



Universidade Federal do Pará



Faculdade de Meteorologia



Instituto de Geociências

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MARCIA LOBO GONÇALVES

**CARACTERÍSTICA TEMPORAL DA PRECIPITAÇÃO NO PERÍODO
2012-2013 EM CUIARANA-SALINÓPOLIS, REGIÃO NORDESTE DO
ESTADO DO PARÁ.**

Nº 339

**BELÉM-PARÁ
DEZEMBRO-2014**

MARCIA LOBO GONÇALVES

**CARACTERÍSTICA TEMPORAL DA PRECIPITAÇÃO NO PERÍODO
2012-2013 EM CUIARANA-SALINÓPOLIS, REGIÃO NORDESTE DO
ESTADO DO PARÁ.**

Trabalho de Conclusão do Curso, apresentado à faculdade de Meteorologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará-UFPA, para obtenção do grau Bacharel em Meteorologia.

Orientador: Prof. Dr. José de Paulo Rocha da Costa.

**BELÉM
2014**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca do Instituto de Geociências/SIBI/UFPA

Gonçalves, Marcia Lobo, 1984-

Característica temporal da precipitação em localidade da região nordeste do
Pará / Marcia Lobo Gonçalves. – 2014

26 f : il. ; 30 cm

Inclui bibliografias

Orientador: José de Paulo Rocha da Costa

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do
Pará, Instituto de Geociências, Faculdade de Meteorologia, Belém, 2014.

1. Precipitação (Meteorologia) - Pará - Previsão. I. Título.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a **Deus** por me abençoar e me iluminar todos os dias de minha vida, em todas as minhas dificuldades e vitórias eu sei que sempre estive ao meu lado. **Deus**, tudo que tenho e tudo que sou é graças a ti.

Agradeço aos meus pais **Manoel José Gonçalves** e **Maria Lobo Gonçalves** por sempre me apoiarem em todas as minhas decisões e principalmente pelas orações que eles dedicam a mim todos os dias. Vocês são a razão pela qual eu luto para conquistar algo na vida, a minha motivação vem de vocês.

Aos meus irmãos **Maria José, José Maria, Manoel, Maria Madalena, Marcelo, Izabel** e **Carmem Lúcia Lobo Gonçalves** por sempre me apoiarem nas minhas decisões, por sempre torcerem e rezarem por mim.

A todos os meus demais familiares, avô, tios, tias, primos, sobrinhos, cunhado, pois sei que mesmo de longe sempre torceram pela minha felicidade e rezaram por mim. E a minha melhor amiga **Carmem Lucia Amorim Gomes** por todo apoio e incentivo dedicados a mim.

Ao meu orientador, **Prof.Dr. José de Paulo Rocha da Costa**, pelo incentivo e pela colaboração na realização deste trabalho.

Aos demais Professores da **Faculdade de Meteorologia** pelos conhecimentos a mim transmitidos no decorrer do curso.

Um agradecimento muito especial ao meu namorado e futuro esposo **Francinei de Farias Pinheiro**, pelo apoio moral, financeiro e emocional que dedicou a mim todos esses anos, obrigada por ser meu namorado e por me amar. Sempre serei grata por tudo que tens feito por mim.

Quero agradecer também a todos os meus amigos de faculdade, especialmente a **Paula Oliveira, Rosária Rodrigues, Vanessa Melo, Laísa Viana, Cíntia Lima** e **Fernanda Moraes**, por todo o apoio que me deram nos perrengues da vida acadêmica.

Enfim, agradeço a todas as pessoas que me apoiaram e contribuíram de alguma forma para o meu aprendizado. Jamais esquecerei tudo o que cada um de vocês fizeram por mim.

“Ter consciência da própria ignorância é o primeiro passo para a sabedoria”.

Albert Einstein

RESUMO

A distribuição mensal, média horária, estacional e a probabilidade de ocorrência da precipitação por período trimestral foi analisada nesse estudo com o objetivo de identificar as características da variabilidade temporal da precipitação, com vistas sua aplicação em atividades ligadas à exploração agrícola, turística e pesqueira desenvolvidas no local do estudo. Os dados de precipitação utilizados nesse estudo se referem aos valores observados nos anos de 2012 e 2013 e que foram obtidos através de sensor instalado no topo de uma torre micrometeorológica com 15 metros de altura, no interior de um pomar de manga rosa, cultivar Tommy Atkins, situado na localidade de Cuiarana, região nordeste do estado do Pará, com localização Lat 00° 39'14"S, Long 047° 16'07"W. Para efeito de análises, os dados de precipitação foram organizados em planilhas do Excel em totais médios mensais, onde foi avaliada a distribuição mensal das chuvas e por período trimestral foi avaliado a distribuição horária, estacional e a respectiva probabilidade de ocorrência do evento de chuva. Os períodos trimestrais utilizados foram os seguintes: janeiro, fevereiro e março (JFM), abril, maio e junho (AMJ), julho, agosto e setembro (JAS) e outubro, novembro e dezembro (OND). Os resultados mostraram que na escala de tempo mensal, os meses do período de janeiro a junho apresentaram elevados valores de precipitação em comparação com o período que vai de agosto a dezembro. Na escala de tempo por trimestre, constatou-se que JFM foi o trimestre mais chuvoso, representando 46% do total de precipitação anual, seguido do trimestre AMJ que representou 37%. Por outro lado, OND foi o trimestre mais seco, totalizando apenas 5% da precipitação anual, seguido do trimestre JAS com 12% desse total de chuva. Na distribuição horária por trimestre, os trimestres JFM e AMJ apresentaram eventos de chuva em todos os horários analisados, enquanto que nos trimestres JAS e OND foi verificada ausência de evento de chuva em alguns horários. Quanto à probabilidade, constatou-se que nos dois primeiros trimestres (JFM) - (AMJ), os valores da probabilidade de ocorrência da precipitação horária foram bem mais acentuados se comparados com os valores constatados nos dois últimos trimestres (JAS) - (OND).

Palavras-Chave: Distribuição pluviométrica. Variabilidade pluviométrica. Cuiarana. Salinópolis.

