparações entre as altitudes das bacias e o índice pluviométrico nas regiões e estes relacionados à temperatura da superfície do mar. Também foram relacionadas anomalias da precipitação e TSM com a ocorrência de alguns fenômenos (ENOS, “el Niño” e “la Niña”).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Relação entre as Características Fisiografias das Bacias Hidrográficas de Belém- PA e Caxiuanã- PA e a Precipitação Pluvial

A morfometria ou hipsometria é relacionada a fatores climáticos e sociais com apoio de observações sistemática sem campo, direcionam as variáveis com modificações do relevo de correntes do aterramento das planícies de inundação, remoção da cobertura vegetal das localidades próximas aos canais contribui para o escoamento superficial bem como, outras dinâmicas (carreamento de substâncias e assoreamento) e finalmente a utilização do solo e ocupação urbana que ocorrem de forma indiscriminada originando e potencializando áreas sujeitas à inundação, levando a vulnerabilidade de inundações as populações que residem acerca da bacia hidrográfica (JÚNIOR, 2013).

A pesquisa em questão envolve duas coberturas, uma de floresta nativa e uma área urbana. A Floresta Nacional de Caxiuanã (PA) apresenta 300 mil hectares e está situada à margem esquerda da Baía de Caxiuanã (PA), nos municípios de Portel e Melgaço. Sua cobertura vegetal é formada especialmente pela Floresta Densa. Margeados por extensas florestas, os igarapés de Caxiuanã (PA) são periodicamente alagados pela maré e pelo transbordamento sazonal do rio, chamadas regionalmente por igapós, que são usados pela ictiofauna como locais que acolhem os peixes da floresta Nacional de Caxiuanã (PA) Sob controle do IBAMA e Museu Paraense Emílio Goeldi, tem em vista preservar os animais e as espécies vegetais da região. Sua área é cortada por dezenas de rios e cursos de água.

Sua bacia hidrográfica do estado abrange área de 1.253.164 km², sendo 1.049.903 km² pertencentes à bacia Amazônica e 169.003 km², pertencente à bacia do Tocantins. É constituída por mais de 20 mil quilômetros de rios como o Amazonas, que cruza o estado no sentido oeste/leste e deságua num grande delta marajoara, ou os rios Tocantins e Guamá que compõe bacias independentes. Estão localizados no Pará dos mais importantes afluentes do Amazonas como Tapajós, Xingu e Curuá, pela margem direita e, Trombetas, Nhamundá, Maicuru e Jari pela margem esquerda. Os principais rios são: o Amazonas, Tapajós, Tocantins, Xingu, Jari e rio Pará. A rede hidrográfica mencionada garante duas vantagens importantes, potencial hifroenergético avaliado em mais de 25.000 MW e a facilidade da navegação fluvial (MONTAG et al., 2008; JUNIOR, 2015).

Analisando-se os mapas hipsométrico da cidade de Belém (PA) abaixo, nota-se uma topografia plana, onde predominam as altitudes de 0- 10m e de 10m-20m, a soma de todas as classes: 0-10m, 10m-20m, 20m-30m, 30m-40m totalizam 243,00Km².

Tabela 1: Tabela que expõe as classes hipsométrias e as respectivas áreas das bacias de Belém (PA).

Classes hipsométricas	Área				
	Cotas (m)	Ponto Médio	Km ²	Área acumulada	PM*Área
0-10m	5	216,65	216,65	1083,25	89,15
10m-20m	15	23,06	239,71	345,9	98,64
20m-30m	25	3,03	242,74	75,75	99,59
30m-40m	35	0,26	243,00	9,1	100,00
Total		243,00		1514	

Amplitude Altimetria máxima=60, Altitude Média= 6,23 m

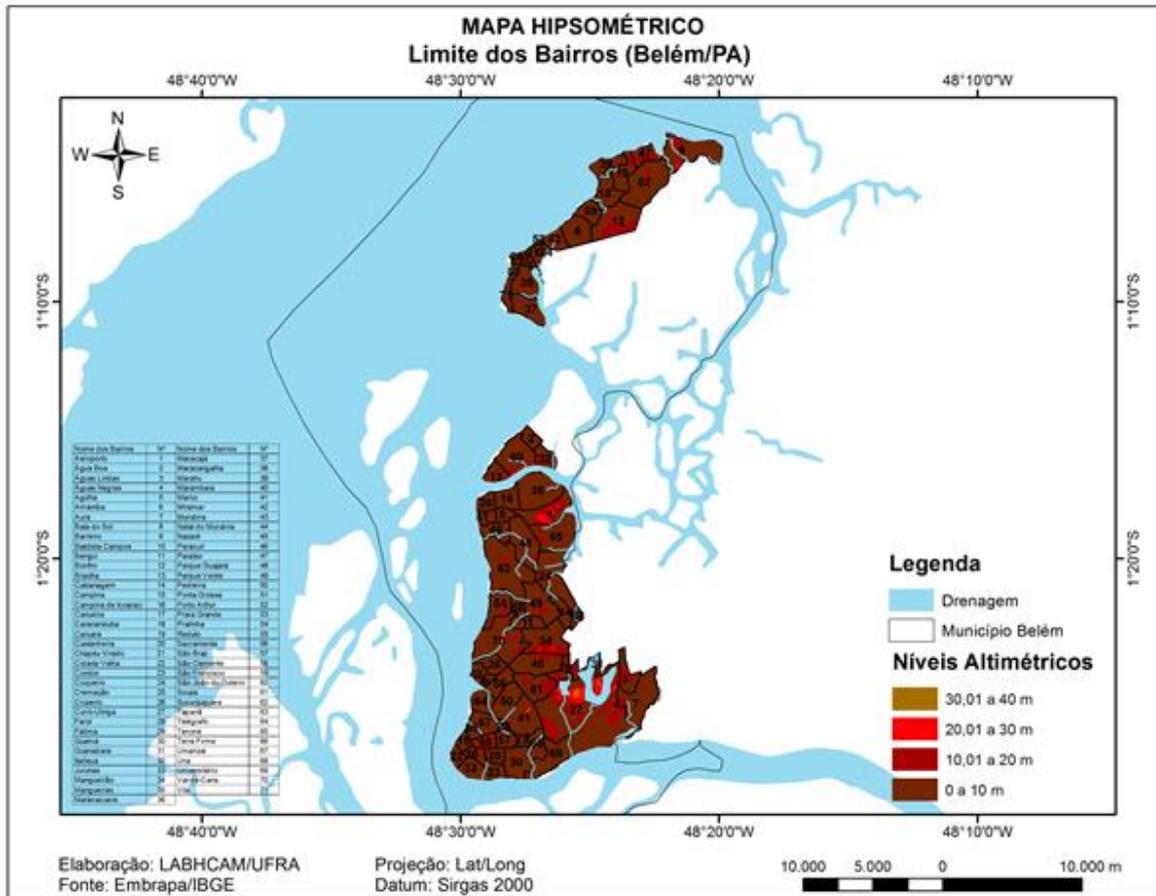
O mapa Hipsométrico (tabela 2) abaixo, que destaca o limite dos bairros da cidade de Belém- PA. No mesmo nota-se uma topografia plana, onde predominam as altitudes de 0-10m e de 10m-20m, a soma de todas as classes 0-10m, 10m-20m, 20m-30m, 30m-40m e 40m-50m, totalizam 243,00 Km².

Tabela 2: Tabela que expõe as classes hipsométrias e as respectivas áreas das bacias de Belém (PA).

Classes Hipsométricas	Área				
	Cotas (m)	Ponto Médio	Km ²	Área acumulada	PM*Área
10m-20m	15	23,06	239,71	345,9	98,64
20m-30m	25	3,03	242,74	75,75	99,59
30m-40m	35	0,26	243,00	9,1	100,00
40m-50m	45	0	243,00		
Total		243,00		1514	

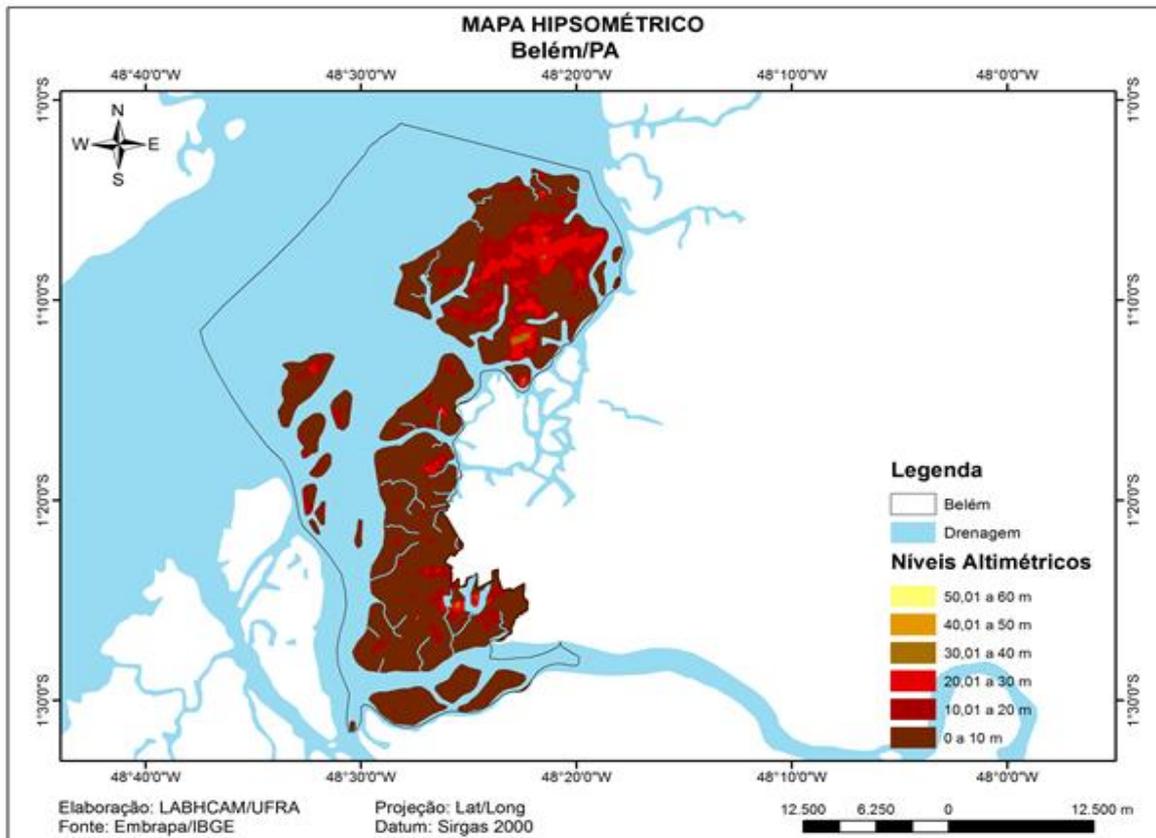
Amplitude Altimetria máxima= 60m, altitude Média= 6,23 m

Figura 4: Mapa Hipsométrico, que destaca o limite dos bairros da cidade de Belém- PA, com respectivas altitudes das bacias e sub-bacias.



Analisando-se os mapas hipsométricos, nota-se uma topografia plana, onde predominam as altitudes de 0- 10m e de 10m-20m, a soma de todas as classes 0-10m, 10m-20m, 20m-30m, 30m-40m, 40m-50m e 50m-60m, totalizam 243,00 Km².

Figura 5: Mapa Hipsométrico, que expõe a altitude das bacias da cidade de Belém-PA.



Analisando-se os mapas hipsométrico, nota-se uma topografia plana, onde predominam as altitudes de 0- 10m e de 10m-20m, a soma de todas as classes: 0-10m, 10m-20m, 20m-30m, 30m-40m, 40m-50m, 50m-60m, 60m-70m, totalizam 3.244,33 Km².

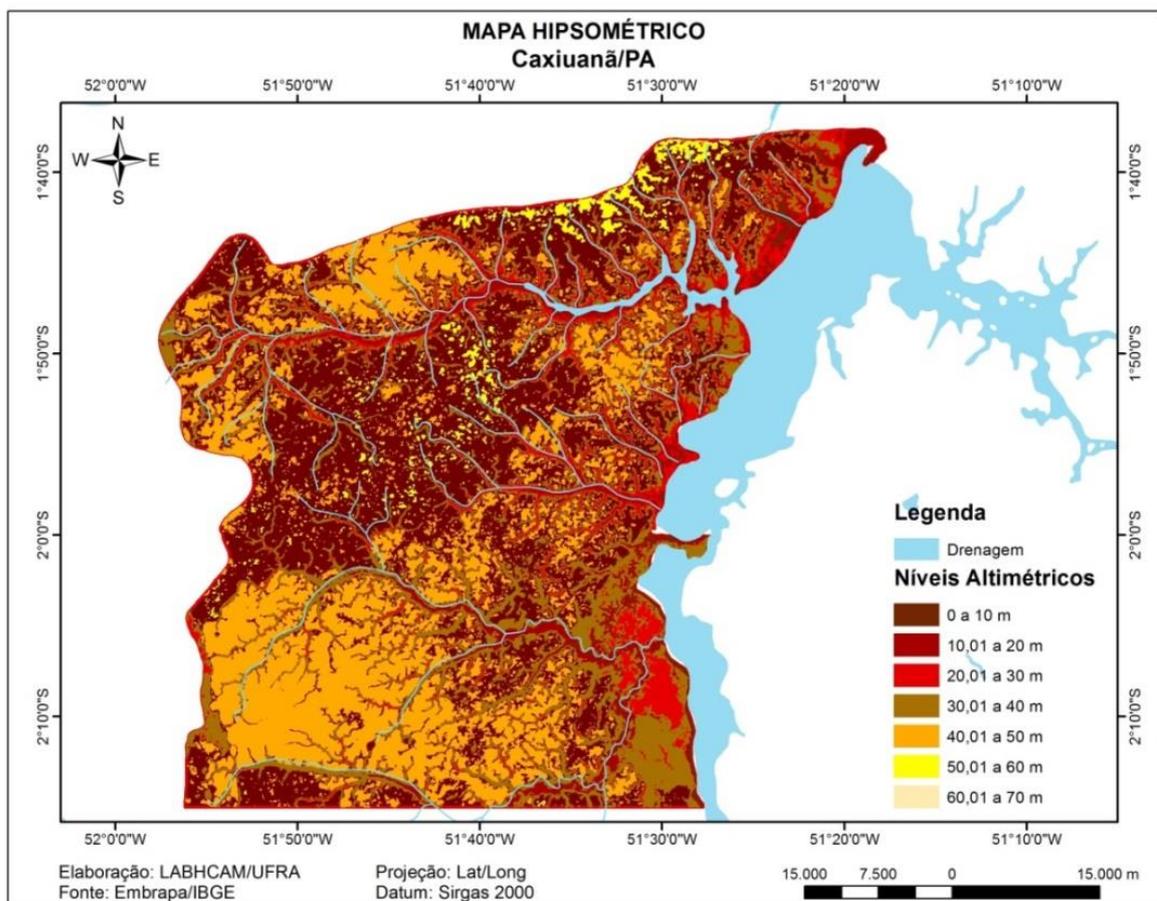
Diante dos cálculos acima e abaixo efetuados, temos por resultado uma maior altitude para as bacias de Caxiuanã (PA) em relação às bacias de Belém, com respectivamente 25,55 e 6,23m; apresentando também maiores valores de amplitude altimetria com 60m para Belém e 73 m para Caxiuanã (PA). Tal fato se dá devido aos ventos alísios e a zona de convergência intertropical que trazem as chuvas das regiões mais internas ao norte do Brasil (para as regiões costeiras), conforme observado na figura 6, que expressa à média climatológica para dados espaciais do CMORPH, e que revela uma média mais elevada para Belém em relação à Caxiuanã (PA). Também observa-se na figura 8, um acumulado anual mais elevado para a cidade, tanto para dados espaciais como para pluviômetros pontuais.

Tabela 3: Tabela que expõe as classes hipsométrias e as respectivas da região de Caxiuanã (PA).

Classes Hipsométrica	Área				
	Cotas (m)	Ponto Médio	Km ²	Área acumulada	PM*Área
0-10m	5	1063,85	1.063,85	5.319,25	32,79
10m-20m	15	159,04	1.222,89	2.385,60	0,37
20m-30m	25	299,72	1.522,61	7.493,00	47,22
30m-40m	35	952,58	2.475,19	33.340,30	76,76
40m-50m	45	683,86	3.159,05	30.773,7	97,97
50m-60m	55	65,25	3.224,30	3.588,75	100
60m-70m	65	0,03	3.224,33	1,95	
Total		3.244,33		82.902,55	

Amplitude Altimetria máxima= 73m, Altitude Média= 25,55m.

Figura 6: Mapa hipsométrico da área de Caxiuanã- PA, que destaca a altitude das bacias e sub- bacias.