ABSTRACT

The monthly distribution, seasonal and hourly average quarterly period of precipitation has been analyzed in this study aiming to identify the characteristics of the temporal variability of precipitation, with its application in activities linked to tourism, fishing and farming developed on the site of the study. Rainfall data used in this study refer to the values observed in the years 2012 and 2013 and which were obtained by means of sensor installed on the top of a micrometeorology tower with 15 meters in height, within an orchard of mango pink cultivar Tommy Atkins, situated in the locality of Cuiarana, northeast of the State of Pará, with location of Lat 00°39'14"S; Long 047° 16'07"W. For the purposes of analysis, the precipitation data were organized into Excel spreadsheets in average monthly totals, where was evaluated monthly rainfall distribution and quarterly period was rated the hourly distribution, seasonal and their likelihood of occurrence of the event of rain. The quarterly periods used were as follows: January, February and March (JFM), April, may and June (AMJ), July, August and September (JAS) and October, November and December (OND). The results showed that the monthly time scale, the months of January to June period presented high values of precipitation compared to the period from August to December. On the scale of time per quarter, it was found that JFM was the wettest quarter, representing 46% of the total annual precipitation, followed by the JMA quarter 37% entry. On the other hand, OND was the driest quarter, totaling only 5% of the annual precipitation, followed by the quarter JAS with 12% of this amount of rain. In hourly distribution per quarter, the quarters JFM and JMA showed rain events at all times analyzed, while in quarter JAS and OND was verified absence of rain event in some timetables. As for the Outlook, it was noted that in the first two quarters (JFM)-(AMJ), the values of the probability of occurrence of hourly precipitation were much more pronounced if compared to the values observed in the last two quarters (JAS) – (OND).

Keywords: Rainfall Distribution. Rainfall variability. Cuiarana. Salinópolis.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -	Posição geográfica da Estação Experimental de Ecossistemas Costeiros “Modesto Rodrigues”	16
FIGURA 2 -	Vista da posição de instalação do sensor de medida da precipitação (Pluviometro).	17
FIGURA 3 –	Distribuição média mensal da precipitação no período 2012/2013 em relação a normal climatológica para a região	18
FIGURA 4 -	Distribuição média da precipitação por trimestre no período 2012-2013	19
FIGURA 5 –	Total médio de precipitação horária (a) e a probabilidade de ocorrência do evento de chuva (b) no período de Janeiro-Março (JFM)	21
FIGURA 6 -	Total médio de precipitação horária (a) e a probabilidade de ocorrência do evento de chuva (b) no período de Abril-Junho (AMJ)	22
FIGURA 7 -	Total médio de precipitação horária (a) e a probabilidade de ocorrência do evento de chuva (b) no período de Julho-Setembro (JAS).	23
FIGURA 8 -	Total médio de precipitação horária (a) e a probabilidade de ocorrência do evento de chuva (b) no período de Outubro-Dezembro (OND).	24

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

AMJ	- Abril, Maio, Junho
CR1000	- Control 1000
CV	- Variety Cultivar (Variedade Cultivar)
ZCIT	- Zona de Convergência Intertropical
JAS	- Julho, Agosto, Setembro
JFM	- Janeiro, Fevereiro, Março
km	- Quilômetro
LIs	- Linhas de Instabilidade
LICs	- Linhas de Instabilidade costeiras
LIP1	- Linhas de Instabilidade com propagação tipo 1
LIP2	- Linhas de Instabilidade com propagação tipo 2
mm	- Milímetros
N/NE	- Norte/Nordeste
OND	- Outubro, Novembro, Dezembro
S/SE	- Sul/Sudeste
TSM	- Temperatura da Superfície do Mar
ZCA	- Zona de Confluência dos Alísios
UTC	- Universal Time Coordinate (Hora Universal Coordenada)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1	ZCIT	13
2.2	LI	13
2.3	Sistemas de Brisas	14
2.4	Convecção Local	14
3	MATERIAIS E MÉTODOS	16
3.1	Dados, localização e características do local do estudo	16
3.2	Fonte dos Dados	17
3.3	Metodologia	17
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	18
4.1	Distribuição média do total pluviométrico mensal e por período trimestral	18
4.2	Distribuição média horária da precipitação e da probabilidade de ocorrência de eventos de precipitação por período trimestral	20
4.2.1	Trimestre Janeiro-Março (JFM)	20
4.2.2	Trimestre Abril-Junho (AMJ)	21
4.2.3	Trimestre Julho-Setembro (JAS)	22
4.2.4	Trimestre Outubro-Dezembro (OND)	24
5	CONCLUSÃO	25
	REFERÊNCIAS	26

1 INTRODUÇÃO

A precipitação pluviométrica é a variável meteorológica mais importante na região tropical, principalmente na região Amazônica, pois esta é a região com maior total pluviométrico anual e apresenta grande variabilidade no tempo e espaço (MARENGO, 2004).

O Estado do Pará, por situar-se na zona equatorial, dentro da região Amazônica, apresenta uma característica de clima quente e úmido, pertencendo a uma região com um dos maiores índices pluviométricos da Amazônia.

Esta situação não é devida somente à existência de condições locais de movimentos convectivos, mas também pela influência de diferentes sistemas meteorológicos que apresentam diferentes escalas de atuação na região. E na região costeira (no litoral do Pará ao Amapá), a precipitação é alta, devido à influência das linhas de instabilidade que se formam ao longo da costa litorânea durante o período da tarde e que são forçadas pela brisa marítima (FISH; MARENGO; NOBRE, 1998).

A respeito da influência de diferentes sistemas meteorológicos atuantes na região pode-se citar a análise de Molion (1993), o qual estudou as circulações de meso e grande escala que atuam na Amazônia e os processos dinâmicos que organizam e promovem sua precipitação, e sugeriu que os principais mecanismos que contribuem para o elevado regime pluviométrico na região resultam da combinação ou atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Linhas de Instabilidade (LIs) originadas na costa N/NE do litoral do Atlântico, brisas marítimas e aglomerados convectivos de meso e grande escala, associados com a penetração de sistemas frontais na região S/SE do Brasil, que são alimentados pelas fontes de vapor d'água constituídas pelo Oceano Atlântico e Floresta Amazônica. Além dos sistemas de meso e grande escala, sistemas de escala local, tais como, as brisas e a influência da topografia, são importantes mecanismos geradores de chuva na Amazônia. As interações de múltiplas escalas meteorológicas influenciam significativamente no regime pluviométrico anual e as características do regime de chuva afetam também as variações na temperatura, umidade do ar, nebulosidade e quantidade de radiação incidente à superfície.

Tendo em vista a necessidade cada vez maior de estudos sobre as características na variabilidade no regime de chuva na região amazônica preconizado por vários autores. Como exemplo cita-se Moraes et al. (2005) e em virtude da grande importância que essa variável representa para a região em diversos aspectos, torna-se entretanto, fundamental o

conhecimento não apenas da quantidade do total de chuva, mas também sobre sua variabilidade, bem como a probabilidade de ocorrência, para fins de planejamento em diversas atividades desenvolvidas na região. A localidade de Cuiarana e o município de Salinópolis como um todo, têm na prática da agricultura familiar uma importante atividade econômica e fonte na geração de renda e emprego para a população local e por isso a precipitação desempenha um papel relevante nesse aspecto; e por estarem situadas em região costeira, o turismo e a pesca são outras importantes atividades econômicas que se destacam.