4.2. Relação entre TSM (temperatura da superfície do mar) e PRP (precipitação) nas áreas de Belém e Caxiuanã (PA).

O estudo resultou em uma maior quantidade de chuva para os dados espaciais e de pluviômetros pontuais para a cidade de Belém, quando comparado com os dados da flona de Caxiuanã- PA, destacando os 2004, 2006 e 2012 (figura 7 e 8), com uma maior média climatológica para os meses Abril, Maio e Junho (figura 8 e 9), para pluviômetros pontuais e para dados espaciais os meses de Janeiro à Maio. Segundo Ambrizzi (2002) para a região Norte estação chuvosa da (DEZ-JAN-FEV) é transformada gradativamente de janeiro-fevereiro-março, no sul da Amazônia, para abril-maio-junho, no noroeste da base Amazônica. Esta mudança parece ter relação com a posição da ZCIT (zona de convergência Intertropical), pois, os núcleos de precipitações migram do centro do país, no verão austral, para o setor noroeste da América do Sul no inverno austral, seguindo a migração anual da convecção profunda o que esta de acordo com os resultados obtidos na pesquisa (QUADRO et al., 2015) e também a ocorrência de chuvas sofre influencia da ocorrência dos fenômenos meteorológicos. No estudo foram enfocados a temperatura da superfície do mar do nino 1+2, com uma temperatura média anual para o período de 1950- 2014 de aproximadamente 23,5°C. Os dados abordados pelo SIPAM (Serviço de Proteção da Amazônia) para o ano de 2014, quanto à temperatura da superfície do mar, mostram que ocorreu um aumento significativo de localidades com anomalias negativas no pacífico equatorial, se expandindo para as áreas de Niño 1+2, com temperaturas superficiais abaixo da média (2°C). Já no Atlântico, sobressai a permanência das águas superficiais bem aquecidas na região do Atlântico Subtropical Sul, com anomalias positivas de até 3°C acima da média. Em contrapartida, a faixa Tropical do Atlântico conservou o padrão de neutralidade, tanto na bacia norte quanto na sul (Figura 3).

Figura 7: Série de dados de precipitação (PRP) e temperatura da superfície do mar (TSM) das áreas de Belém-PA e Caxiuanã (PA).

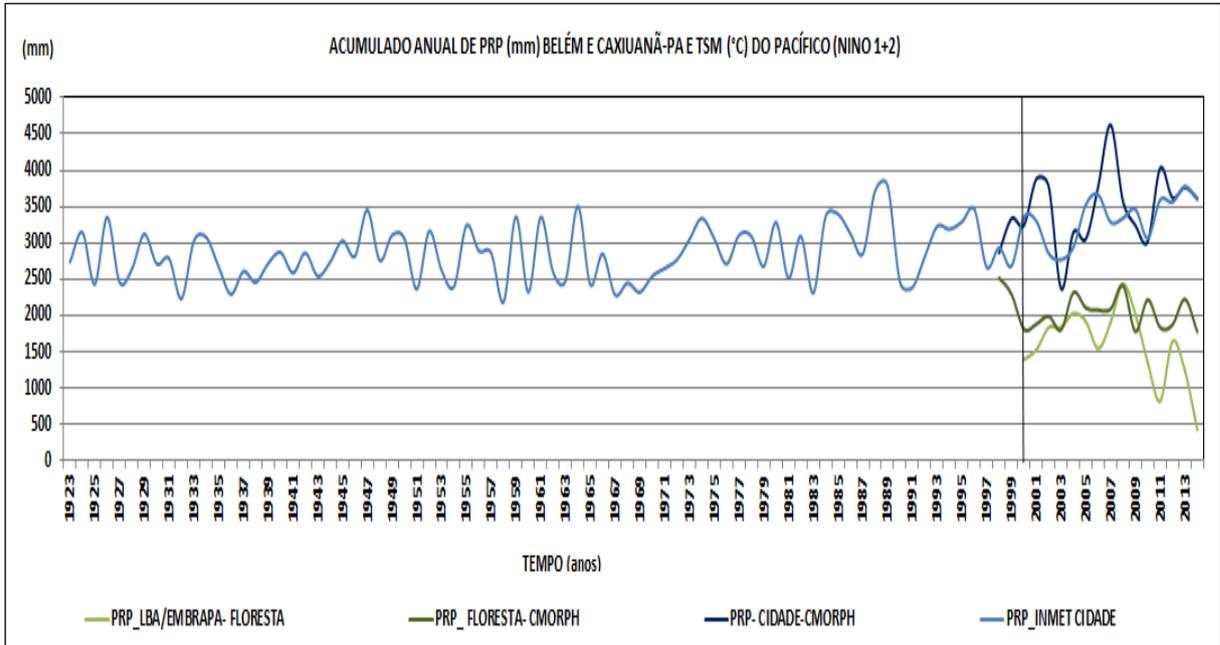


Figura 8: Média climatológica (mensal) da precipitação (obtida a partir de dados do INEMET (Instituto Nacional de Meteorologia) para o período de 1923- 2014 EMBRAPA (CAXIUANÃ-(PA)) e de temperatura da superfície do mar (TSM) para o índice nino 1+2.

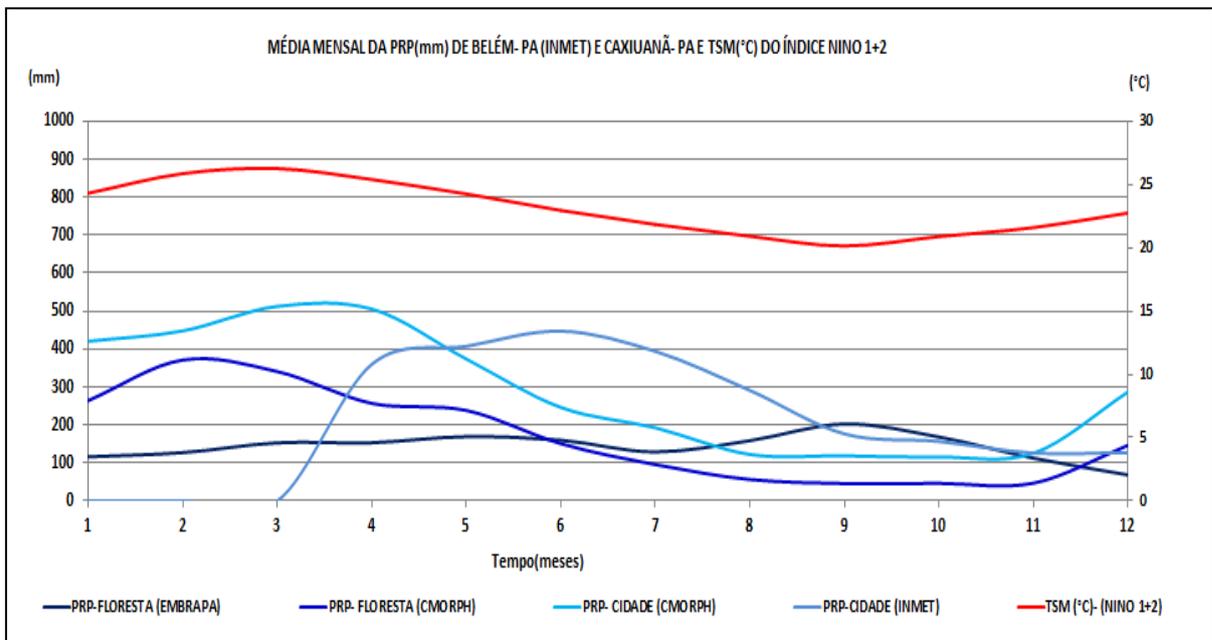
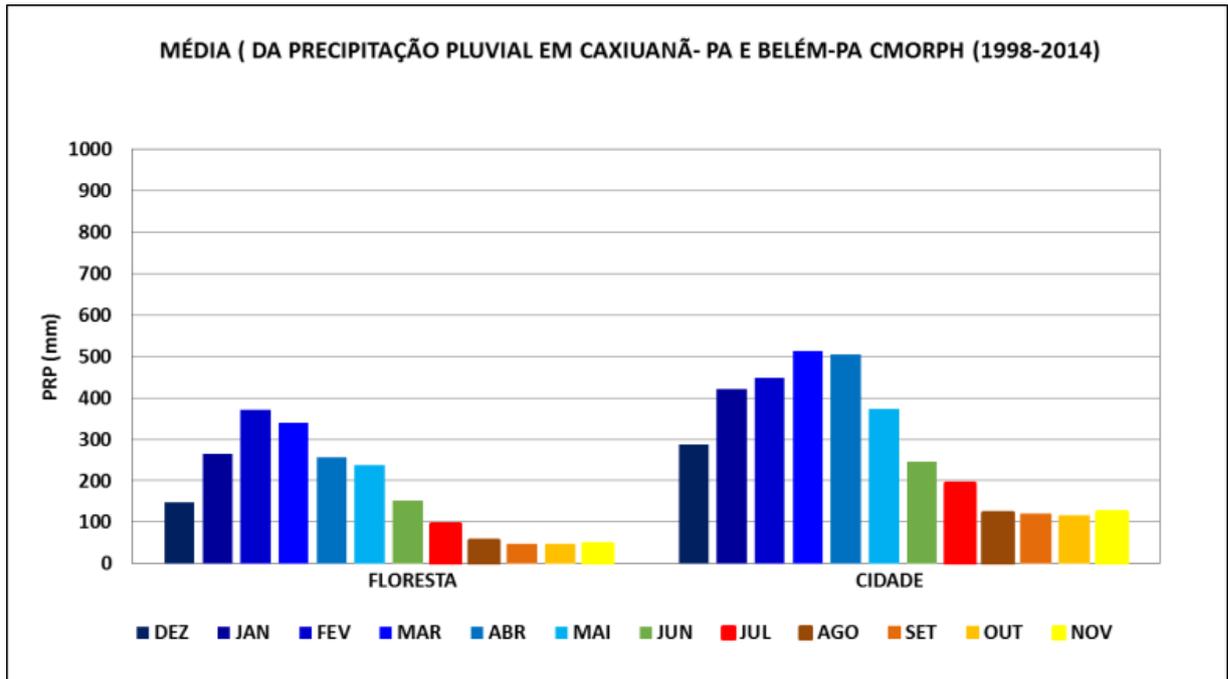


Figura 9: Média Climatológica (mensal) da precipitação pluvial (PRP) de Caxiuaná (PA) e Belém (PA), para dados espaciais do CMORPH (CPC MORPHing technique), no período de 1998-2014.



Quanto ao acumulado anual da precipitação (figuras 7 e 10), para os dados do CMORPH apresenta valores maiores para Belém (PA) (anos de 2001-2002 (el niño), 2006-2008 e 2011-2014) quando comparados com Caxiuanã (PA), no período de 1998-1999 (la niña), 2004 (2005- 2006 (el niño), 2008 (la niña) e 2010 (la niña) e 2013 (el niño) em decorrência de episódios de “la niña”. Com menores valores para os anos de 2000-2001 (la niña), 2003 (el niño), 2009 (el niño), 2011 (la niña- explicam as chuvas que ocorrem neste ano e 2011 decorrentes de eventos extremos, 2012 (la niña) e 2014 (el niño), devido episódios de “el niño”. Em Caxiuanã- PA 2001(la niña)-2002 (el niño); 2006 (el niño)-2008 (la niña); 2011 (la niña), 2012 (la niña), 2013 e 2014 (el niño) e menores valores para os anos de 1998 (el niño), 2003 (el niño), 2010 (la niña) (figura 10 e 11). De acordo com o site Climate Change (2015) o ano de el niño para 2013 foi o quinto mais quente desde 1850. Ainda de acordo com Ambrizzi (2002) em sua pesquisa foram usados dados médios mensais de precipitação, temperatura e umidade relativa do ar, número de dias de chuva, dados diários de temperatura mínima absoluta e ocorrência de geadas da Estação Meteorológica do Instituto de Astronomia, Geofísica e ciências atmosféricas (IGA) de São Paulo. Os estudos mostraram a existência de uma variabilidade em relação aos anos de “el niño” e” la niña”, que as maiores porcentagens das ocorrências de frio estão associadas a eventos de “la niña”, enquanto grande parte dos eventos quentes estão relacionados aos eventos de” el niño”. Com maior tendência no mês de junho, apresentando 4 casos de frio niño e apenas 1 niña e 5 casos quentes niño e apenas 2 niñas. Para Agosto a distribuição foi equitativa, o que nos remete a uma reduzida ou

nenhuma relação com o fenômeno ENOS. Levando em consideração o período de JJA, o episódio de frio apresentou 3 niñas, 1 niño e 3 anos normais e o caso quente apresentou 3 niños e 3 anos normais, mas nenhuma niña.

Quanto à precipitação pluvial para dados do INMET, o acumulado anual, com os maiores valores são referentes aos anos de 1988-1989 (el niño), 2005-2006 (el niño), 2011 (la niña), 2012 (la niña), 2013 (el niño), e 2014 (el niño) e maiores valores de TSM para os anos de 1983 (el niño) e 1999 (la niña) (figura 12). Já para Caxiuanã, no período de 2000-2014, o ano de apresentou maiores valores de precipitação pluvial foi o ano de 2009 (el niño) (figuras 10 e 11).

Figura 10: Acumulado anual da precipitação (PRP) para Belém (PA), (INMET) e para Caxiuanã (PA) (EMBRAPA), com dados de pluviômetro pontuais no período de 1998- 2014, com TSM (Temperatura da Superfície do Mar).

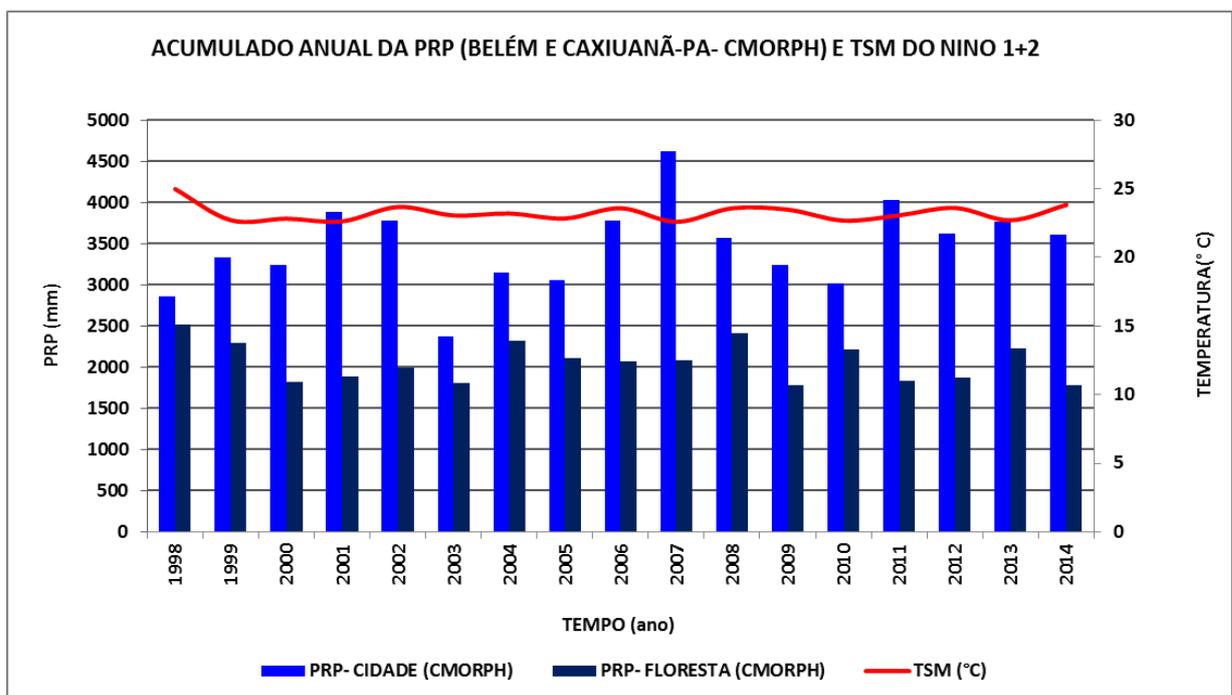
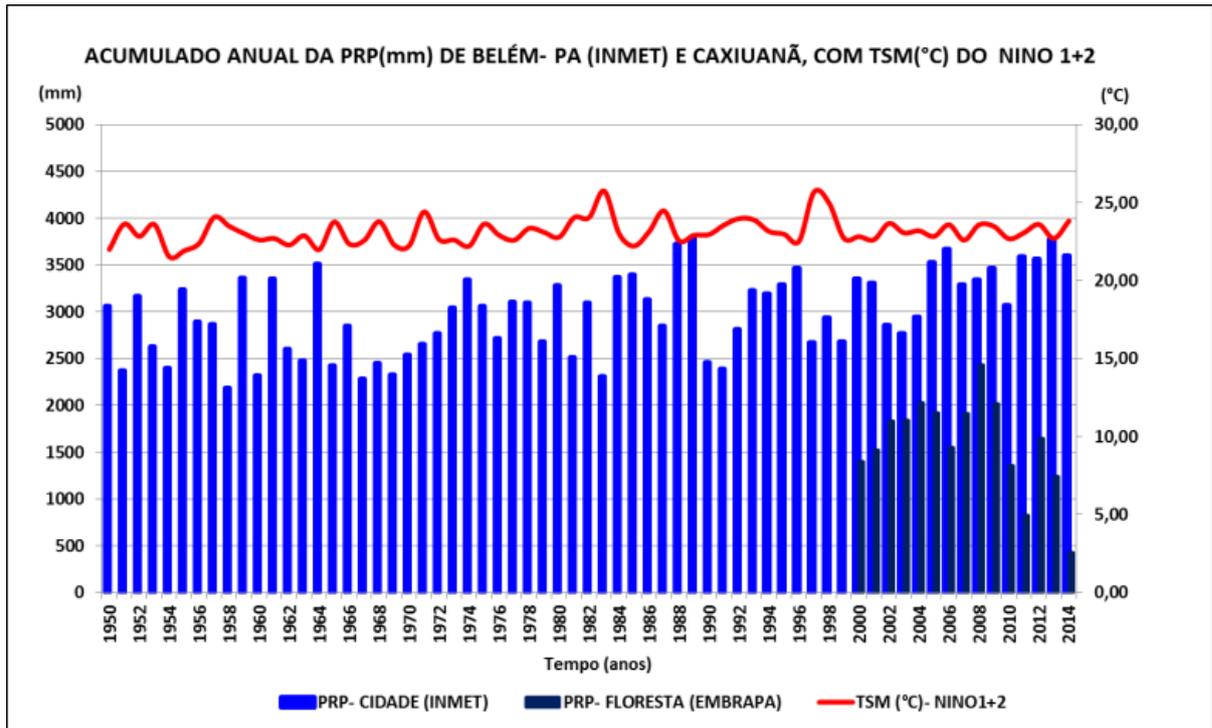


Figura 11: Acumulado anual da precipitação (PRP) para Caxiuanã- PA e Belém (PA), com dados espaciais do CMORPH (CPC MORPHing technique), no período de 1998- 2014, com TSM (Temperatura da Superfície do Mar)



4.3. Variabilidade Mensal da Precipitação

Para a variabilidade mensal dos dados de pluviômetros pontuais (tabela 4) de Caxiuana (PA) CP_1 explica 26,90 % da variância dos dados e a CP_2 explica 18,09%, totalizando 45,00% e para dados espaciais (tabela 5) a CP_1 explica 40,40% dos dados e a CP_2 22,13% dos dados, somam 62,53%. Para dados espaciais de Belém (PA) a CP_1 explica 28,70% e a CP_2 23,70% da variância dos dados, somam 52,41%. Para pluviômetros pontuais a CP_1 explica 19, 18%, a CP_2 explica 13,45% da variância dos dados, totalizando 32,64% dos dados (tabela 6). Diante do acima exposto os dados que explicam maior porcentagem foram os dados oriundos de satélites para a área de Caxiuana (PA) (tabela 4, 5, 6 e 7).