Diante do acima apresentado, o principal objetivo do presente estudo foi analisar a tendência da distribuição média horária, diária, mensal e estacional da precipitação e a probabilidade de ocorrência de eventos de chuvas observados nos anos de 2012 e 2013 na localidade de Cuiarana, município de Salinópolis, região nordeste do Estado do Pará e comparar os valores mensais, com a Normal Climatológica da cidade de Salinópolis-PA.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Um grande número de estudos desenvolvidos por diferentes autores em diferentes épocas apontam que regime precipitação da região Amazônica resulta da contribuição de diversos sistemas meteorológicos que atuam de forma isolada ou em conexão para produzirem elevados totais pluviométricos serão abaixo descritos:

2.1 Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)

A Zona de Convergência Intertropical é considerada o sistema meteorológico mais importante gerador de precipitação sobre a região equatorial. É visualizado em imagens de satélites como uma banda de nuvens convectivas que se estende em uma faixa ao longo da região equatorial (CITEAU et al.,1988).

Considerando a região do Atlântico Equatorial, a ZCIT migra sazonalmente, em anos considerados normais, de sua posição mais ao norte (em torno de 14° N), durante agosto-setembro, para sua posição mais ao sul (em torno de 7° S), durante março-abril. Essa migração da ZCIT, associada aos fatores que causam o fortalecimento ou enfraquecimento dos alísios de nordeste e sudeste, tem papel importante na caracterização da estação chuvosa no norte e nordeste brasileiro.

Um conjunto de mecanismos meteorológicos que atuam sobre a faixa equatorial dos oceanos permite definir a atuação da ZCIT, tais mecanismos são: a Zona de Confluência dos Alísios (ZCA), a região do cavado equatorial e as áreas de máxima Temperatura da Superfície do Mar (TSM).

2.2 Linhas de Instabilidade (LIs)

Desenvolvem-se frequentemente na costa norte-nordeste da América do Sul e podem se propagar para o interior do continente, causando quantidades apreciáveis de precipitação. Como esses sistemas têm escala temporal associada à variabilidade diurna (brisa marítima e aquecimento terrestre), a máxima atividade convectiva pode ser notada nas imagens de satélite no final da tarde (21:00 UTC). A convecção profunda nos trópicos tem um papel fundamental na circulação global e na energética da atmosfera tropical, por meio da extração de calor da camada limite planetária, o qual é redistribuído na alta troposfera. Assim, essas

LIs constituem um dos sistemas atmosféricos mais importantes no transporte de calor para a alta troposfera (ALBUQUERQUE et al. 2009).

Esses sistemas convectivos foram classificados em função do seu deslocamento horizontal para o interior da Amazônia em: (a) Linhas de Instabilidade Costeira (LICs), que são aquelas cuja propagação horizontal para o interior do continente alcança até 170 km e não se deslocam continente adentro; (b) Linhas de Instabilidade com propagação do tipo 1 (LIP1), com deslocamento horizontal entre 170 e 400 km; e (c) Linhas de Instabilidade com propagação do tipo 2 (LIP2), que apresentam deslocamento horizontal superior a 400 km (COHEN; DIAS; NOBRE, 1989).

2.3 Sistemas de Brisas

Superfícies de água e terra têm respostas térmicas diferentes à mesma quantidade de insolação, e a maior parte das superfícies no continente tem uma variação diurna de temperatura muito maior (temperaturas máximas mais altas e mínimas mais baixas) do que os corpos de água, que tendem a exibir temperaturas mais uniformes ao longo do dia.

Uma das principais razões para isto é o fato de que a capacidade térmica ou calorífica da água é excepcionalmente grande. Ela requer quatro vezes mais calor para aquecer uma determinada quantidade de volume no mesmo intervalo de temperatura do que a mesma quantidade de solo. Por estas razões, gradientes de temperatura se estabelecem entre o continente e o mar, e isto tem um ciclo diurno (a terra é mais quente do que o mar durante o dia e o mar é mais quente que a terra à noite). A brisa do mar ou brisa marítima sopra do mar para o continente durante o dia, com um escoamento compensatório inverso em altitude; já a brisa continental ou brisa terrestre é mais fraca e sopra do continente para o mar à noite (também apresenta com um escoamento de retorno mais fraco em altitude). Circulações similares podem se desenvolver nas redondezas de outros grandes corpos de água (lagos) nos continentes.

2.4 Convecção Local

Convecção é o movimento vertical do ar atmosférico, tendo, como consequência imediata, a transferência de suas principais propriedades, isto é, uma distribuição de temperatura e umidade entre os diversos níveis de altitude. A convecção pela radiação solar é provocada pela diferença de aquecimento entre o ar próximo a superfície e o ar superior. O ar

próximo à superfície sofre maior aquecimento devido ao contato direto com a mesma. Assim, durante o processo de aquecimento diurno da superfície, essa parcela de ar torna-se cada vez mais aquecida, com isso a densidade da mesma diminui tornando-a mais leve que o ar superior, provocando a sua elevação e conseqüentemente a descida do ar superior (mais frio e denso). Ao subir, o ar fica, normalmente, sujeito a menores temperaturas. A consequência é a condensação do vapor d'água, ou o regresso a níveis mais baixos, em virtude de ter se tornado mais frio e, portanto, mais pesado (denso).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Dados, localização e características do local do estudo.

Os dados de precipitação utilizados para desenvolver o presente estudo foram medidos na Estação Experimental de Ecossistemas Costeiros “Modesto Rodrigues” (Lat 00°39’14” S e Long 47°16’07” W), instalada em um pomar de manga rosa com 15 anos de idade e onde as plantas foram plantadas fileiras orientadas no sentido leste-oeste, com espaçamento de 10 m entre fileiras e entre plantas. A cultivar da Manga Rosa é a variedade (CV. Tommy Atkins), plantada inicialmente para fins comerciais, pois apresenta boa aceitação no mercado brasileiro de fruticultura. Com uma área de 22 hectares, o pomar de mangueiras está localizado na Vila de Cuiarana, município de Salinópolis, região nordeste do estado do Pará.