Tabela 4- Peso das variáveis em questão, representada pelos meses do ano em relação ao conjunto de dados de precipitação pluvial (PRP) de Caxiuana (PA), fornecidos pela Embrapa Amazônia Oriental em parceria com o LBA (Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera), sendo levados em conta fatores comuns rotacionados pelo critério *screen plot* e pelo truncamento de kaiser.

Componente	Valores próprios iniciais			Somadas rotativas de carregamentos ao quadrado		
	Total	% de variância	% cumulativa	Total	% de variância	% cumulativa
1	3,229	26,908	26,908	2,637	21,978	21,978
2	2,171	18,095	45,003	2,135	17,789	39,767
3	1,922	16,018	61,021	2,019	16,827	56,594
4	1,325	11,038	72,059	1,680	13,997	70,591
5	1,116	9,299	81,358	1,292	10,767	81,358
6	,714	5,946	87,304			
7	,518	4,316	91,620			
8	,434	3,620	95,240			
9	,234	1,947	97,187			
10	,184	1,531	98,718			
11	,116	,969	99,687			
12	,038	,313	100,000			

Método de Extração: Análise de Componente Principal.

Tabela 5- Peso das variáveis em questão, representada pelos meses do ano em relação ao conjunto de dados de precipitação pluvial (PRP) da região de Belém (PA) fornecido pelo CMORPH (CPC MORPHing technique), sendo levados em conta fatores comuns rotacionados pelo critério *screen plot* e pelo truncamento de kaiser.

Componente	Valores próprios iniciais			Somadas de extração de carregamentos ao quadrado			Somadas rotativas de carregamentos ao quadrado		
	Total	% de variância	% cumulativa	Total	% de variância	% cumulativa	Total	% de variância	% cumulativa
1	3,445	28,706	28,706	3,445	28,706	28,706	3,413	28,446	28,446
2	2,845	23,706	52,412	2,845	23,706	52,412	2,513	20,942	49,387
3	1,682	14,015	66,426	1,682	14,015	66,426	1,780	14,835	64,223
4	1,481	12,339	78,765	1,481	12,339	78,765	1,745	14,543	78,765
5	,794	6,618	85,383						
6	,596	4,963	90,346						
7	,439	3,655	94,001						
8	,247	2,060	96,061						
9	,207	1,727	97,789						
10	,178	1,484	99,272						
11	,047	,392	99,664						
12	,040	,336	100,000						

Método de Extração: Análise de Componente Principal.

Tabela 6- Peso das variáveis em questão, representada pelos meses do ano em relação ao conjunto de dados de precipitação pluvial da região de Belém (PA), fornecidos pelo INMET

(Instituto Nacional de Meteorologia), sendo levados em conta fatores comuns rotacionados pelo critério *screen plot* e pelo truncamento de kaiser.

Componente	Valores próprios iniciais			Somadas de extração de carregamentos ao quadrado			Somadas rotativas de carregamentos ao quadrado		
	Total	% de variância	% cumulativa	Total	% de variância	% cumulativa	Total	% de variância	% cumulativa
1	2,302	19,183	19,183	2,302	19,183	19,183	1,657	13,808	13,808
2	1,615	13,456	32,640	1,615	13,456	32,640	1,651	13,760	27,568
3	1,264	10,533	43,173	1,264	10,533	43,173	1,528	12,732	40,299
4	1,111	9,260	52,433	1,111	9,260	52,433	1,456	12,134	52,433
5	,998	8,315	60,748						
6	,893	7,445	68,193						
7	,825	6,873	75,066						
8	,732	6,097	81,163						
9	,647	5,394	86,556						
10	,581	4,840	91,397						
11	,547	4,562	95,958						
12	,485	4,042	100,000						

Método de Extração: Análise de Componente Principal.

Tabela 7: Peso das variáveis em questão, representada pelos meses dos anos em relação ao conjunto de dados de precipitação pluvial de Caxiuanã (PA), fornecidos pelo CMORPH (CPC MORPHing technique), sendo levados em conta dois fatores comuns rotacionados pelo critério *screen plot* e pelo truncamento de kaiser.

Componente	Valores próprios iniciais ^a			Somadas de extração de carregamentos ao quadrado			Somadas rotativas de carregamentos ao quadrado		
	Total	% de variância	% cumulativa	Total	% de variância	% cumulativa	Total	% de variância	% cumulativa
Bruto 1	15006,596	40,407	40,407	15006,596	40,407	40,407	11611,256	31,264	31,264
2	8219,061	22,131	62,537	8219,061	22,131	62,537	4278,520	11,520	42,785
3	4520,433	12,172	74,709	4520,433	12,172	74,709	4681,609	12,606	55,390
4	3335,142	8,980	83,689	3335,142	8,980	83,689	10509,847	28,299	83,689
5	2722,902	7,332	91,021						
6	1352,541	3,642	94,663						
7	1017,213	2,739	97,402						
8	513,129	1,382	98,783						
9	208,911	,563	99,346						
10	167,441	,451	99,797						
11	66,422	,179	99,975						
12	9,119	,025	100,000						

Quanto a Variabilidade Mensal da Precipitação, foram enfatizadas a distribuição temporal da variável, com o uso das componentes. Para os dados do CMORPH da região de Caxiuanã (PA), aplicando a análise Componentes Principais, foram obtidas 4 componentes.

Na componente 1 observou-se uma correlação maior com os meses de Fevereiro, Março e Dezembro, apresentando valores acima de 1,2 para o mês de Fevereiro, e para CP₂, verificou-se uma melhor correlação para os meses de Fevereiro, Julho e Dezembro com valores acima de 1,2 para o mês de Fevereiro, com menor correlação para os meses de Abril e Outubro. A componente 3 expôs uma maior correlação para os meses de Fevereiro e Julho, com menor correlação para os meses de Janeiro Abril e Outubro. Em relação a componente 4 os meses de maior correlação foram os meses de Fevereiro, Março, Junho, Julho e Dezembro (figura 12). Quanto aos dados oriundos do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) foram geradas cinco componentes. A primeira componente apresentou uma correlação melhor para os meses de Março e Setembro e menor correlação para os meses de Abril, Outubro e Novembro (figura 13). A segunda componente obteve como meses de maior correlação Março, Abril, Maio e Dezembro e menor correlação para os meses de Fevereiro, Julho, Setembro e Outubro. Na terceira componente os meses de maior correlação foram: Janeiro, Março, Junho e Agosto, com menor correlação para os meses Fevereiro Maio e Outubro. Para a componente 4 os meses de maior correlação foram os meses de Janeiro, Março, Abril, Maio e Novembro, com menor correlação para os meses de Fevereiro, Maio e Outubro. A componente 5 expõe uma maior correlação para os meses de Janeiro, Março, Abril, Maio, Agosto, Novembro e Dezembro, com menor correlação para os meses de Fevereiro e Julho (figura 13).

Para os dados oriundos do CMORPH, da região de Belém (PA) ao empregar a Análise Componentes Principais, gerou 3 componentes. A componente 1, apresentou melhores correlações para os meses os meses de Maio, Novembro e Dezembro e menores valores de correlação para os meses de Fevereiro, Setembro e Julho. A componente 2 apresentou uma maior correlação para os meses de Abril, Maio e Dezembro e menor correlação para os meses de Fevereiro e Setembro. A componente 3 apontou valores de maior correlação para os meses de Janeiro, Abril e Novembro e menores correlações para os meses de Fevereiro e Setembro (figura 14). Quanto aos dados fornecidos pelo LBA em parceria com a Embrapa, com a aplicação da Análise Componentes Principais, gerou 3 componentes. A primeira apresentou maiores correlações para os meses de Março, Abril, Julho, Outubro e Dezembro, com menores correlações para os meses de Janeiro, Junho, Agosto e Novembro. Na segunda componente os meses de maior correlação foram os meses de Março Abril, Julho e Dezembro, com menor correlação para os meses de Janeiro Junho, Agosto e Novembro (figura 15).

Alves et al. (2009) no início do ano de 2009, o fenômeno “la Niña” apresentava-se em sua fase madura sobre os setores central e oeste do Pacífico Equatorial, onde se observaram anomalias negativas de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) entre $-0,5^{\circ}\text{C}$ e $-2,0^{\circ}\text{C}$ (Figura 1). Com intensidade moderada a fraca, esse episódio entrou em processo de enfraquecimento em meados de 2009. A partir do mês de junho, observou-se uma gradual expansão das áreas com anomalias positivas de TSM na região do Pacífico Equatorial Leste, em conjunto com o aquecimento das águas nas camadas subsuperficiais, os ventos alísios mais relaxados e a diminuição da pressão atmosférica nesta mesma região. No primeiro semestre de 2009, as anomalias de precipitação foram mais marcantes sobre as regiões Norte, Nordeste e parte do Sudeste, onde os principais sistemas meteorológicos responsáveis por pelas anomalias foram a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), a configuração da Alta da Bolívia, associada ao intenso calor e à alta umidade do ar, e a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Estes colaboraram para as chuvas mais elevadas que a média histórica especialmente no Amazonas, no norte do Pará e Amapá, no centro-sul de Minas Gerais e nos Estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo e São Paulo.

Figura 12: Distribuição Temporal das componentes principais, para os dados oriundos do CMORPH (CPC MORPHing technique) referente à região de Caxiuana (PA), mensurados mensalmente.

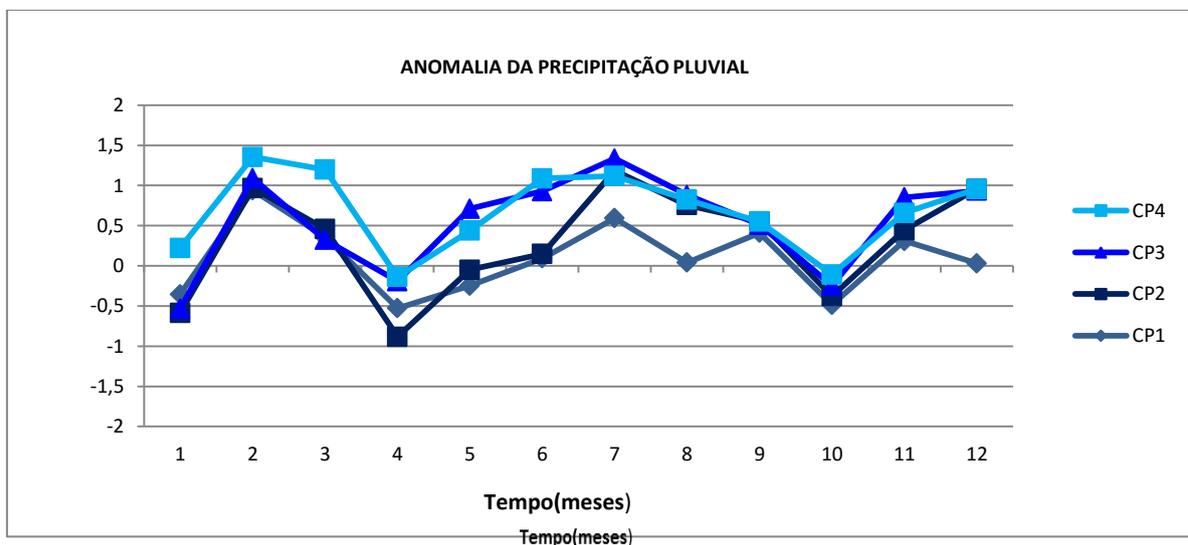


Figura 13: Distribuição Temporal (mensal) das componentes principais, para os dados oriundos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) referente à região de Belém (PA), mensurados mensalmente.

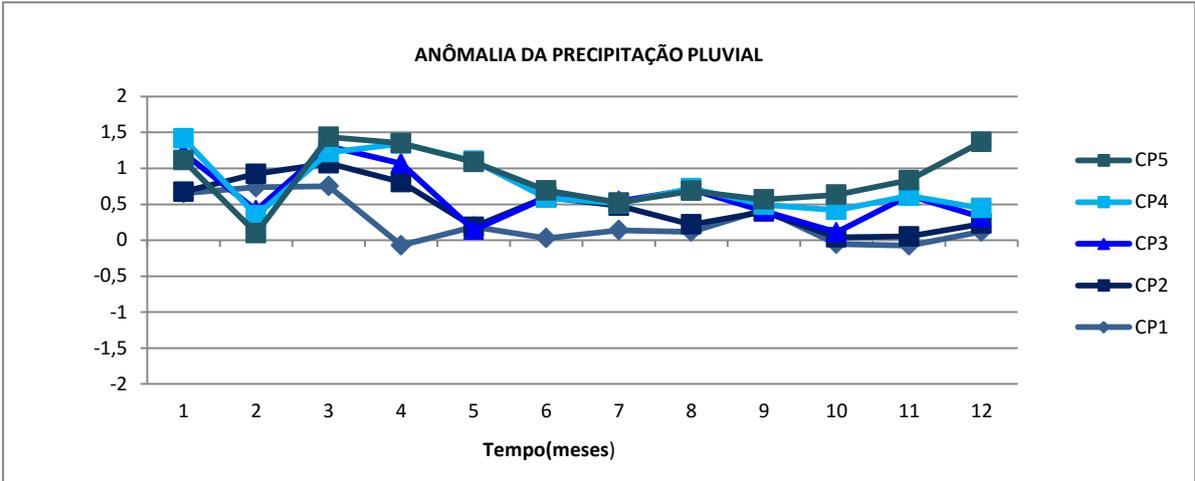


Figura 14: Distribuição Temporal (mensal) das componentes principais, para os dados do CMORPH (CPC MORPHing technique) para a região de Belém (PA), mensurados mensalmente.

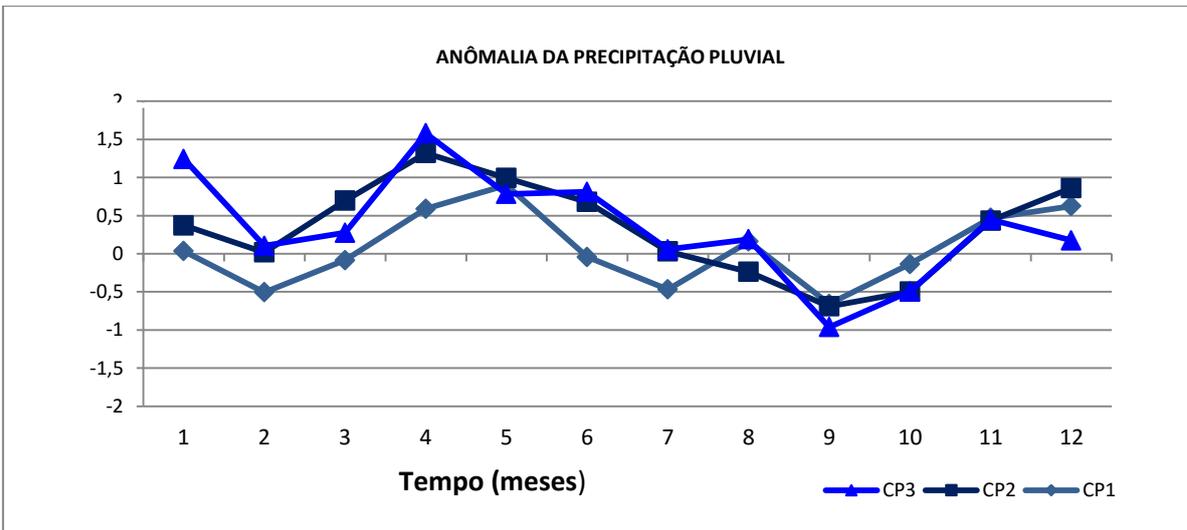
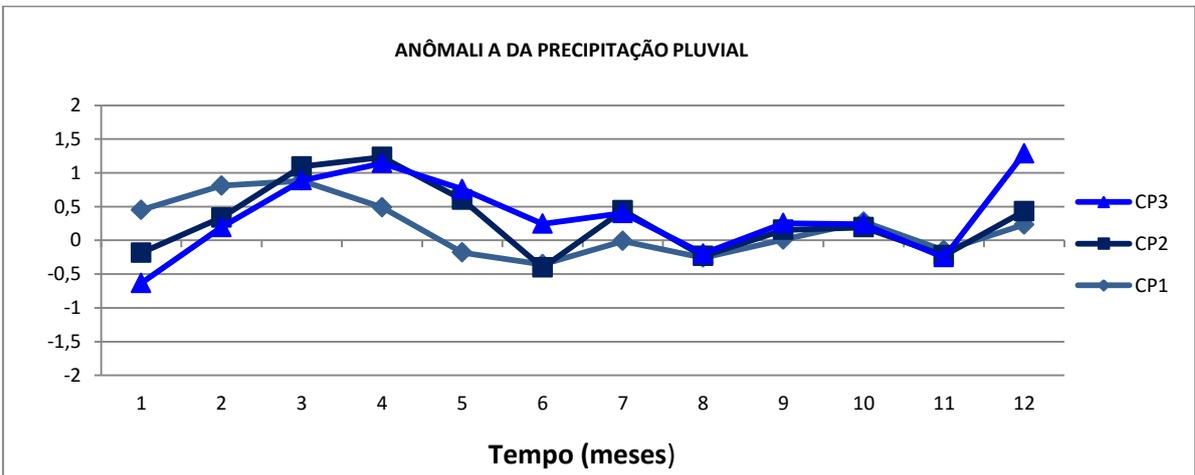


Figura 15: Distribuição Temporal (mensal) das componentes principais, para dados fornecidos pela Embrapa Amazônia Oriental em parceria com o LBA (Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera), da flona de Caxiuanã (PA) mensurados mensalmente.