A localidade de Cuiarana está situada na região costeira do nordeste paraense (Figura 1). A região apresenta clima tropical, quente e úmido, segundo a classificação de Koeppen e por isso é muito propícia a ocorrência de elevados totais pluviométricos em virtude estar localizada em a área de alta instabilidade atmosférica decorrente da interação entre o oceano e o continente. A umidade média anual é de aproximadamente 80% e a temperatura média anual varia ao longo do entre 26,8° C a 28,0° C. Os valores máximos da precipitação ocorrem no período de Fevereiro a Maio e os totais mais baixos ocorrem nos meses de Setembro a Novembro. As principais atividades econômicas desenvolvidas no município são pequenos plantios de hortaliças, agricultura familiar, Turismo e a Pesca.

Figura 1 – Posição geográfica da Estação Experimental de Ecossistemas Costeiros, “Modesto Rodrigues”.

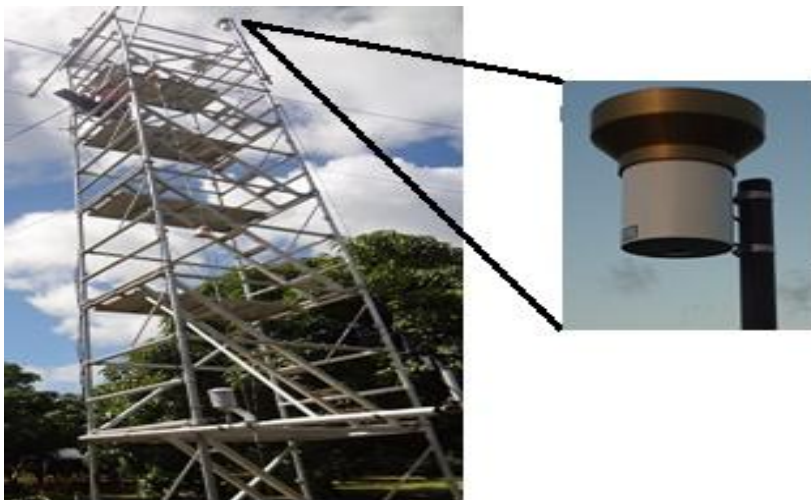


Fonte: Google Earth (2014).

3.2 Fonte dos dados

Os dados de precipitação utilizados nesse estudo foram medidos nos anos de 2012 e 2013 através de sensor (Pluviômetro) instalados em uma torre micrometeorológica com 15 metros de altura (Figura 2). O sensor foi conectado a um sistema de aquisição de dados datalogger (CR1000 da Campbell Scientific, Inc.), com programação para efetuar leituras dos registros a cada 10 segundos, armazenar e fazer as médias para cada 30 minutos.

Figura 2 – Vista da posição de instalação do sensor (Pluviômetro) de medida da precipitação.



Fonte: Elaborado pela autora.

3.3 Metodologia

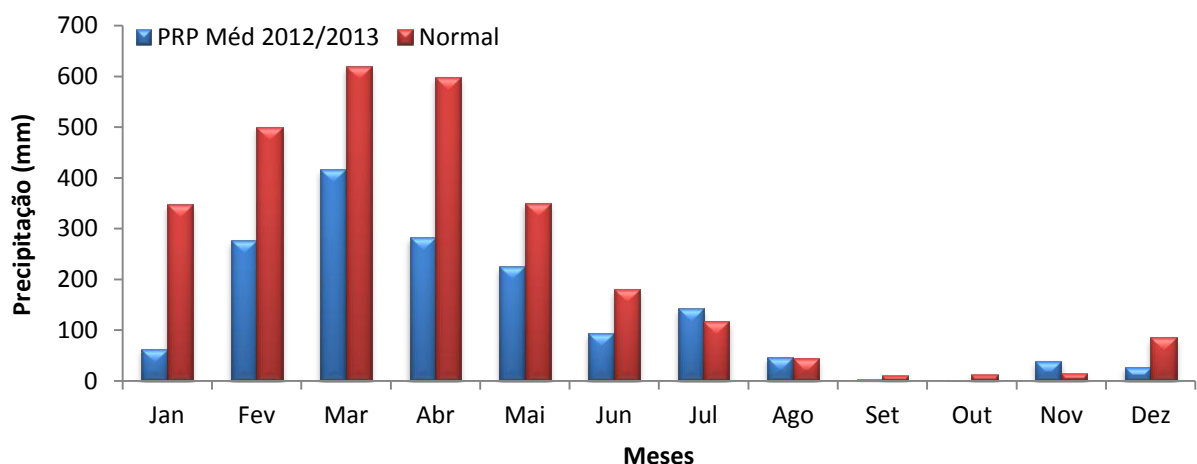
Para fins análises, os dados de precipitação foram organizados em planilhas do Excel em totais médios mensais, onde foram avaliados a distribuição mensal das chuvas, em período trimestral, onde foi avaliado a distribuição média horária e estacional dos totais de precipitação acumulados. Os períodos trimestrais analisados nesse estudo foram os seguintes: Janeiro-Março (JFM), Abril-Junho (AMJ), Julho-Setembro (JAS) e Outubro-Dezembro (OND). Utilizando-se o conceito de espaço amostral e de probabilidade foram contabilizados o número de eventos de ocorrência de precipitação para cada horário e a probabilidade do evento ocorrer. Posteriormente foram elaborados gráficos cujas análises mostraram a distribuição média mensal, estacional, horária e a probabilidade de ocorrência de precipitação nos respectivos horários dos períodos trimestrais.

4 RESULTADOS E DISCURSÕES

4.1 Distribuição do total pluviométrico na base mensal e por período trimestral.

A distribuição média mensal da precipitação observada no período 2012/2013 em relação a normal climatológica (Figura 3) mostra que os totais mais elevados de precipitação foram observados no período de Fevereiro a Maio. Posteriormente, pode ser observado que a partir dos meses de Junho e Julho, a quantidade mensal precipitada decai de forma expressiva até o mês de Dezembro. Na comparação entre os totais pluviométricos observados no período 2012/2013, com a normal climatológica, foi observado que no período considerado chuvoso para a região de Salinópolis, onde o estudo foi desenvolvido, se estende de Janeiro a Maio e mostrou que as quantidades de precipitação observadas ficaram ligeiramente abaixo da normal no período analisado, apresentando déficits mensais de precipitação significativos superiores a média 200 mm/mês. No entanto, nos meses de Julho a Dezembro, a quantidade de precipitação observada foi bem próxima da normal, com diferenças pouco significativas nos índices apresentados. Por fim, pode ser observado que no período de Agosto a Dezembro a precipitação praticamente não existe e por isso é denominado de período seco.

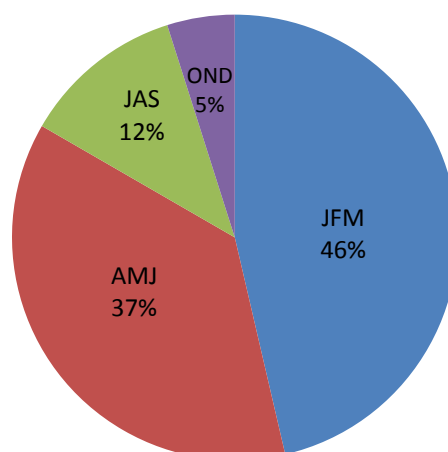
Figura 3 – Distribuição média mensal da precipitação no período 2012/2013 em relação a normal climatológica para a região



Fonte: Elaborado pela autora e DNH de Salinópolis-PA (Lat 00°37'S, Long 047°21'W e Alt 26 m). Período de 1978 a 2012.

A Figura 4 apresenta a distribuição média da precipitação por período trimestral. Percebe-se que os totais mais elevados de precipitação foram observados no primeiro trimestre JFM (Janeiro a Março), representando 46% do total da precipitação anual. Isto significa que quase a metade da precipitação que ocorreu em todo o ano caiu nos três primeiros meses. Em seguida pode ser observado que no segundo trimestre AMJ (Abril a Junho), os totais de precipitação foram igualmente expressivos, representando 37% do total de precipitação do ano. Considerando os dois primeiros trimestres do ano, pode ser verificado que 83% da precipitação de todo o período anual cai na primeira metade do ano, ou seja, nos seis primeiros meses do ano. Por outro, observou-se que nos trimestres JAS (Julho a Setembro) e OND (Outubro a Dezembro), a quantidade de precipitação acumulada foi bem menor, quando comparada com a precipitação acumulada no primeiro e segundo trimestres. O trimestre OND foi o que apresentou menor total pluviométrico anual (5%), em seguida o trimestre JAS (12%) e a soma percentual dos dois trimestres representaram apenas 17% de toda a precipitação acumulada no ano. Observando a Figura 3, pode ser percebido que o período chuvoso considerado para a região onde o estudo foi desenvolvido se estende de Janeiro a Maio e ficou constatado que as quantidades de precipitação ocorridas na primeira parte do ano (Janeiro-Julho) foram muito superiores às que se verificaram na segunda metade do ano (Agosto-Dezembro).

Figura 4 - Distribuição média da precipitação por trimestre no período 2012/2013.



Fonte: Elaborado pela autora.

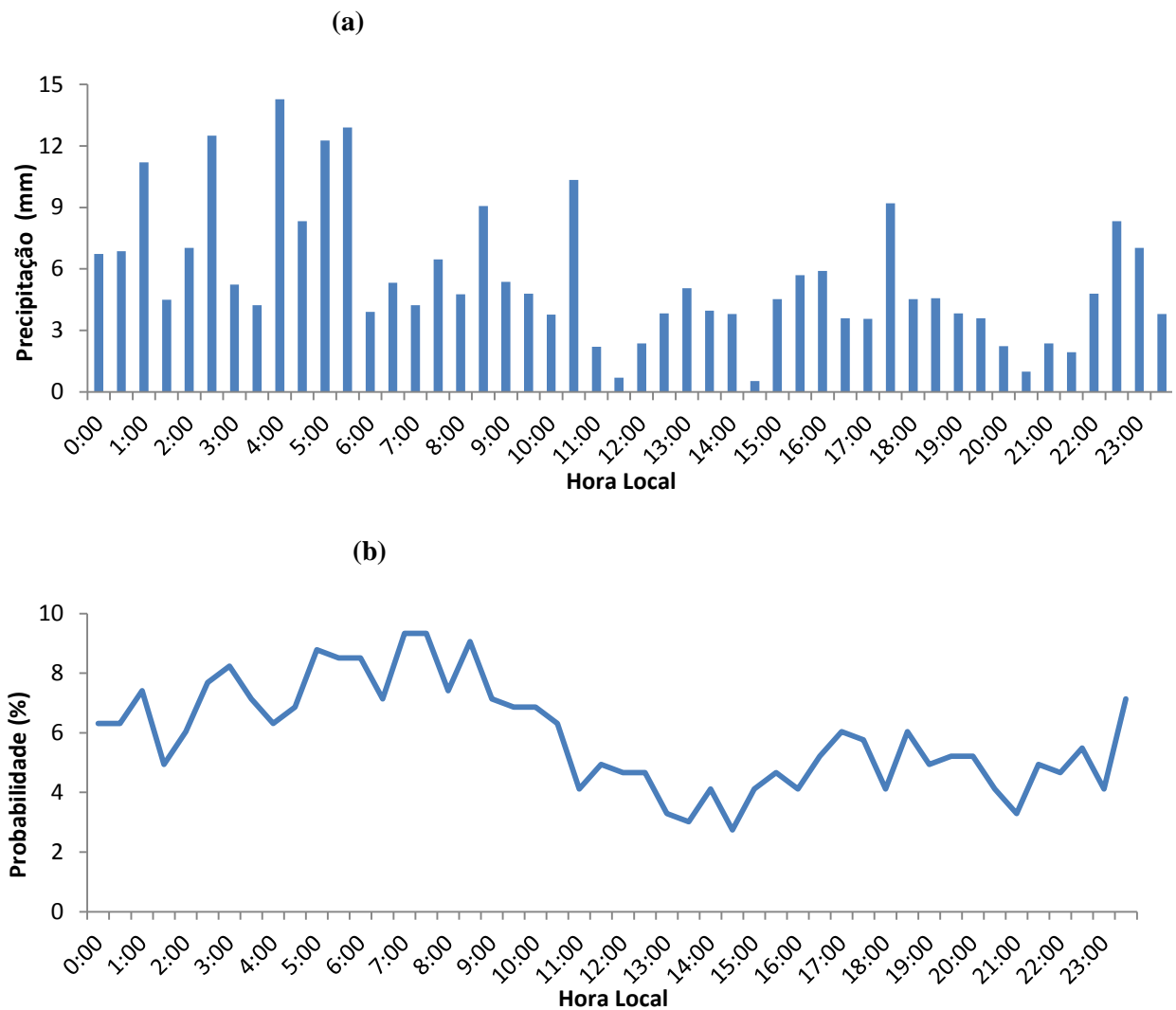
4.2 Distribuição média horária da precipitação e da probabilidade de ocorrência de eventos de precipitação por período trimestral.

Nos itens a seguir serão apresentados os totais médios horários de precipitação acumulados e a respectiva probabilidade de ocorrência do evento de chuva por período trimestral.