4.4. Variabilidade Anual da Precipitação

Para a variabilidade anual dos dados de pluviômetros pontuais (tabela 8) de Caxiuanã (PA), a CP1 explica 47,87 % da variância dos dados e a CP2 explica 18,58%, totalizando 66,45% e para dados espaciais a CP1 explica 85,45% dos dados e a CP2 5,53% dos dados, somam 90,99% (tabela 9). Para dados espaciais (tabela 10) de Belém (PA) a CP1 explica 74,53% e CP2 8,44% da variância dos dados, somam 82,98% e para pluviômetros pontuais a CP1 explica 70,70 %, CP2 explica 4,54% da variância dos dados, totalizando 75,24% dos dados (tabela 11). Diante do acima exposto os dados que explicam maior porcentagem foram os dados oriundos de satélites para a área de Caxiuanã (PA) (tabela 8). Chaves (2011) aborda, em sua pesquisa, os padrões espaciais de variabilidade das anomalias de TSM sobre o atlântico sul. O padrão espacial do primeiro autovetor das anomalias não normalizadas de TSM para o período de 1979 a 2001 explica 23,0% da variância. Este padrão expõe anomalias de mesmo sinal em relação à quase totalidade da área considerada, com variabilidade mais elevada destas na parte central e leste desta bacia. A série temporal relacionada ao primeiro padrão das anomalias de TSM sobre o Oceano Atlântico Sul mostra acentuada variabilidade interanual e intrasazonal. No campo de correlação entre a série temporal deste modo e as anomalias de TSM de outras áreas oceânicas não é observado um alto valor de correlação, exceto sobre o Índico Sudeste e o Pacífico Sudoeste. Neste mesmo estudo o segundo padrão explica 14,0% da variância e apresenta estrutura com orientação NW/SE, sendo este modo associado à variabilidade da TSM de áreas oceânicas remotas, como o Índico Sudoeste, Pacífico e Atlântico Norte e em menor intensidade à TSM do Pacífico Equatorial Leste (a série temporal expõe flutuações de escala interanual e interdecadal) e aparentemente esta última é dominante, com frequência de 11,6 anos. Já o terceiro modo abordado pelo autor mostra a variabilidade das anomalias de TSM sobre o Atlântico Sul explica 6% da variância, com três centros de ação com estrutura meridional, às anomalias de TSM apresentam o mesmo sinal na região equatorial e subtropical e sinal inverso na região central. A série temporal deste terceiro modo apresenta maior variabilidade interanual em relação aos dois primeiros modos, com frequências dominantes em torno de 3,8 anos e 1,4 ano (caracteriza o fenômeno ENSO). No campo de correlação entre a série temporal deste modo e as anomalias de TSM entre 40°S e 40°N (Fig. 5c) mostra que este está associado à variabilidade da TSM do Pacífico Equatorial, indicando que a maior variabilidade interanual deste modo pode estar associada ao fenômeno ENSO.

Tabela 8- Peso das variáveis em questão, representada pelos anos em relação ao conjunto de dados de precipitação pluvial (PRP) de Caxiuana (PA), fornecidos pela Embrapa Amazônia Oriental em parceria com o LBA (Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera), sendo levados em conta fatores comuns rotacionados pelo critério screen plot e pelo truncamento de kaiser.

Componente	Valores próprios iniciais			Somadas rotativas de carregamentos ao quadrado		
	Total	% de variância	% cumulativa	Total	% de variância	% cumulativa
1	7,181	47,871	47,871	5,430	36,198	36,198
2	2,787	18,580	66,451	3,940	26,268	62,465
3	1,537	10,246	76,697	1,764	11,758	74,223
4	1,236	8,243	84,941	1,608	10,718	84,941
5	,966	6,441	91,381			
6	,732	4,879	96,261			
7	,342	2,283	98,544			
8	,090	,601	99,145			
9	,086	,572	99,717			
10	,030	,203	99,920			
11	,012	,080	100,000			
12	5,480E-16	3,653E-15	100,000			
13	-3,962E-17	-2,642E-16	100,000			
14	-1,237E-16	-8,250E-16	100,000			
15	-3,305E-16	-2,203E-15	100,000			

Método de Extração: Análise de Componente Principal.

Tabela 9- Peso das variáveis em questão, representada pelos anos em relação ao conjunto de dados de precipitação pluvial (PRP) da região de Belém (PA) fornecido pelo CMORPH (CPC MORPHing technique), sendo levados em conta fatores comuns rotacionados pelo critério screen plot e pelo truncamento de kaiser.

Componente	Valores próprios iniciais			Somadas de extração de carregamentos ao quadrado			Somadas rotativas de carregamentos ao quadrado		
	Total	% de variância	% cumulativa	Total	% de variância	% cumulativa	Total	% de variância	% cumulativa
1	12,670	74,531	74,531	12,670	74,531	74,531	6,162	36,248	36,248
2	1,436	8,449	82,981	1,436	8,449	82,981	5,000	29,410	65,657
3	1,082	6,364	89,345	1,082	6,364	89,345	4,027	23,687	89,345
4	,579	3,404	92,749						
5	,419	2,464	95,213						
6	,327	1,925	97,138						
7	,214	1,261	98,399						
8	,126	,740	99,139						
9	,101	,593	99,732						
10	,029	,173	99,905						
11	,016	,095	100,000						
12	3,628E-16	2,134E-15	100,000						
13	1,385E-16	8,147E-16	100,000						
14	1,020E-16	6,000E-16	100,000						
15	-5,957E-18	-3,504E-17	100,000						
16	-2,123E-16	-1,249E-15	100,000						
17	-3,065E-16	-1,803E-15	100,000						

Método de Extração: Análise de Componente Principal.

Tabela 10- Peso das variáveis em questão, representada pelos anos em relação ao conjunto de dados de precipitação pluvial da região de Belém (PA), fornecidos pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), sendo levados em conta fatores comuns rotacionados pelo critério *screen plot* e pelo truncamento de kaiser.

Componente	Valores próprios iniciais			Somadas de extração de carregamentos ao quadrado		
	Total	% de variância	% cumulativa	Total	% de variância	% cumulativa
1	51,810	79,708	79,708	51,810	79,708	79,708
2	2,954	4,545	84,254	2,954	4,545	84,254
3	2,425	3,731	87,985	2,425	3,731	87,985
4	1,830	2,815	90,800	1,830	2,815	90,800
5	1,536	2,363	93,164	1,536	2,363	93,164
6	1,205	1,854	95,018	1,205	1,854	95,018
7	1,023	1,573	96,591	1,023	1,573	96,591
8	,659	1,014	97,605			
9	,617	,949	98,554			
10	,520	,800	99,354			
11	,420	,646	100,000			
12	2,332E-15	3,587E-15	100,000			
13	1,441E-15	2,216E-15	100,000			
14	1,310E-15	2,016E-15	100,000			
15	1,231E-15	1,894E-15	100,000			

Tabela 11: Peso das variáveis em questão, representada pelos anos em relação ao conjunto de dados de precipitação pluvial de Caxiuanã (PA), fornecidos pelo CMORPH (CPC MORPHing technique), sendo levados em conta fatores comuns rotacionados pelo critério *screen plot* e pelo truncamento de kaiser.

Componente	Valores próprios iniciais			Somadas de extração de carregamentos ao quadrado		
	Total	% de variância	% cumulativa	Total	% de variância	% cumulativa
1	14,528	85,459	85,459	14,528	85,459	85,459
2	,940	5,531	90,990			
3	,632	3,716	94,706			
4	,335	1,968	96,674			
5	,231	1,359	98,033			
6	,137	,804	98,838			
7	,130	,763	99,601			
8	,037	,219	99,820			
9	,021	,122	99,942			
10	,007	,038	99,980			
11	,003	,020	100,000			
12	4,453E-16	2,619E-15	100,000			
13	8,670E-17	5,100E-16	100,000			
14	-4,742E-17	-2,789E-16	100,000			
15	-1,739E-16	-1,023E-15	100,000			
16	-3,459E-16	-2,035E-15	100,000			
17	-4,914E-16	-2,890E-15	100,000			

Método de Extração: Análise de Componente Principal.

Nesta pesquisa foram enfatizadas a distribuição temporal da PRP e TSM, com o uso das componentes. Para os dados do CMORPH da região de Caxiuana (PA), com a aplicação da Análise Componentes Principais, foram obtidas 5 componentes, com correlação mais elevada para o ano de 1952 (figura 18). Quanto aos dados do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) foram geradas cinco componentes, onde a que apresentou maior correlação foi a componente 6 para os anos de 1964, 1984 e 1971, com menor correlação para os anos 1955 e 1990 (figura 16). Para os dados oriundos da Embrapa/ LBA, ao empregar a Análise Componentes Principais foram geradas 5 componentes, com melhores correlações para os anos 1960, 1961 e 1964, com menores correlações para a componente 1 em relação aos anos 1950, 1951, 1952 e 1953 e para a componente 2 os anos 1952 e 1964 (figura 19). Para os dados do CMORPH, referente à localidade de Belém (PA) os anos de maior correlação para a componente 1 foram (1953 e 1960), com menores correlações para os anos 1955, 1957 e 1959; já para a componente 2 os anos de maior correlação foram 1952, 1954 e 1963 (figura 17). Para Moura, G. B. de A. et al. (2008) faz a correlação entre o desvio normalizado de precipitação de Março a Julho de uma Região homogênea (Salvador, Estância, Maceió, Palmares, Aracajú, Canquaretama, Recife, Natal e João Pessoa) e as anomalias para cada ponto de grade dos Oceanos Pacífico e Atlântico dos lag 0- 10 (1945-1985). Neste estudo a precipitação normalizada no período chuvoso na região do nordeste brasileiro (março a Julho) do grupo de estações no setor leste desta região, ocorreu em dois períodos que se estenderam, onde os eventos de chuva foram abaixo da média, os anos de 1952 a 1959, e 1979, 1980 e 1981; nos anos de 1971 a 1975, ocorreram chuvas acima da média climatológica. Já em 1964 as chuvas foram acima da normal climatológica, com valor aproximado para o desvio de 2,5 e no período de 71 a 74 ocorreram chuvas acima da média. Como resultado os mapas globais de correlação (Lags 0, -1 e -2), apresentaram que existem regiões do oceano com correlações negativas no pacífico leste central (com o máximo encontrado na região de nino 3 - $r > |0,4|$ com significância estatística de $p < 0,05$). No presente estudo as anomalias, representadas pelas correlações dos meses seguem o mesmo padrão entre +2 e -2.

Figura 16: Distribuição Temporal (mensal) das componentes principais, para os dados oriundos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) referente à região de Belém (PA), mensurados mensalmente.

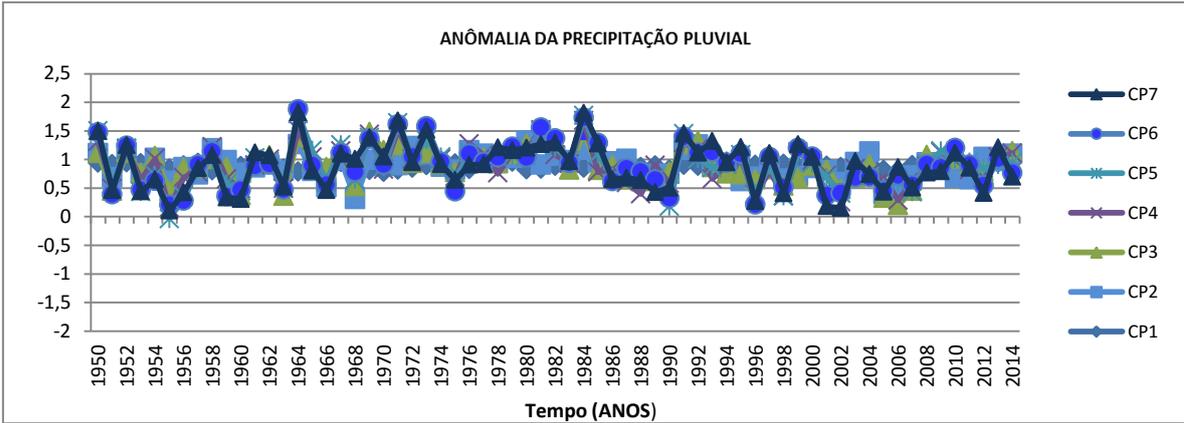


Figura 17: Distribuição Temporal (mensal) das componentes principais, para os dados do CMORPH (CPC MORPHing technique) para a região de Belém (PA), mensurados mensalmente.

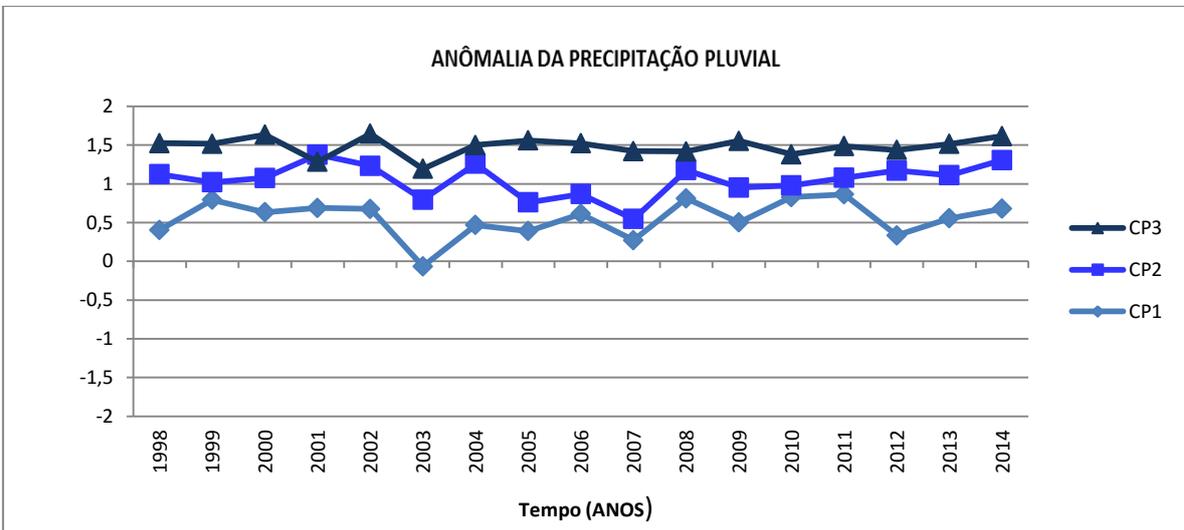


Figura 18: Distribuição Temporal das componentes principais, para os dados oriundos do CMORPH (CPC MORPHing technique) referente à região de Caxiuanã (PA), mensurados mensalmente.

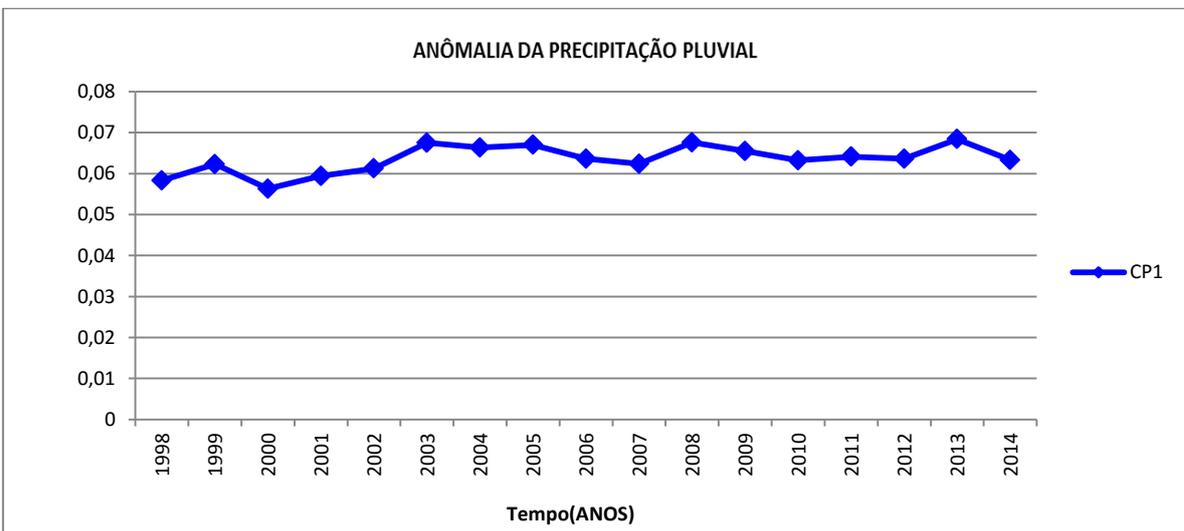
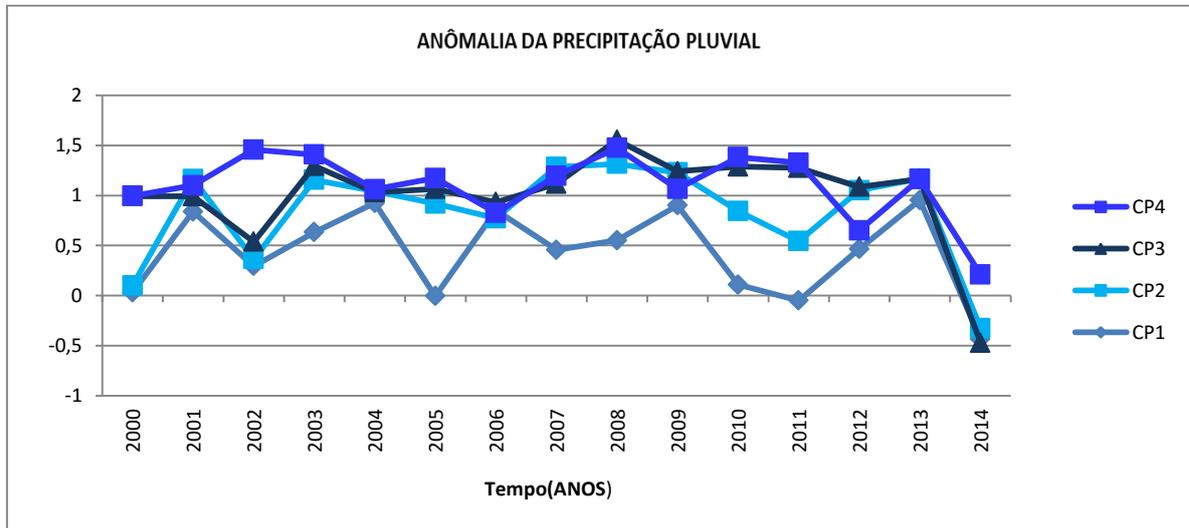


Figura 19: Distribuição Temporal (mensal) das componentes principais, para dados fornecidos pela Embrapa Amazônia Oriental em parceria com o LBA (Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera), mensurados mensalmente.



4.5. Variabilidade Mensal da Precipitação da Precipitação Pluvial Versus a Temperatura da Superfície do Mar.

Para a variabilidade mensal dos dados de pluviômetros pontuais de Caxiuanã (PA) CP1 explica 37,04 % da variância dos dados e a CP2 explica 24,83%, totalizando 61,87% (tabela 14) e para dados espaciais a CP1 explica 40,40% dos dados e a CP2 22,12% dos dados, somam 62,52% (tabela 12). Para dados espaciais de Belém (PA) a CP1 explica 37,04% e CP2 24,83% da variância dos dados, somam 61,87% (tabela 15) e para pluviômetros pontuais a CP1 explica 50,03%, CP2 explica 23,52% da variância dos dados (tabela 13), totalizando 73,56 % dos dados. Diante do acima exposto os dados que explicam maior porcentagem foram os dados oriundos de pluviômetros pontuais para a área de Caxiuanã (PA).

Tabela 12- Peso das variáveis em questão, representada pelos meses do ano em relação ao conjunto de dados de precipitação pluvial de Caxiuanã (PA), fornecidos pelo CMORPH (CPC MORPHing technique), sendo levados em conta dois fatores comuns rotacionados pelo critério *screen plot* e pelo truncamento de kaiser.

Componente	Valores próprios iniciais ^a			Somadas de extração de carregamentos ao quadrado			Somadas rotativas de carregamentos ao quadrado			
	Total	% de variância	% cumulativa	Total	% de variância	% cumulativa	Total	% de variância	% cumulativa	
Bruto	1	15007,055	40,400	40,400	15007,055	40,400	40,400	9808,446	26,405	26,405
	2	8220,168	22,129	62,529	8220,168	22,129	62,529	3669,374	9,878	36,283
	3	4520,697	12,170	74,698	4520,697	12,170	74,698	9986,209	26,883	63,166
	4	3335,375	8,979	83,677	3335,375	8,979	83,677	4363,960	11,748	74,914
	5	2723,928	7,333	91,010	2723,928	7,333	91,010	5979,234	16,096	91,010
	6	1353,839	3,645	94,655						
	7	1017,691	2,740	97,395						
	8	513,606	1,383	98,777						
	9	209,037	,563	99,340						
	10	167,585	,451	99,791						
	11	66,769	,180	99,971						
	12	9,351	,025	99,996						
	13	,907	,002	99,998						
	14	,454	,001	100,000						
	15	,081	,000	100,000						
	16	,024	6,415E-5	100,000						
	17	8,189E-15	2,204E-17	100,000						
	18	2,423E-15	6,522E-18	100,000						
	19	1,219E-15	3,281E-18	100,000						
	20	5,676E-16	1,528E-18	100,000						
	21	4,218E-18	1,135E-20	100,000						
	22	-2,093E-15	-5,635E-18	100,000						
	23	-4,500E-15	-1,211E-17	100,000						

Tabela 13- Peso das variáveis em questão, representada pelos anos em relação ao conjunto de dados de precipitação pluvial de Belém (PA), fornecidos pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), sendo levados em conta dois fatores comuns rotacionados pelo critério *screen plot* e pelo truncamento de kaiser.

Componente	Valores próprios iniciais ^a			Somadas de extração de carregamentos ao quadrado			Somadas rotativas de carregamentos ao quadrado			
	Total	% de variância	% cumulativa	Total	% de variância	% cumulativa	Total	% de variância	% cumulativa	
Bruto	1	20756,963	25,425	25,425	20756,963	25,425	25,425	7956,577	9,746	9,746
	2	13895,230	17,020	42,445	13895,230	17,020	42,445	6176,917	7,566	17,312
	3	9419,924	11,538	53,984	9419,924	11,538	53,984	6164,639	7,551	24,863
	4	7964,714	9,756	63,740	7964,714	9,756	63,740	10693,148	13,098	37,961
	5	6951,002	8,514	72,254	6951,002	8,514	72,254	10880,509	13,328	51,289
	6	5515,140	6,755	79,010	5515,140	6,755	79,010	11463,934	14,042	65,331
	7	5058,200	6,196	85,205	5058,200	6,196	85,205	9474,540	11,605	76,936
	8	4004,533	4,905	90,110	4004,533	4,905	90,110	10755,442	13,174	90,110
	9	2369,215	2,902	93,013						
	10	2266,084	2,776	95,788						
	11	1802,548	2,208	97,996						
	12	1627,103	1,993	99,989						
	13	5,851	,007	99,996						
	14	1,534	,002	99,998						
	15	,527	,001	99,999						
	16	,256	,000	99,999						
	17	,213	,000	99,999						
	18	,105	,000	100,000						
	19	,095	,000	100,000						
	20	,062	7,617E-5	100,000						
	21	,052	6,414E-5	100,000						
	22	,043	5,288E-5	100,000						
	23	,032	3,978E-5	100,000						
	24	,018	2,225E-5	100,000						

Tabela 14- Peso das variáveis em questão, representada pelos anos em relação ao conjunto de dados de precipitação pluvial de Caxiuanã (PA) para dados fornecidos pela Embrapa em

parceria com o LBA (Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera), sendo levados em conta dois fatores comuns rotacionados pelo critério *screen plot* e pelo truncamento kaiser.

Componente	Valores próprios iniciais ^a			Somam rotativas de carregamentos ao quadrado			
	Total	% de variância	% cumulativa	Total	% de variância	% cumulativa	
Bruto	1	93050,825	50,033	50,033	57793,281	31,075	31,075
	2	43755,393	23,527	73,561	63850,558	34,332	65,408
	3	17928,083	9,640	83,201	18235,920	9,805	75,213
	4	13644,011	7,336	90,537	24708,796	13,286	88,499
	5	8248,978	4,435	94,972	12038,734	6,473	94,972
	6	3985,184	2,143	97,115			
	7	2951,168	1,587	98,702			
	8	1362,731	,733	99,435			
	9	567,450	,305	99,740			
	10	335,510	,180	99,920			
	11	148,076	,080	100,000			
	12	3,240E-13	1,742E-16	100,000			
	13	6,032E-15	3,244E-18	100,000			
	14	2,828E-15	1,521E-18	100,000			
	15	2,280E-15	1,226E-18	100,000			
	16	1,610E-15	8,656E-19	100,000			
	17	9,559E-16	5,140E-19	100,000			
	18	4,118E-16	2,214E-19	100,000			
	19	-2,511E-16	-1,350E-19	100,000			
	20	-4,777E-16	-2,568E-19	100,000			
	21	-2,011E-15	-1,081E-18	100,000			
	22	-2,321E-15	-1,248E-18	100,000			
	23	-6,482E-15	-3,485E-18	100,000			
	24	-2,687E-14	-1,445E-17	100,000			

Tabela 15- Peso das variáveis em questão, representada pelos meses do ano em relação ao conjunto de dados de precipitação pluvial de Belém (PA), fornecidos pelo CMORPH (CPC MORPHing technique), sendo levados em conta dois fatores comuns, mensurados mensalmente.

Componente	Valores próprios iniciais ^a			Somam de extração de carregamentos ao quadrado			Somam rotativas de carregamentos ao quadrado			
	Total	% de variância	% cumulativa	Total	% de variância	% cumulativa	Total	% de variância	% cumulativa	
Bruto	1	53689,557	37,043	37,043	53689,557	37,043	37,043	30028,148	20,718	20,718
	2	35989,613	24,831	61,874	35989,613	24,831	61,874	24943,597	17,210	37,927
	3	22545,033	15,555	77,428	22545,033	15,555	77,428	25665,425	17,708	55,635
	4	10047,482	6,932	84,361	10047,482	6,932	84,361	30534,094	21,067	76,702
	5	8011,556	5,528	89,888	8011,556	5,528	89,888	19111,977	13,186	89,888
	6	5712,887	3,942	93,830						
	7	4284,535	2,956	96,786						
	8	2422,149	1,671	98,457						
	9	1308,161	,903	99,360						
	10	621,627	,429	99,788						
	11	279,084	,193	99,981						
	12	25,896	,018	99,999						
	13	,800	,001	99,999						
	14	,738	,001	100,000						
	15	,069	4,735E-5	100,000						
	16	,018	1,223E-5	100,000						
	17	3,752E-14	2,589E-17	100,000						
	18	5,895E-15	4,067E-18	100,000						
	19	1,330E-16	9,177E-20	100,000						
	20	-1,509E-17	-1,041E-20	100,000						
	21	-2,764E-16	-1,907E-19	100,000						
	22	-4,216E-16	-2,909E-19	100,000						
	23	-1,446E-15	-9,977E-19	100,000						
	24	-3,664E-15	-2,528E-18	100,000						

A mensuração da Variabilidade mensal da Precipitação Pluvial versus a Temperatura da Superfície do Mar, para a distribuição Temporal (mensal) das componentes principais da região de Caxiuanã- PA, resultou em 5 componentes, sendo que na primeira componente os meses de maior correlação foram: Fevereiro, Junho, Setembro, e Novembro e os de menor correlação são os meses Abril, Maio e Outubro. Para a componente 2 os meses de maior correlação foram Novembro, Dezembro, Janeiro Abril e Outubro e os meses de menor correlação foram os meses de Fevereiro, Julho, Setembro e Novembro. A componente 3 apresentou para os meses de maior correlação Fevereiro, Julho e Novembro e os meses de menor correlação os meses de Março e Outubro. A componente 4 apresenta maior correlação para os meses de Março, Janeiro e Novembro e menor correlação para os meses de janeiro, março e outubro. Para a componente 5 os meses de Março e Novembro expressam maior correlação e menor correlação para os meses de Março e Outubro.

Em relação aos dados do Instituto Nacional de Meteorologia para a cidade de Belém (PA) originou 7 componentes. A componente 2 apresentou para os meses de maior correlação o mês de Junho e menor correlação para o mês de Julho. Na componente 3, os meses de maior correlação foram os meses de Janeiro, Abril, Julho, Agosto e Setembro, com menor correlação para o mês de Julho. A componente 4 possui maior correlação para os meses de Janeiro, Junho, Julho, Agosto e Dezembro, com menor correlação para o mês de Julho. Na componente 5 os meses que apresentaram maior correlação foram os meses de Janeiro, Março, Abril, Julho, Agosto e Dezembro, com menor correlação para o mês de Julho. Para a componente 6 os meses de maior correlação foram Janeiro, Março, Abril, Julho Agosto e Dezembro, com menor correlação para o mês de Julho. Na componente 7 os meses de Janeiro, Março, Abril, Julho, Agosto e Dezembro, com menor correlação para o mês de Julho.

Para os dados CMORPH, referente à região de Belém- PA para as componentes 1, 2 3, 4, e 5 o mês de Setembro apresentou maior correlação, e os meses de Maio e Dezembro menores correlações. Quanto a componente 3 o mês de Julho também apresenta maior correlação e o mês de Janeiro menor correlação. Em relação a componente 4 os meses de Março e Julho possuem também maior correlação e menor o mês de Janeiro. Para a CP5 os meses de maior correlação foram os meses Fevereiro e Agosto, com menor correlação para o mês de janeiro.

Já para os dados da Embrapa, referentes à região de Caxiuanã (PA) foram geradas 5 componentes, com maiores correlações para os meses de Setembro, Janeiro e Novembro, e menores correlações para o mês de maio exceto para a CP2 que apresentou maior correlação para o mês de Janeiro, com exceção também para a CP5 com maiores correlações também para o mês de Março o mês de menor correlação para Fevereiro, Abril e Junho. De acordo

com Alves et al. (2006) os dados de TSM analisados no Atlântico Tropical empregados nesse estudo, aplicaram dados de médias mensais, para um período de 1945 a 2000, obtendo como resultados a referência do coeficiente de correlação (r) somente àqueles relativos ao período MAM, com defasagens mensais de um mês (fevereiro) há seis meses (setembro). Coeficientes de correlação (r) entre as anomalias de TSM estimadas e previstas persistidas e observadas. Esse mesmo coeficiente de correlação é exposto pelo autor, porém com as anomalias estimadas para coeficientes de difusão P_x e P_y com valor de $100 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$. Nestas figuras plotadas somente as áreas com correlação em módulo maior ou igual a 0,3, onde foi aplicado o teste t . Nota-se que as características da configuração e valores do coeficiente de correlação para as duas situações considerando a comparação entre as anomalias de TSM observadas e previstas com equação de difusão e entre as anomalias de TSM observadas e aquelas obtidas a partir das anomalias de TSM persistidas – são semelhantes, indicando pouca influência da difusão térmica no controle da anomalia de TSM do Oceano Atlântico Tropical.

Para Marcuzzo et al. (2012) em seu estudo sobre o índice de anomalia de chuvas, onde foram usados dados de precipitação mensal de 9 Estações Pluviométricas espalhadas no bioma da Amazônia do estado do Tocantins, para os dados obtidos da Rede Hidrometeorológica Nacional da Agência Nacional das Águas (ANA), corresponde à série histórica de 1977 à 2006. Para tal estudo, o índice anomalia de chuvas para em relação ao mês de Março apontou para 14 anos úmidos e 16 secos. Em relação ao mês de Abril o IAC registrou 11 anos úmidos, 17 anos secos e um ano sem anomalia. A anomalia úmida mais elevada aconteceu no ano de 2005, classificado como período muito chuvoso e a maior anomalia seca aconteceu no ano de 80, extremamente seca. Em relação ao mês de Abril a maior anomalia úmida foi no ano de 85 e a menor no ano de 83 Para Fevereiro o IAC mais elevado foi para o ano de 80, classificado como extremamente chuvoso, com menor IAC para o ano de 81, um ano muito seco. Para o período de 30 anos do mês de Janeiro, ocorreu nove anomalias negativas, classificados por anos extremamente secos por apresentar IAC maior que -2 e 6 anos como muito secos, com IAC menor que -4. Em relação às anomalias positivas, houve 7 anos classificados como úmidos e 5 muito úmidos. Já para o mês de Fevereiro, ocorreu 9 anos de anomalias negativas (anos secos) e 6 anos muito secos, por apresentar IAC menor que -4. Quanto às anomalias positivas, houve 10 anos classificados como úmidos, por apresentar IAC entre zero de 2-4 anos classificados como muito úmidos, por possuir IAC maior que dois e menor que quatro.

Figura 20: Distribuição Temporal das componentes principais, para os dados oriundos do CMORPH (CPC MORPHing Technique) referente à região de Caxiuanã (PA), mensurados mensalmente.