4.2.1 Trimestre Janeiro-Março (JFM)

A figura 5 exibe o total médio de precipitação horária (5a) e a respectiva probabilidade de ocorrência do evento de chuva (5b) referente ao primeiro trimestre (JFM). Na figura 5a pode ser visto que em todos os horários houve registro de ocorrência de precipitação e os maiores totais de precipitação ocorreram no período entre as 22:00 hora local e 10:00 hora local. Ou seja, a concentração dos totais de chuvas mais elevados ocorreu durante o período noturno e as primeiras horas do dia, em comparação aos totais observados no período da tarde e primeiras horas da noite. Porém, próximo ao amanhecer pode ser visto elevados totais horários que variam entre 12 e 15 milímetros por hora. Entretanto, o fato de ter havido registros de precipitação em todos os horários, isto não significa que nesse período trimestral chove o dia todo, mas indica que existe alta probabilidade de ocorrência do evento de chuva nesses horários, como mostra a figura 5b. Tendo em vista que o trimestre JFM está situado no período anual com ocorrência dos maiores totais pluviométricos, conforme mostrado através da Figura 3, atribui-se que a distribuição média horária da chuva bem como os maiores totais pluviométricos horários decorreu principalmente da ação combinada dos sistemas meteorológicos ZCIT e convecção local.

Figura 5 – Total médio de precipitação horária (a) e a probabilidade de ocorrência do evento de chuva (b) no período de Janeiro-Março (JFM).



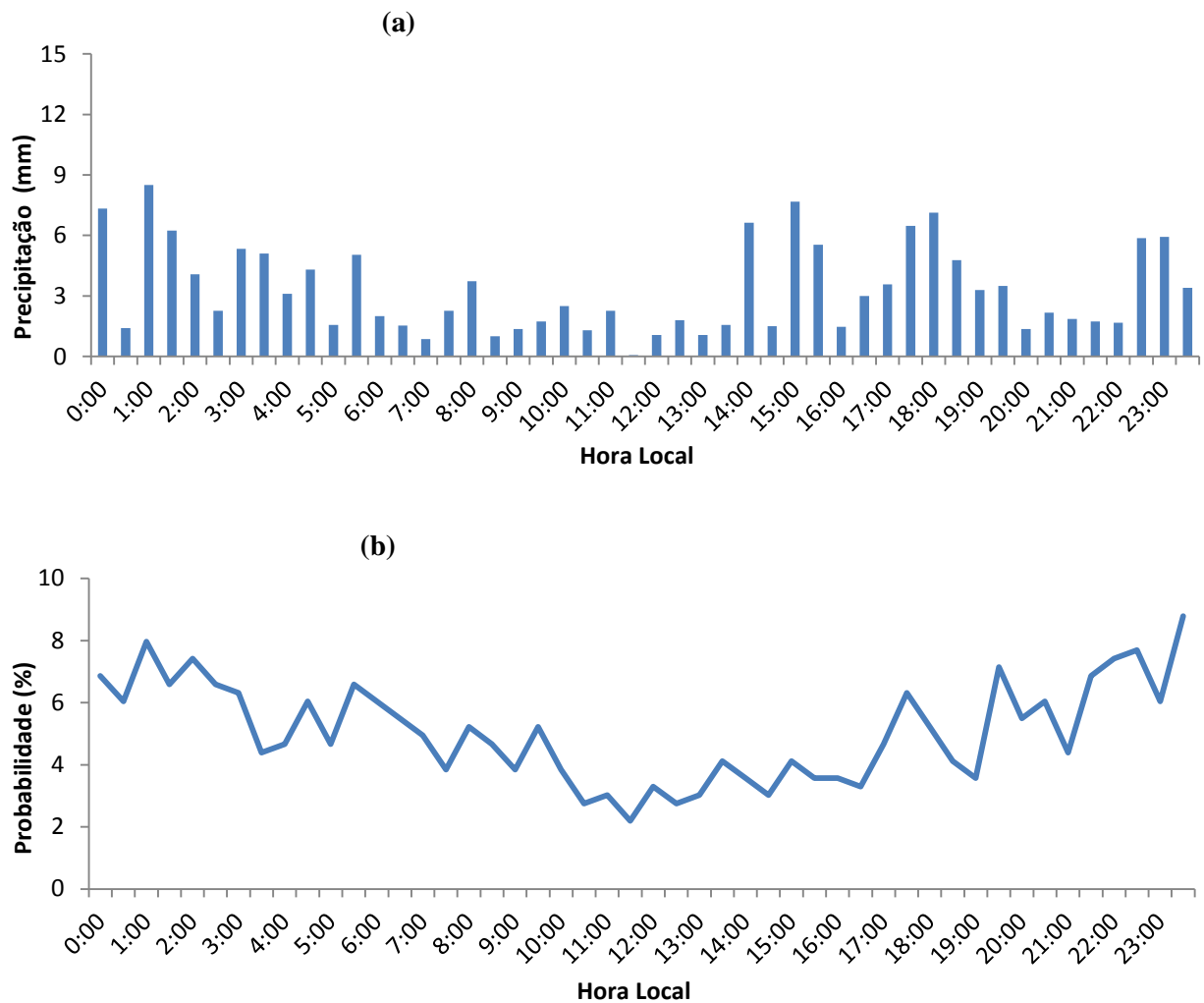
Fonte: Elaborado pela autora.

4.2.2 Trimestre Abril-Junho (AMJ)

A Figura 6 mostra o total médio de precipitação horária (a) e a respectiva probabilidade de ocorrência do evento de chuva (b), referentes ao segundo trimestre (AMJ). Na figura 6a pode ser visto que também existiu ocorrência de chuva em todos os horários, tal como mostrado acima na Figura 5a. Entretanto, nesse trimestre foi percebido que os maiores totais de precipitação ocorreram predominantemente no período da tarde, nas últimas horas da noite e início da manhã, período compreendido entre 22:00 hora local e 03:00 hora local. A figura 6b mostra que no trimestre AMJ existiu uma maior probabilidade de chover nos

horários do período noturno, quanto comparado com os totais observados no período diurno. Podemos ainda considerar nesse trimestre que a distribuição horária da precipitação ainda é muito influenciada pela presença da ZCIT na área Amazônica.

Figura 6 - Total médio de precipitação horária (a) e a probabilidade de ocorrência do evento de chuva (b) no período de Abril-Junho (AMJ).