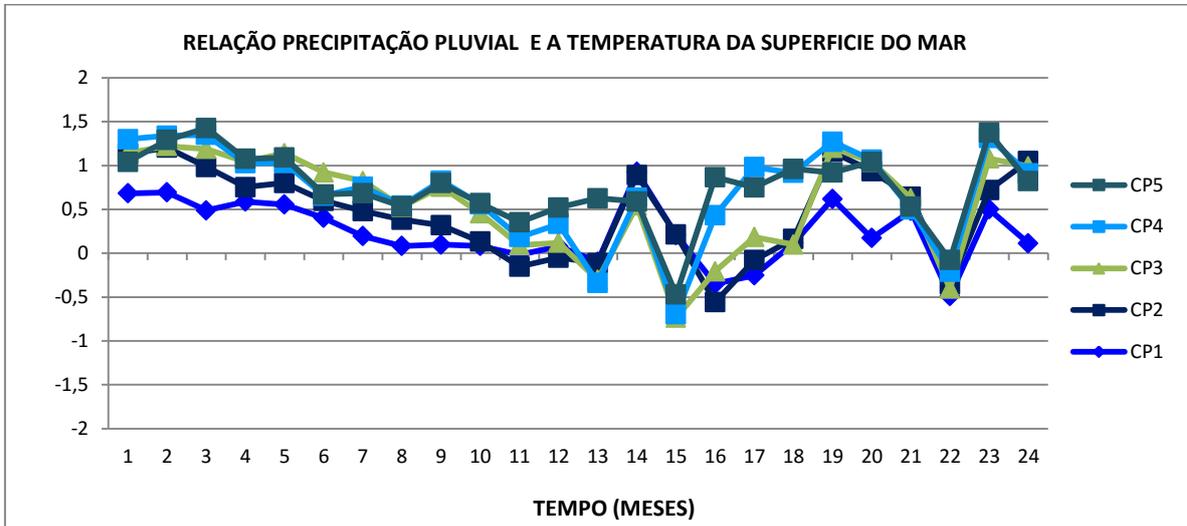


Figura 21: Distribuição Temporal (mensal) das componentes principais, para os dados oriundos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) referente à região de Belém (PA), mensurados mensalmente.

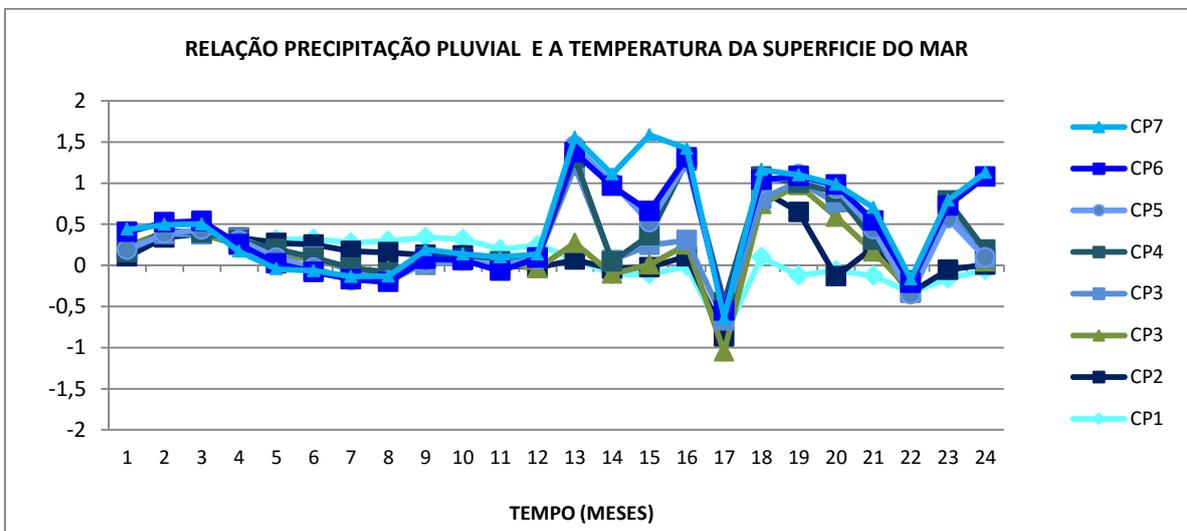


Figura 22: Distribuição Temporal (mensal) das componentes principais, para os dados do CMORPH (CPC MORPHing Technique) para a região de Belém (PA), mensurados mensalmente.

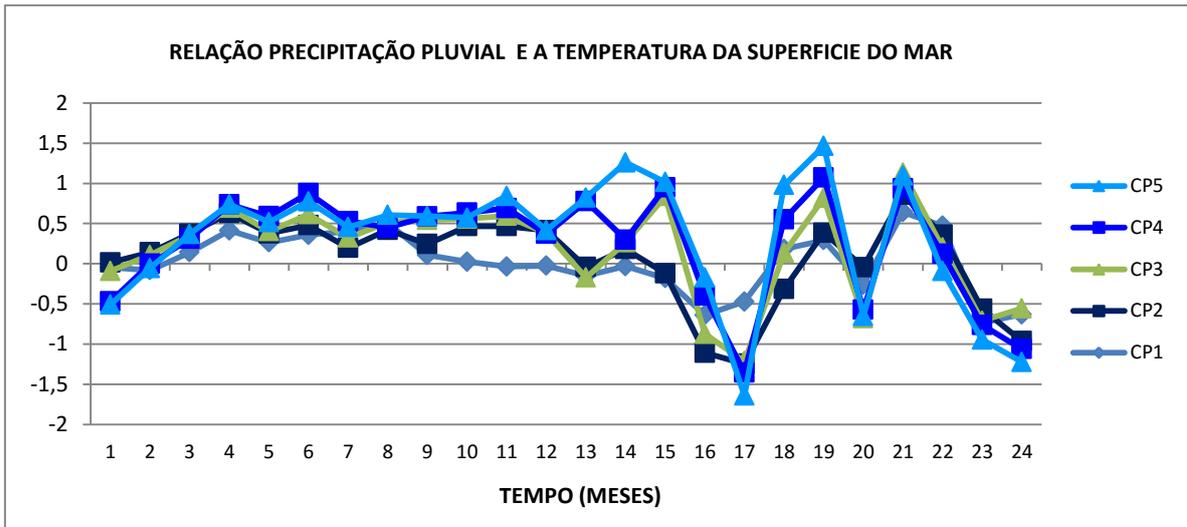
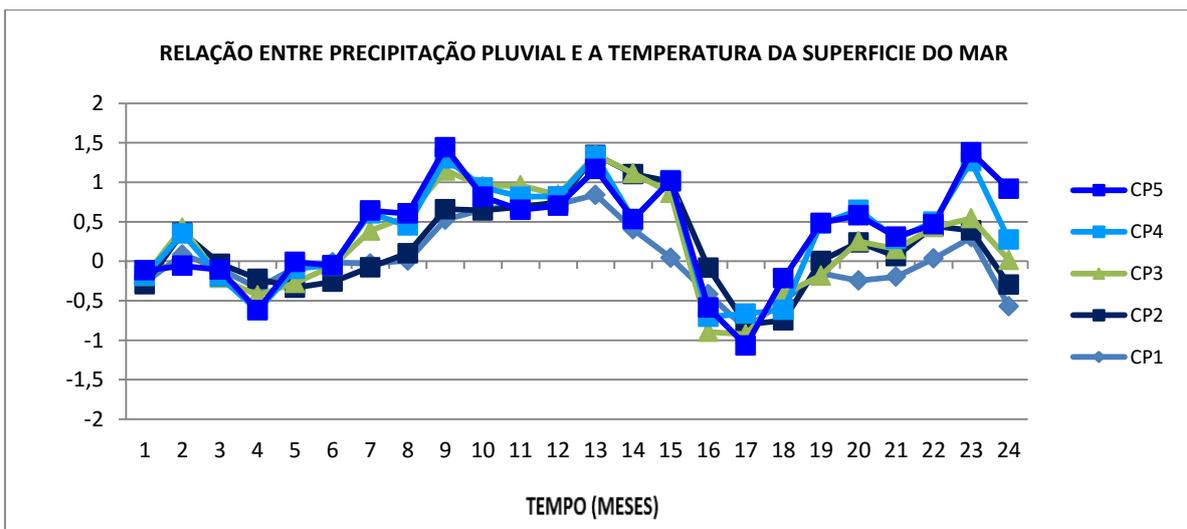


Figura 23: Distribuição Temporal (mensal) das componentes principais, para dados fornecidos pela Embrapa Amazônia Oriental em parceria com o LBA (Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera) da cidade de Belém (PA), mensurados mensalmente.



4.6. Variabilidade Anual da Precipitação Pluvial Versus a Temperatura da Superfície do Mar

Para a variabilidade anual dos dados de pluviômetros pontuais de Caxiuanã (PA) CP1 explica 80,73% da variância dos dados e a CP2 explica 10,49%, totalizando 91,23 % e para dados espaciais a CP1 explica 86,62% dos dados e a CP2 5,60 % dos dados, somam 92,28%. Para dados espaciais de Belém (PA) a CP1 explica 75,29% e CP2 9,80% da variância dos dados, somam 85,09% e para pluviômetros pontuais a CP1 explica 80,73%, CP2 explica 10,49% da variância dos dados, totalizando 91,23 % dos dados. Diante do acima exposto os dados que explicam maior porcentagem foram os dados oriundos de pluviômetros pontuais para a área de Caxiuanã (PA) (tabelas 16, 17, 18 e 19).

Tabela 16- Peso das variáveis em questão, representada anos em relação ao conjunto de dados de precipitação pluvial de Caxiuana (PA), fornecidos pelo CMORPH (CPC MORPHing technique), sendo levados em conta dois fatores comuns rotacionados pelo critério *screen plot* e pelo truncamento de kaiser.

Componente	Valores próprios iniciais ^a			Somadas de extração de carregamentos ao quadrado			
	Total	% de variância	% cumulativa	Total	% de variância	% cumulativa	
Bruto	1	119350,417	86,623	86,623	119350,417	86,623	86,623
	2	7798,820	5,660	92,283			
	3	4717,730	3,424	95,707			
	4	2111,162	1,532	97,239			
	5	1748,301	1,269	98,508			
	6	789,951	,573	99,082			
	7	716,783	,520	99,602			
	8	314,729	,228	99,830			
	9	143,001	,104	99,934			
	10	61,638	,045	99,979			
	11	28,295	,021	99,999			
	12	,549	,000	100,000			
	13	,247	,000	100,000			
	14	,064	4,629E-5	100,000			
	15	,047	3,424E-5	100,000			
	16	,019	1,383E-5	100,000			
	17	,007	4,977E-6	100,000			

Tabela 17- Peso das variáveis em questão, representada pelos anos em relação ao conjunto de dados de precipitação pluvial de Belém (PA), fornecidos pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), sendo levados em conta dois fatores comuns rotacionados pelo critério *screen plot* e pelo truncamento de kaiser.

Componente	Valores próprios iniciais			Somadas de extração de carregamentos ao quadrado		
	Total	% de variância	% cumulativa	Total	% de variância	% cumulativa
1	51,824	79,729	79,729	51,824	79,729	79,729
2	2,951	4,539	84,268	2,951	4,539	84,268
3	2,420	3,724	87,992	2,420	3,724	87,992
4	1,826	2,809	90,801	1,826	2,809	90,801
5	1,533	2,358	93,159	1,533	2,358	93,159
6	1,203	1,851	95,010	1,203	1,851	95,010
7	1,020	1,569	96,579	1,020	1,569	96,579
8	,658	1,013	97,592			
9	,616	,947	98,539			
10	,519	,799	99,338			
11	,419	,644	99,982			
12	,010	,016	99,998			
13	,001	,001	99,999			
14	,000	,000	100,000			
15	,000	,000	100,000			
16	4,720E-5	7,261E-5	100,000			

Tabela 18- Peso das variáveis em questão, representada pelos anos em relação ao conjunto de dados de precipitação pluvial de Caxiuanã (PA) para dados fornecidos pela Embrapa em parceria com o LBA (Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera), sendo levados em conta dois fatores comuns rotacionados pelo critério *screen plot* e pelo truncamento kaiser.

Componente	Valores próprios iniciais ^a			Somadas de extração de carregamentos ao quadrado			Somadas rotativas de carregamentos ao quadrado			
	Total	% de variância	% cumulativa	Total	% de variância	% cumulativa	Total	% de variância	% cumulativa	
Bruto	1	166404,702	80,737	80,737	166404,702	80,737	80,737	156117,988	75,746	75,746
	2	21631,935	10,495	91,233	21631,935	10,495	91,233	17907,529	8,688	84,435
	3	15466,124	7,504	98,737	15466,124	7,504	98,737	29477,243	14,302	98,737
	4	2420,918	1,175	99,911						
	5	179,938	,087	99,998						
	6	1,488	,001	99,999						
	7	,912	,000	100,000						
	8	,447	,000	100,000						
	9	,158	7,671E-5	100,000						
	10	,064	3,109E-5	100,000						
	11	,048	2,333E-5	100,000						
	12	,019	9,433E-6	100,000						
	13	,012	5,989E-6	100,000						
	14	,009	4,319E-6	100,000						
	15	,003	1,482E-6	100,000						

Tabela 19- A tabela abaixo expõe o peso das variáveis em questão, representada pelos anos em relação ao conjunto de dados de precipitação pluvial de Belém (PA), fornecidos pelo CMORPH (CPC MORPHing technique), sendo levados em conta dois fatores comuns rotacionados pelo critério *screen plot* e pelo truncamento de kaiser.

Componente	Valores próprios iniciais ^a			Somadas rotativas de carregamentos ao quadrado			
	Total	% de variância	% cumulativa	Total	% de variância	% cumulativa	
Bruto	1	214977,155	75,292	75,292	127256,347	44,569	44,569
	2	27984,702	9,801	85,093	115705,510	40,524	85,093
	3	16519,679	5,786	90,878			
	4	7605,502	2,664	93,542			
	5	6668,506	2,336	95,878			
	6	4944,865	1,732	97,609			
	7	3257,541	1,141	98,750			
	8	1842,172	,645	99,395			
	9	1087,285	,381	99,776			
	10	397,158	,139	99,915			
	11	240,458	,084	100,000			
	12	,593	,000	100,000			
	13	,383	,000	100,000			
	14	,165	5,779E-5	100,000			
	15	,032	1,108E-5	100,000			
	16	,023	8,048E-6	100,000			
	17	,014	4,829E-6	100,000			

A variabilidade Anual da Precipitação Pluvial versus a Temperatura da Superfície do Mar. Para os dados do CMORPH, da região de Caxiuana (PA), a única componente gerada teve um comportamento homogêneo, sem anomalias, ou correlações de destaque (figura 24). Em relação aos dados do CMORPH da região de Belém (PA), com a aplicação da análise componentes principais, foram geradas 2 componentes (figura 25). A componente 1 possui maior correlação para os anos de 1953, 1956, 1960 e menor correlação para o ano 1959; a segunda componente gerada, apresenta maior correlação para os anos de 1952 e 1954 e menor correlação para os anos de 1953 e 1955. Para os dados fornecidos pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), foram geradas 7 componentes. Para a componente 2 o ano de maior correlação foi 1968; para as CPs 5 os anos de maior correlação foram: 1964, 1975, 1955 e para a componente 6 os anos de maior correlação foram 1971, 1984, 1989 (figura 26). Em relação aos dados fornecidos pelo LBA em parceria com a Embrapa, com a aplicação da Análise Componentes Principais, foram geradas três componentes. Na primeira os anos que resultaram em maior correlação foram os anos de: 1950, 1953 e 1964. Para a componente 2, os anos de maior correlação foram 1952 e 1964, com menor correlação para os anos de 1958 e 1961. Já para a componente 3 os anos de maior correlação foram: 1952, 1956, 1960, 1961 e 1963 e os anos de menor correlação foram os anos de 1964, 1953 e 1958 (figura 27). De acordo com Abreu & Lucas (2010) a anomalia da temperatura da superfície do mar exerce forte influência na circulação atmosférica padrão sobre a Amazônia produzindo chuvas acima ou abaixo da média. O evento de anomalia positiva de TSM do Atlântico Norte bloqueia a convecção e dessa forma, também impede a formação de nuvens convectivas sobre a Amazônia, por outro lado o padrão de anomalia negativa favorece a elevação da convecção e das condições necessárias ao desenvolvimento de trovoadas cooperando para existência de índices pluviométricos superiores em parte grande Amazônia brasileira. A pesquisa foi baseada na abordagem de 6 lag's com estudo de anomalia de TSM e PRP padronizadas. No estudo da Temperatura da Superfície do Mar padronizada no Atlântico Norte no período de 1950 a 2006, pode-se verificar que a ciclicidade da série não possui um padrão definido, todavia é observado um extremo de significantes anomalias negativas no ano de 1974 e positivas em 2005, com valores aproximados de -2 e +3, respectivamente. E para Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos para o ano de 2002, no mês de Outubro a temperatura da superfície do mar para o oceano Pacífico equatorial permanece como nos meses anteriores, com anomalias positivas de TSM, com “el niño” de intensidade fraca a moderada para 2003. Comparando com a anomalia de TSM de Outubro de 2002, com os demais anos, aponta que os anos 1951/52, 1957/58, 1963/64, 1969/70, 1976/77 e 1986/87.

Figura 24: Distribuição Temporal das componentes principais, para os dados do CMORPH (CPC MORPHing technique) para a região de Caxiuana (PA), mensurados anualmente.

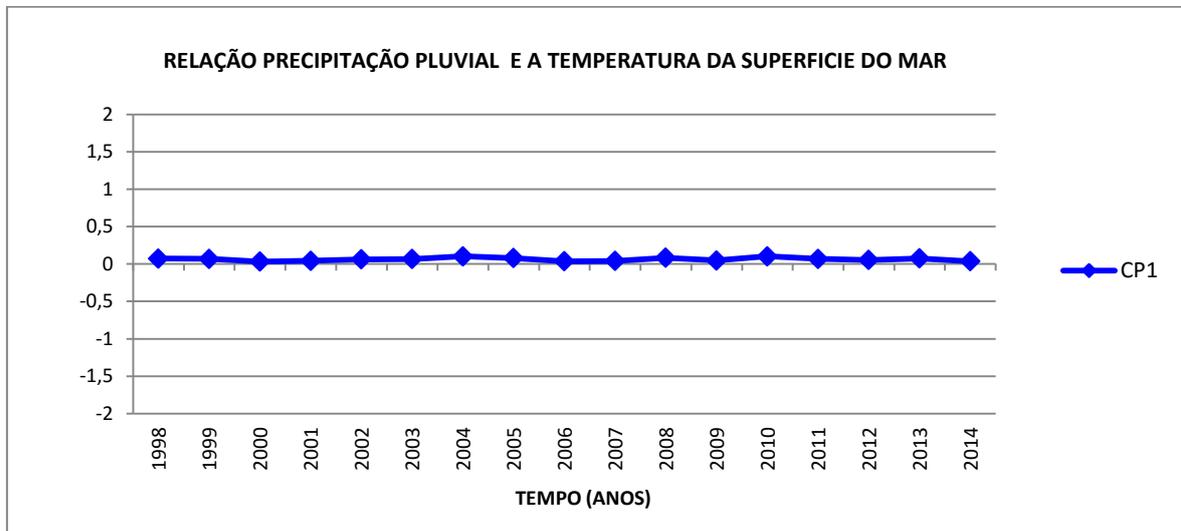


Figura 25: Distribuição Temporal das componentes principais, para os dados do CMORPH (CPC MORPHing technique) para a região de Belém (PA), mensurados anualmente.

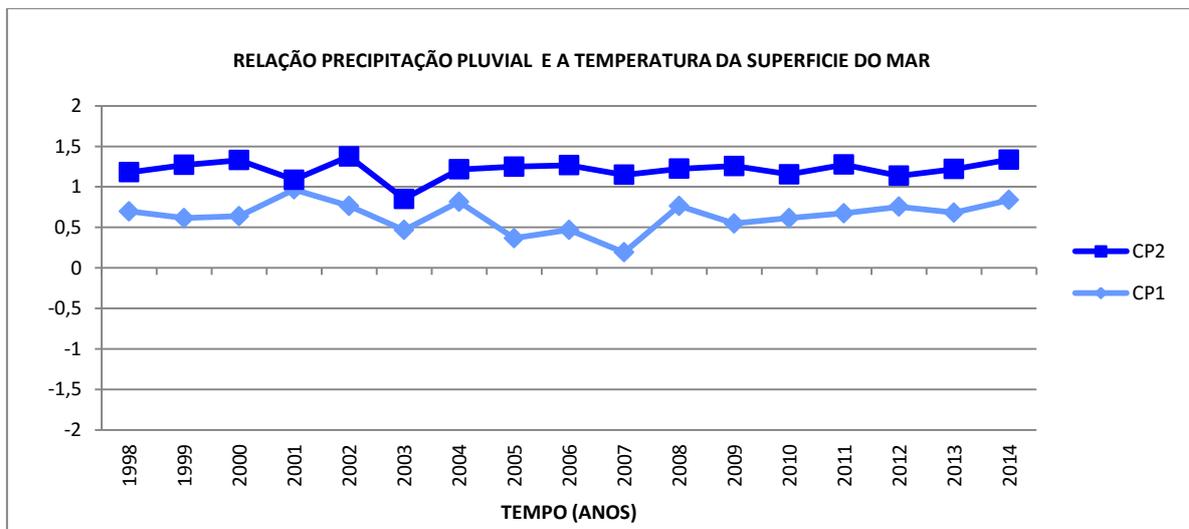


Figura 26: Distribuição Temporal das componentes principais, para os dados oriundos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) referente à região de Belém (PA), mensurados anualmente.

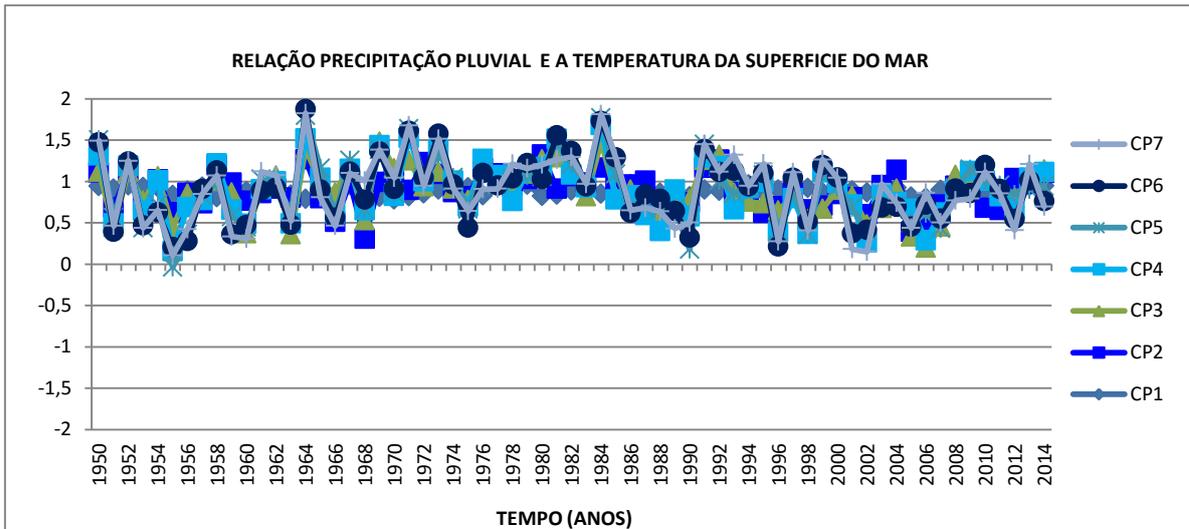
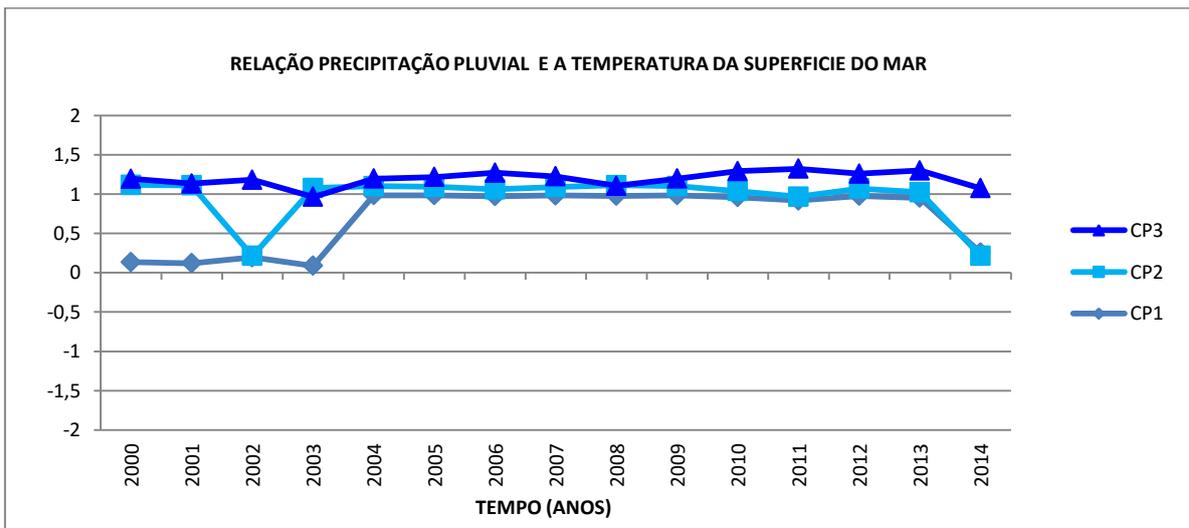


Figura 27: Distribuição Temporal das componentes principais, para dados fornecidos pela Embrapa Amazônia Oriental em parceria com o LBA (Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera), para a cidade de Belém (PA), mensurados anualmente.



5.0. CONCLUSÃO

A análise fatorial em componentes principais (ACP) aplicada aos dados de chuva no Estado do Pará mostraram as regiões e períodos com altos e baixos valores de chuva para os meses de fevereiro e março e outubro e Novembro, respectivamente. Quanto à altitude das bacias concluiu-se interferem na precipitação pluvial que por sua vez é influenciada pela temperatura da superfície do mar. Foram definidos dois padrões para o regime de chuvas no estado. O estudo das componentes resultou em uma maior quantidade de chuvas na área urbana em relação aos dados da floresta, entre os meses de fevereiro e março, influenciadas principalmente pela Zona de Convergência Intertropical, linhas de instabilidades, Distúrbios Ondulatórios de Leste, VCAS e influência Amazônica. Quanto aos anos de maior ocorrência de chuvas para a floresta e para a cidade foram os anos de 1964, 1984, devido serem anos de “la niña” e 2002, 2003, 2009, 2013, 2014 por serem anos de “el niño”.

6.0. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABREU, S. F.; LUCAS, E. W. M. Influência dos valores extremos de TSM do Atlântico Norte nos anos de 1974-2005 sobre os regimes de precipitação das cidades do Estado do Amazonas. 2010.
2. ÁGUA & FLORESTA. Segundo volume. Série Ecologia. 1998.
3. AMBRIZZI, A. B. P. e T. Uma associação entre as temperaturas da superfície do mar dos oceanos pacífico e atlântico e a temperatura, geadas e a precipitação na estação meteorológica do IAG/ USP em São Paulo durante o período do inverno.
4. ALCÂNTARA, C. R. Um Estudo da Relação entre Jato de Baixos Níveis e Linhas de Instabilidade da Amazônia. USP. Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas. Tese. 2010.
5. ALMANAQUE BRASIL. Atmosfera, Hidrosfera, Solo e Ambiente e Ecossistemas; as ameaças e a proteção à biodiversidade. Referencias/ Meio Ambiente. 2010.
6. ALMEIDA, F. M. de.; MATTA, M. A. da S. ; DIAS, E. R. F.; BANDEIRA, I. C. N.; PRADO, J. B. do & FIGUEIREDO, A. B. de. Estudos Hidrogeológicos da Bacia Hidrográfica do Tucunduba-Belém/PA, como Base para uma Proposta Alternativa de Abastecimento de Água. XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. 2004.
7. ALVES, L. M.; COELHO, C. A. dos S., MELO, A. B. C. de; PESQUERO, J. F. CONDIÇÕES CLIMÁTICAS OBSERVADAS NO BRASIL EM 2009. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC. 2009.
8. ALVES, J. M. B.; SOUZA, R. O.; CAMPOS, J. N. B. Previsão da anomalia de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) no Atlântico Tropical, com a equação da difusão de temperatura. Revista Climanálise, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, Ano 03, n.1, pp.6 – 19. 2006.
9. ALEXANDRE, da S. P. de. Avaliação De Métodos de Estimativa da Evapotranspiração de Referência Para Fins de Manejo de Irrigação. Rio de Janeiro. 2011.
10. ARAGÃO, J. O. R. de. O Impacto do ENSO e do Dipolo do Atlântico no Nordeste do Brasil. Vol. 27 (3). Página: 839-844. 1998.
11. ARTAXO, P.; DIAS, M. A. F. da S.; NAGY, L.; LUIZÃO, F. J.; CUNHA, H. B. da; QUESADA, C. A. N.; MARENGO, J. A.; KRUSCHE, A. Perspectivas de Pesquisas na Relação entre Clima e o funcionamento da Floresta Amazônica. Amazônia sem Fronteiras /artigos. Ciência e Cultura: vol.66, N°.3 São Paulo Sept. 2014.

12. AYOADE, J. O. Introdução A Climatologia Para Os Trópicos - Capítulo V - A Circulação Atmosférica. 10 eds. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil, 2004.
13. BÄSEA, F., ELSENBEERA, H., N.; NEILL, C. ; KRUSCHE, A. V. Differences in throughfall and net precipitation between soybean and transitional tropical forest in the southern Amazon, Brazil. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. Volume 159, Pages 19–28. September 2012.
14. BRAGA, R. da C.; BARBOSA, A. L. das C.; ALMEIDA, L. S. Urbanização e Áreas de Alagamentos em Belém: Estudo da Bacia da Estrada Nova. VII Congresso Brasileiro de Geógrafos. Anais do VII CBG. 2014.
15. BALBINOT, R.; OLIVEIRA, N. K.de; VANZETTO, S. C.; PEDROSO, K.; VALERIO, A. F. O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas. *Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais* V. 4, N. 1 Jan./Abr. 2008.
16. BASSO, E. R. Monitoramento e Avaliação da Qualidade da Água De Duas Represas e Uma Lagoa No Município de Ilha Solteira (Sp). Dissertação de Mestrado. Ilha Solteira (SP). 2006.
17. BÍSCARO, G. A. Meteorologia Agrícola Básica. UNIGRAF- Gráfica e Editora União Ltda. 2007.
18. BOYER, J. and Kramer, Paul. *Water Relations of Plants and Soils*.1995.
19. BRITO, G. L. M. Estimativa da taxa de recarga na bacia sedimentar do Rio do Peixe (PB) pelo método do balanço hídrico. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande, 2007.
20. BUTLER, R. Diversidade das Florestas Tropicais. Acesso em 05 de Outubro de 2014. Disponível em: < <http://pt.mongabay.com/rainforests/0302.htm>>.
21. CAMARGO, A. P. de; CAMARGO, M. B. P. de. Uma Revisão Analítica da Evapotranspiração Potencial. *Bragantia*. Vol.59 N°2 Campinas. 2000.
22. CANAL RURAL. Disponível em: <<http://www.canalrural.com.br/noticias/tempo/saiba-como-fenomenos-nino-nina-afetam-agricultura-brasileira-8929>>. Acesso em: 08 de Julho de 2015.
23. CARVALHO, F. Fluxos hídricos na Microbacia do Córrego do Queixada no Município de Jataí (GO) / Fábio Carvalho. Dissertação (Mestrado). 133 f.: il. Universidade Federal de Goiás, Campus Jataí. 2011.

24. CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS. Acesso em 03 de Agosto de 2015. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/glossario.shtml>>.
25. CETICISMO. Acesso em 03 de Agosto de 2015. Disponível em: < <http://ceticismo.net> >.
26. CONFERENCIA DAS PARTES 2030. Acesso em: 10 de Outubro de 2014. Disponível em:< <http://minionu15anoscop2030.wordpress.com/2014/10/01/el-nino-e-la-nina/>>.
27. CAPISTRANO, V. B. Precipitação na América do Sul Associada às Variabilidades de Baixa Frequência Na TSM Dos Oceanos Atlântico e Pacífico. INPE (Instituto Nacional de Pesquisas espaciais). São José dos Campos. Tese de Doutorado. 2012.
28. CHAVES, R. R. Conexões entre a TSM do Atlântico Sul e a convecção de verão sobre a América do Sul - análise observacional. Rev. Bras. Geof. vol.29, N°.1 São Paulo Jan./Mar. 2011.
29. CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA. Acesso em: 03 de Agosto de 2015. Disponível em: < <http://climatologiageografica.com.br/>>.
30. COSTA, A. A.; PAULIQUEVIS, T. Aerossóis, Nuvens e Clima: Resultados do Experimento LBA para o Estudo de Aerossóis e Microfísica de Nuvens. Rev. bras. Meteorol. vol.24 n°.2. São Paulo. June. 2009.
31. COSTA, J. da; COSTA, A.; POLETO, C. Telhado Verde: Redução e Retardo do Escoamento Superficial. Revista de estudos ambientais (Online). V. 14, n. 2esp, p. 50-56, 2012.
32. COSTA, G. F. DA; MARENCO, R. A. Fotossíntese, condutância estomática e potencial hídrico foliar em árvores jovens de andiroba (*Carapa guianensis*). 2007.
33. CZIKOWSKY, M. J.; FITZJARRALD, D. R. Detecting Rainfall Interception in an Amazonian Rain Forest with Eddy Flux Measurements. Journal of Hydrology. Volume 377, Issues 1–2, 20. Pages 92–105. October. 2009.
34. DECHEN, A. R; NACHTIGALL, G. R. Fertilidade do Solo. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS RF; ALVAREZ VVH; BARROS NF; FONTES RLF; CANTARUTTI RB; NEVES JCL (eds). Viçosa: SBCS/UFV. p. 92-132. 2007.
35. DRECHMER, P. A. D. O. Comportamento e Correção da Radiação Difusa Obtida com Anel de Sombreamento. Cascavel. Paraná. 2005.
36. DENSKI, A. P. N. Estimativa e probabilidade de ocorrência da evapotranspiração de referência em Urussanga, SC. Dissertação (Mestrado). Criciúma, SC. 121 p.: il.; Criciúma. 2014.