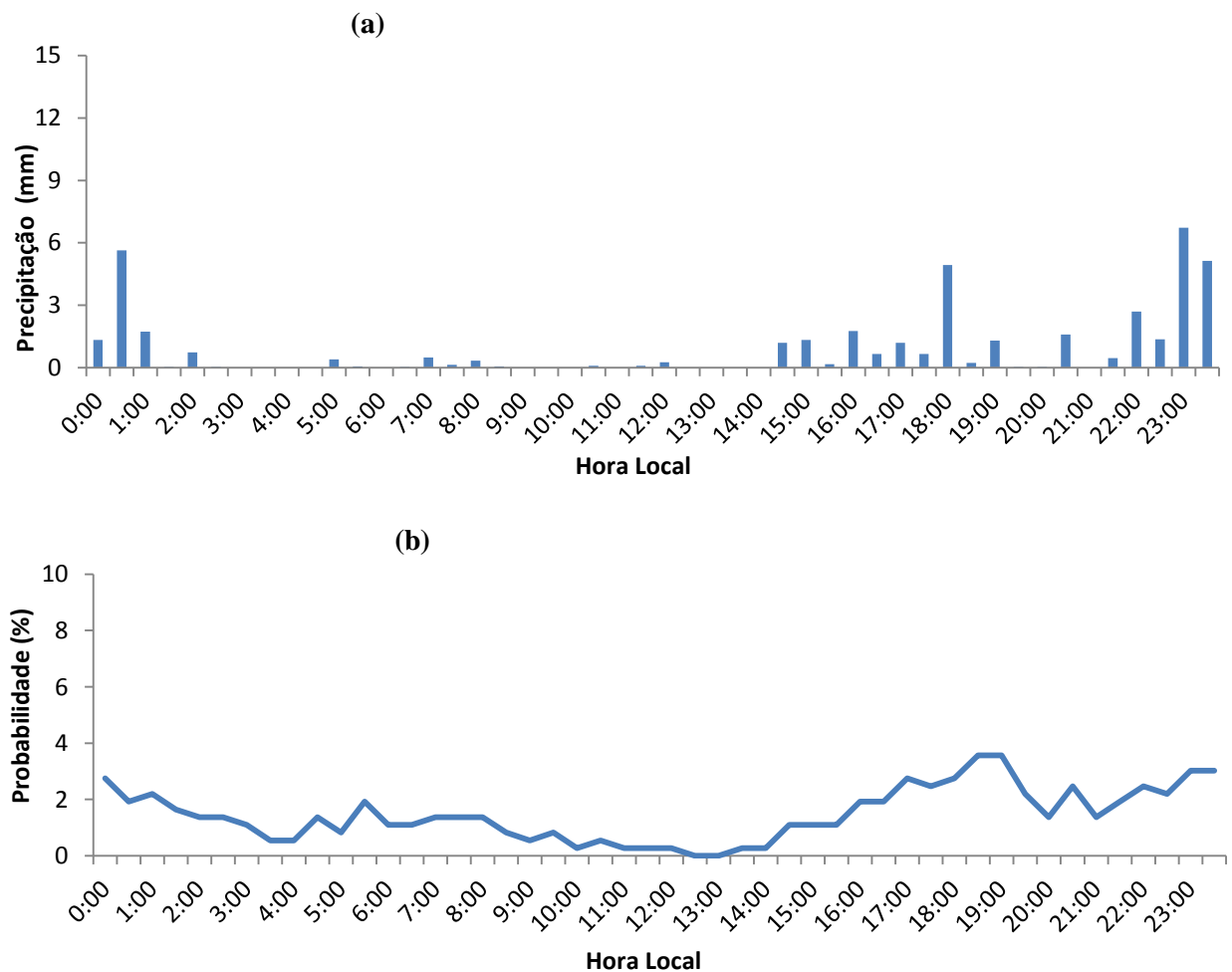
Fonte: Elaborado pela autora.

4.2.3 Trimestre Julho-Setembro (JAS)

A Figura 7 exibe o total médio de precipitação horária (7a) e a respectiva probabilidade de ocorrência do evento de chuva (7b) referente ao terceiro trimestre (JAS). Na figura 7a pode ser percebido que os maiores totais de precipitação se concentraram não

predominantemente a partir das 21:00 hora local ou 22:00 hora local e se estendendo pela madrugada como observado nos trimestres JFM e AMJ acima considerados, mas tiveram início a partir das 14:00 hora local e prosseguiram durante todo o período noturno até as primeiras horas do dia (10:00 hora local). Contudo, os maiores totais precipitados foram observados a partir do final da noite (23:00 hora local) até o início da manhã (01:00 hora local). Para essa distribuição de chuvas do trimestre JAS, atribui-se que o efeito de brisa marítima, associadas com as linhas de instabilidade foram os principais sistemas meteorológicos atuantes que determinaram a distribuição horária da precipitação no trimestre JAS. A figura 7b mostra a alta probabilidade de ocorrência de precipitação durante a noite e nas primeiras horas do dia.

Figura 7 - Total médio de precipitação horária (a) e a probabilidade de ocorrência do evento de chuva (b) no período de Julho-Setembro (JAS).