37. FAUSTO, B.; HORTA, C. J. G.; AMARAL, E. F. de L. A Urbanização Recente no Brasil E as Aglomerações Metropolitanas. 2001.
38. FCIENCIA. Acesso em: 15 de Outubro de 2015. Disponível em: <<http://www.fcencias.com/>>.
39. FAGERIA, N. K. Produção de Sementes Sadias de Feijão Comum em Várzeas Tropicais. Embrapa Arroz e Feijão. Sistemas de Produção, No. 4. 2004.
40. FARIA, M. V. C. Climas e Formações Vegetais. Acesso em 10 de Outubro de 2014. Disponível em: <<http://educacao.globo.com/geografia/assunto/geografia-fisica/climas-e-formacoes-vegetais.html>>.
41. FEARNSIDE, P. M. Rios Voadores e a Água de São Paulo: A Reciclagem da Água. Amazônia Real. 2015. Acesso em: 30 de Julho de 2015. Disponível em:<<http://amazoniareal.com.br/rios-voadores-e-a-agua-de-sao-paulo-2-a-reciclagem-da-agua>>.
42. FERNANDES, H. Fisiologia Vegetal: Relações hídricas nas Plantas. Acesso em: 10 de Novembro de 2014. Disponível em: <<http://www.fcencias.com/2012/04/19/relacoes-hidricas-nas-plantas-fisiologia-vegetal/>>.
43. FERREIRA, A. G., MELLO, N. G. Da S. Principais Sistemas Atmosféricos Atuantes Sobre a Região Nordeste do Brasil e a Influência dos Oceanos Pacífico e Atlântico no Clima da Região. Revista Brasileira de Climatologia, Vol. 1, No 1. Dezembro. 2005.
44. FERREIRA, N. S. ZONA DE CONVERGÊNCIA INTERTROPICAL. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME). Acesso em 24 de Julho de 2015. Disponível em:<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/cliesp10a/zcit_1.html>.
45. FREIRE, J. L. M., LIMA, J. R. A.; CAVALCANTI, E. P. Análise de Aspectos Meteorológicos sobre o Nordeste do Brasil em Anos de “El Niño” e “La Niña”. Revista Brasileira de Geografia Física 03. 429-444. 2011.
46. GAMA, J. R. V. De; SOUZA, A. L.; MARTINS, S. V. & DE SOUZA, D. R. Comparação entre Florestas de Várzea e de Terra Firme do Estado do Pará. 2005.
47. GEOCITIES. Acesso em 10 de Junho de 2015. Disponível em: <<http://www.geocities.ws/saladefisica5/leituras/evaporacao.html>>.
48. GERÓLAMO, R. O.P. e KAYANO, M. T. Variações do Ciclo Anual da Temperatura da Superfície do Mar no Pacífico Tropical. Revista Brasileira de Meteorologia, v.25, n.2, 237 – 245. 2010.

49. GONZALÉZ, F. H. D. Fotossíntese. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Acesso em: 10 de Dezembro de 2012. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/lacvet/restrito/pdf/fotossintese.pdf>>.
50. ICMBIO. Acesso em 29 de Junho de 2015. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/unidades-de-conservacao>>.
51. INEMA- Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Acesso em: 10 de Outubro de 2014. Disponível em: <<http://www.inema.ba.gov.br/wp-content/uploads/2011/11/Informa%C3%A7%C3%B5es-do-La-Ni%C3%B1a.pdf>>.
52. INPE (Instituto Nacional de Pesquisas espaciais). Acesso em 10 de Outubro de 2015. Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/saiba/Oque_el-nino.shtml>.
53. INPE (Instituto Nacional de Pesquisas espaciais). Acesso em 05 de Outubro de 2014. Disponível em: <<http://www.ccst.inpe.br>>.
54. JESUS, R. Circulação Geral da Atmosfera. Acesso em: 10 de Julho de 2015. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/26001701/Circulacao-geral-da-atmosfera#scribd>>.
55. JONATHAN, C. A.; BRAGA, C. C. Padrões Espaço-temporal Pluviométricos na Amazônia Oriental Utilizando Análise Multivariada. Rev. bras. meteorol. vol.27; N°.4 São Paulo Dec. 2012.
56. JÚNIOR, A. C. R. A. Fatores de risco a inundação na bacia hidrográfica da Estrada Nova Belém – PA. Geografia (Londrina), v.22, n.2. p. 57-78, maio/ago. 2013.
57. JÚNIOR, H. F. de M. Estado do Pará Sistema Único de Saúde. Secretaria de Estado e Saúde Pública. Plano Estadual de Saúde do Pará. PES-PA 2012 – 2015. Belém/PA. 2012.
58. KIYUNA, I. El Niño 2002-03 e a Anomalia Climática. Instituto de economia Agrícola (IEA). 2002.
59. KLUGE, R. A. Fisiologia vegetal/ Fotossíntese. ESALQ/USP. Piracicaba – SP. 2014.
60. KRAMER, P.J. & BOYER, Water relations of plants and soils. New York. Ed. MacGraw-Hill. 482 p. 1995.
61. LABORATÓRIO DE METEOROLOGIA. Acesso em: 14 de Novembro de 2014. Disponível em: <<http://www.nemrh.uema.br/meteoro/elnino.htm>>.
62. LACERDA, C. F. De. Relações Solo-Água-Planta Em Ambientes Naturais e Agrícolas Do Nordeste Brasileiro. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Engenheiro Agrônomo/UFC MS, Solos e Nutrição de Plantas/UFC DS, Fisiologia Vegetal/UFV Professor Adjunto Departamento de Engenharia Agrícola Centro de Ciências Agrárias Universidade Federal do Ceará Recife – Pernambuco, Dezembro. 2007.

63. LIMA, W. de P. Hidrologia Florestal Aplicada ao Manejo de Bacias Hidrográficas. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Departamento de Ciências Florestais Piracicaba – São Paulo. 2008.
64. LOPES, F. Z.; DINIZ, G. B.; MARQUES, J. R. Relação entre o Multivariate Enso Index (MEI) e a TSM das regiões dos Niños com a precipitação em regiões homogêneas do Estado do Rio Grande do Sul. Anu. Inst. Geociências. V.30, n.2. Rio de Janeiro. 2007.
65. LOPES, R. N.; LIMA, J. J. Estudo Morfológico de Assentamentos em Áreas de Várzea em Belém – Pa: Bacia do Una. UPP Urbana. III Seminário Nacional sobre o Tratamento de Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano e Restrições Ambientais ao Parcelamento do Solo. 2014.
66. LOUREIRO, R. S.; GOMES, R. G.; ROCHA, E. J. P. Revista Brasileira de Meteorologia, Análise de Uma Linha de Instabilidade Costeira na Região Leste do Estado do Pará. V.21, n.3b, 258-270, 2006.
67. LUZ, L. M. da; RODRIGUES, J. E. C.; CRISTO, L.de A.; SILVA, M. D. da. ESTUDO GEOAMBIENTAL EM BACIAS URBANAS EM BELÉM-PA. Boletim Amazônico de Geografia (ISSN: 2358-7040 - online), Belém, v. 01, n. 02, p. 145-160, jul./dez. 2014.
68. MATOS, R. Migração e urbanização no Brasil. Belo Horizonte. 08(1) 07-23 janeiro-junho. 2012.
69. MARENGO, J. A. Mudanças Climáticas Globais e seus Efeitos sobre a Biodiversidade: Caracterização do Clima Atual e Definição das Alterações Climáticas para o Território Brasileiro ao Longo do Século XXI. 212 p.: il. color; Brasília: Ministério do Meio Ambiente (MMA). 2006.
70. MÁSTER. Meteorologia Sinótica. Acesso em: 03 de Dezembro de 2014. Disponível em: <<http://www.master.iag.usp.br>>.
71. MEDEIROS, R. M. de. El nino e La nina Sua Influência no Globo e seus Efeitos no Estado do Piauí. Teresina. 1998.
72. MENDES, D.; JUNIOR, J. L. G.; SANTOS, E. O.; SANTOS, T. O.; MARTINS, L. A. Carta Hodográfica e Sistemas Atmosféricos. Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina – 20 a 26 de março de 2005 – Universidade de São Paulo. 2005.
73. MEIN, R.G.; LARSON, C.L. Modeling Infiltration During a Steadyrain. American Geophysical Union, Washington, v.9, n.2, p.384-394. 1973.
74. METEO SUREST. Acesso em: 10 de Novembro de 2014. Disponível em:<<http://ametse.org/foro/index.php?topic=71.0>>.

75. METEORO. Acesso em: 15 de Novembro de 2014. Disponível em: <meteoro.cefet-rj.br/felipe/sinotica3/frentes.docmeteoro.cefet-rj.br/felipe/sinotica3/frentes.doc>.
76. METEOROLOGIA E COLUMBOFILIA. Acesso em 30 de Novembro de 2014. Disponível em: <<http://www.fpcolumbofilia.pt/meteo/main069.htm>>.
77. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Acesso em 01 de Outubro de 2014. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/aguas-subterraneas/ciclo-hidrologico>>.
78. MINUZZI, R. B.; SEDIYAMA, G. C. COSTA, J. M. N. da; e VIANELLO, R. L. Influência da “La Niña” na Estação Chuvosa da Região Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.22, n.3, 345-353, 2007.
79. MIRANDA, R. A. C. de.; OLIVEIRA M. V. S. de; SILVA, D. F. da. Instituto de Geografia. Departamento de Geografia Física. Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ. Ano 12, v.1, N°.21. 2010.
80. MONGABAY. Localização das Florestas Tropicais no Mundo. Acesso em 15 de Novembro de 2014. Disponível em: <<http://world.mongabay.com/portuguese/002.html>>.
81. MONTAG, L. F. de A.; FREITAS, T. M. da S.; WOSIACKI, W. B.; BARTHEM, R. B. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciências Naturais, Belém, v. 3, n. 1, p. 11-34, jan.- abr. 2008.
82. MONTEIRO, M. A. Dinâmica atmosférica e a caracterização dos tipos de tempo na Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá. Florianópolis- SC. 2007.
83. MOURA, G. B. de A.; ARAGÃO, J. O. R. de; MELO, J. S. P. de; SILVA, A. P. N. da; GIONGO, P. R. & LACERDA, F. F. Relação entre a precipitação do leste do Nordeste do Brasil e a temperatura dos oceanos. 2008.
84. NERY, J. T. Análise em Diferentes Escalas Espaciais e Temporais da Precipitação Pluvial da Unidade de Gerenciamento do Médio. Paranapanema. OURINHOS (SP) / 2008.
85. NOBRE, A. D. O futuro Climático da Amazônia: Relatório de Avaliação Científica. São José dos Campos, SP: ARA: CCST-INPE: INPA, 2014.
86. O GLOBO. Desmatamento na Amazônia Enfraquece 'Rios Voadores' que Refrescam Calor Carioca. Acesso em 30 de Julho de 2015. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/sociedade/sustentabilidade/desmatamento-na-amazonia-enfraquece-rios-voadores-que-refrescam-calor-carioca-15224850>>.
87. O que são rios voadores? Como ensinar sobre isso? Acesso em 30 de Julho de 2015. Disponível em: <<http://ceticismo.net/2015/04/11/o-que-sao-rios-voadores-como-ensinar-sobre-isso>>.

88. OLIVEIRA S. L. L.; CUNHA A. C.; COSTA A. C. L. & COSTA R. F. Sazonalidade e Interceptação da Chuva na Floresta Nacional em Caxiuanã - Amazônia Oriental. *Scientia Plena* 7. 2011.
89. OLIVEIRA, A. A de; & DALY, D. Florestas do Rio Negro. Capítulo 5: As Florestas Terra Firme. 2001.
90. OLIVEIRA, G. S. de. Tópicos em Meio Ambiente e Ciências Atmosféricas. El Niño / La Niña. Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais. 2005.
91. PEREIRA, A. R. Aspectos Fisiológicos da Produtividade Vegetal. *Rev. Bras. Fisiol. Vegetal* 1(2): 139-142. 1989.
92. PITA, R. F. Q. Influência das Mudanças Climáticas no Cálculo da Evapotranspiração no Semi-Árido da Paraíba. João Pessoa – PB. Dezembro. 2011.
93. RIBEIRO, R. E. P., ÁVILA, P. L. R., BRITO, J. I. B. de; SANTOS, E. G. do; SOUSA, L. F. de. Análise da Tendência Climática nas Séries Temporais de Temperatura e Precipitação de Tucuruí-Pará. *Revista Brasileira de Geografia Física*, vol.07, n.05 (Número Especial-VIWMCRHPE) 798-807. 2014.
94. REMET (Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica). Acesso em 05 de Dezembro de 2014. Disponível em: <<http://www.redemet.aer.mil.br>>.
95. SANTOS, R. M. dos. Programa de Pesquisa Biodiversidade Amazônia Oriental (PPBIO): Avaliação da Topografia da Grade PPBIO Caxiuanã- PA. Acesso em 30 de Julho de 2015. Disponível em: <<http://ppbio.museu-goeldi.br/?q=pt-br/avalia%C3%A7%C3%A3o-da-da-grade-ppbio-caxiuan%C3%A3-0>>.
96. SANTOS, J. T. S. S. Mapa de Localização Geográfica e Área de Ninos. 2015.
97. SOUZA, A. da S. P. de. Avaliação de Métodos de Estimativa da Evapotranspiração de Referência para Fins de Manejo de Irrigação. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro. 2011.
98. SANTOS, G. G.; GRIEBELER, N. P.; OLIVEIRA, L. F. C. de. Chuvas Intensas Relacionadas à Erosão Hídrica. Intense Rainfalls Related to Water Erosion. *Rev. Bras. eng. Agríc. Ambient.* Vol.14, n°. 2. Campina Grande Feb. 2010.
99. SANTOS, S. R. Q. dos, BRAGA, C. C., CAMPOS, T. L. de O. B., BRITO, J. I. B. de & SANTOS, A. P. P. dos. Variabilidade da Precipitação no Estado do Pará por meio de Análise em Componentes Principais. *Revista Brasileira de Geografia Física*. 615- 627. Vol. 07, n.03. 2014.

100. SANTOS, B. do C.; Rangel, L. de A.; JUNIOR, E. de C. Revista Geográfica de América Central. Número Especial EGAL. A Influência do Estoque de Matéria Orgânica do Solo em Fragmentos Florestais de Mata Atlântica. Costa Rica, pp. 1-16. 2011.
101. SANTOS, O. C. de O. As chuvas, Alagamentos e Enchentes, no Período Chuvoso em Belém, Estado do Pará. Revista Geonorte, Edição Especial 2, V.2, N.5, p. 173– 183, 2012.
102. SALINE, M. F. A Influência do Fenômeno El nino oscilação sul- ENOS (La nina e El nino) na ocorrência de inundações no vale de Taquari- RS. Monografia- TCC. 2011.
103. SANEP- Serviço de Saneamento de Pelotas. Acesso em 15 de Outubro de 2014. Disponível em:< <http://www.pelotas.rs.gov.br/sanep/informe/ciclo-da-agua/>>.
104. SEMAS. Acesso em: 10 de Novembro de 2015. Disponível em: <<http://www.semas.pa.gov.br/diretorias/recursos-hidricos/gesir/>>.
105. SIPAM (Serviço de Proteção da Amazônia). Boletim Climático da Amazônia. Ano 11 – Nº. 113. 2014.
106. SILVA, J. M. A. Modelo Hidrológico para o Cálculo do Balanço Hídrico e Obtenção do Hidrograma de Escoamento Superficial em Bacias Hidrográficas: Desenvolvimento e Aplicação. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais. 2002.
107. SILVA, A. M. e. Gestão de conflitos pelo uso da água em bacias hidrográficas urbanas. Dissertação de Mestrado. 2003.
108. SILVA, F. M. Da.; CHAVES, M. Dos S., LIMA, Z. M. C. Geografia Física II – Natal, RN: EDUFRRN, 240 p. 2009.
109. SILVA, M. E. S.; SILVA, C. B. Variabilidade Climática – Processos Físicos e Dinâmicos nos Oceanos e Atmosfera. Revista do Departamento de Geografia – USP. Volume Especial 30 anos, p. 372-406. 2012.
110. SISTEMA FOTOSSÍNTESE. Acesso em 05 de Outubro de 2014. Disponível em:< http://fotossintese.net/parametros_aagua_eafot.html>.
111. SOUZA, R. L. F. de. Variabilidade Interdecadal da Precipitação na Amazônia Ocidental Brasileira. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Ciências Atmosféricas. Maceió. 2009.
112. TAIZ, L. & ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. 3 ed. Artmed. 2006.
113. TEIXEIRA, I. & SPELMAN, C. Conexão entre clima e biodiversidade. Eco Debate/ Cidadania & Meio Ambiente. 2010.
114. TEODORO, V. L. L.; TEIXEIRA, D.; COSTA D. J. L.; FULLER, B. B. O Conceito de Bacia Hidrográfica e a Importância da Caracterização Morfométrica para o Entendimento da Dinâmica Ambiental Local. Revista Uniara, n.20, 2007.

115. TIEMPOHOY. Acesso em 17 de Julho de 2015. Disponível em:<http://www.tiempohoy.es/nc/es/home/tiempo/noticias-del-tiempo/noticias-deltiempo/article/circulacion_general_las_tres_celulas_los_vientos_y_los_desiertos.html>.
116. TUCCI, C. E. M.; DA SILVEIRA, A. L. L. & et al. Hidrologia: Ciência e Aplicação. 4º Edição. Porto Alegre: Editora UFSRGS/ ABRH. 2012.
117. TUNDISI, J. G. Gestão das Águas/ artigos. Ciclo hidrológico e gerenciamento integrado. 2014.
118. VALARINI, S. Caracterização do Material Particulado em Cubatão. Dissertação de Mestrado. São Paulo. 2011.
119. VAREJÃO- SILVA, M. A. Meteorologia e Climatologia. Recife, 2006.
120. VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. Meteorologia Básica e Aplicações. Universidade Federal de Viçosa - UFV. 2000. Acesso em: 20 de Novembro de 2014. Disponível em: <<http://www.fpcolumbofilia.pt/meteo/main069.htm>>.
121. VICINI, L. Análise multivariada da teoria à prática. Monografia de especialização. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria: UFSM, CCNE. 215 p.: il. 2005.
122. ZCIT. Acesso em: 24 de Julho de 2015. Disponível em:<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rcliman1/boletim/cliesp10a/zcit_1.html>.
123. ZONTA, E.; BRASIL, F. da C.; REGINA, S. G.; ROSA, M. M. T. da. Nutrição Mineral de Plantas Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. O Sistema Radicular e Suas Interações Com o Ambiente edáfico. UFRRJ. 2006.