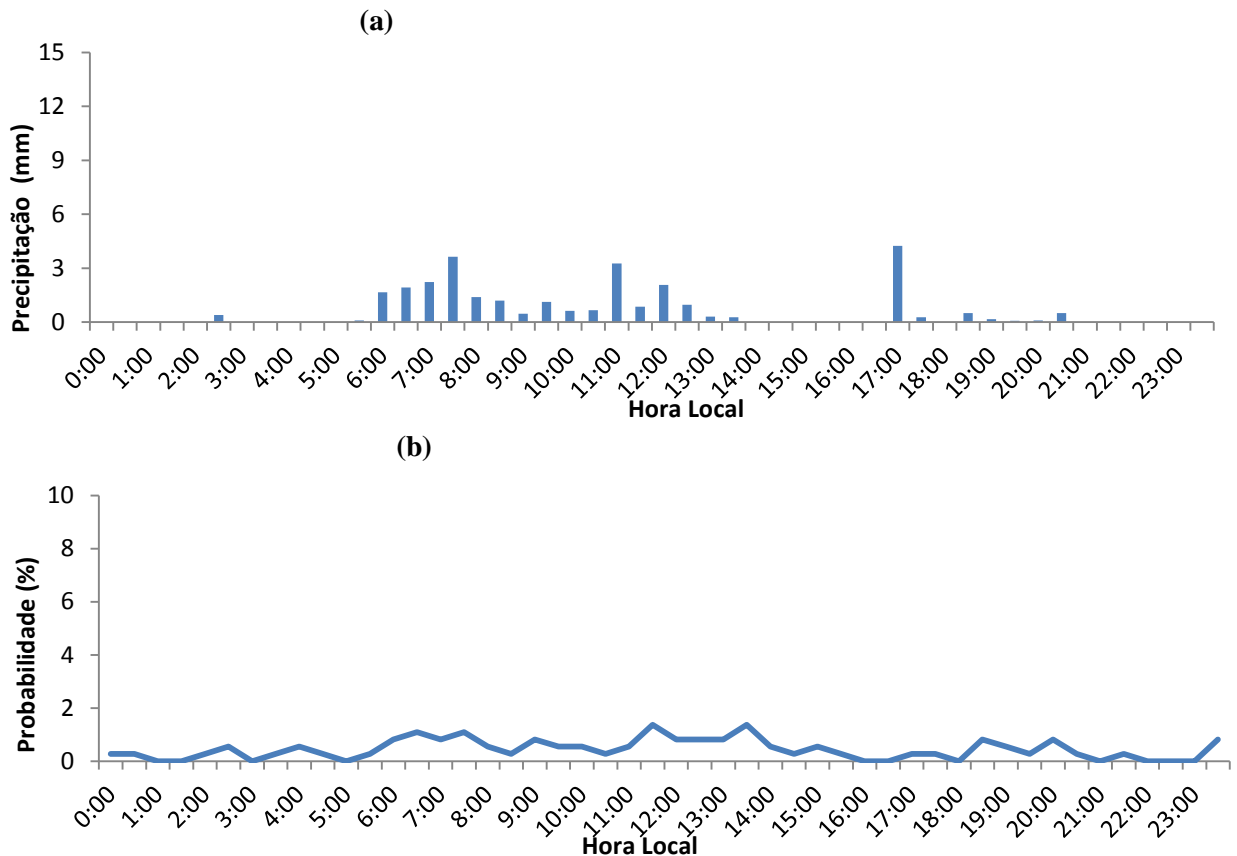


Fonte: Elaborado pela autora.

4.2.4 – Trimestre Outubro-Dezembro (OND)

A Figura 8 exibe o total médio de precipitação horária (8a) e a respectiva probabilidade de ocorrência do evento de chuva (8b) referente ao quarto trimestre (OND). Na figura 8a observa-se que os maiores totais de precipitação não são tão expressivos quanto aqueles observados nos trimestre anteriores. Percebeu-se que os maiores valores de precipitação se concentraram no período que vai do início da manhã (06:00 hora local) e prossegue até as 12:00 hora local. As 17:00 hora local houve um valor expressivo de precipitação. Observa-se ainda que diferentemente dos outros trimestres, no trimestre OND, não foi verificada ocorrência de evento de chuva no período da madrugada (00:00 hora local às 05:00 hora local). Por estar situado no período mais seco do ano, conforme pode ser visto na Figura 3, acredita-se que os mecanismos de brisa marítima e convecção local foram os fatores principais que determinaram distribuição horária das chuvas neste trimestre. A figura 8b, mostra a alta probabilidade de ocorrência de precipitação nos horários mencionados acima e baixa ou nenhuma probabilidade nos outros horários.

Figura 8 - Total médio de precipitação horária (a) e a probabilidade de ocorrência do evento de chuva (b) no período de Outubro-Dezembro (OND).



Fonte: Elaborado pela autora.

5 CONCLUSÕES

As análises dos resultados permitiram as seguintes conclusões:

- 1- A distribuição mensal mostrou a existência de dois períodos distintos, um com elevados totais pluviométricos, que se estende de Janeiro a Julho e outro com baixa incidência de precipitação compreendido de Agosto a Dezembro.
- 2- Na distribuição trimestral da precipitação, constatou-se que 46% da precipitação ocorreu no trimestre JFM, seguido do trimestre AMJ com 37% do total de precipitação do ano, enquanto que os trimestres JAS e OND representarão apenas 12% e 5% da precipitação anual.
- 3- Em termos da distribuição semianual, 83% da precipitação anual ocorreram na primeira metade do ano, enquanto que apenas 17% ocorreram na segunda metade do período anual.
- 4- Na distribuição horária da precipitação por período trimestral, os trimestres JFM e AMJ, mostraram que a concentração dos maiores totais pluviométricos ocorreu no período noturno. No trimestre JAS os maiores totais pluviométricos foram concentrados no final da tarde e primeiras horas da noite e no trimestre OND, a concentração das chuvas ocorreu no período diurno e se estendeu até primeira metade do período noturno.
- 5- Quanto à probabilidade, constatou-se que nos dois primeiros trimestres (JFM) - (AMJ), houve grande possibilidade de chover em todos os horários, enquanto que nos dois últimos trimestres as possibilidades foram bem menores, chegando a zerar em alguns horários. Nos dois primeiros trimestres houve maior probabilidade de ocorrência de precipitação no período que vai desde o final da tarde até as primeiras horas da manhã. Já nos dois últimos trimestres, houve maior probabilidade de ocorrência de eventos de chuva durante a manhã e no período da tarde.
- 6- As análises aqui apresentadas apenas expressam uma tendência climatológica do padrão de distribuição horária, mensal e estacional da precipitação, a qual poderá ser ou não confirmada quando houver maior número de anos de registros de precipitação.

REFERENCIAS

ALBUQUERQUE, I.F.; FERREIRA, N.J.; SILVA DIAS, M.A. **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. v. 1, p. 25-96.

CITEAU, J.; BERGÉS, J. C.; DEMARCQ, H.; MAHÉ, G. The watch of ITCZ migrations over Tropical Atlantic as an indicator in drought forecast over Sahelian area. **Ocean Atmosphere Newsletter**, n. 45, p. 1-3, 1988b.

COHEN, J.C.P.; DIAS, M.A. SILVA; NOBRE C.A. Aspectos climatológicos das linhas de instabilidade na amazonia. **Climanalise**, v. 4, n.11, p. 34-40, 1989.

FISCH, G.; MARENGO, J.A.; NOBRE, C.A.: Uma Revisão Geral sobre o Clima da Amazônia. **Acta Amazonica**, 28(2): 101-126, 1998. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/cliesp10a/fish.html>. Acesso em: 19 set 2014.

MARENGO, J. A.: Interdecadal variability and trends of rainfall across the Amazon basin. **Theoretical and Applied Climatology**, v.78, p.79-96, 2004. Disponível em: < http://link.periodicos.capes.gov.br.ez3.periodicos.capes.gov.br/sfxlcl41?url_ver=Z39.88-2004&url_ctx_fmt=fi/fmt:kev:mtx:ctx&ctx_enc=info:ofi/enc:UTF-8&ctx_ver=Z39.88-2004&rfr_id=info:sid/sfxit.com:azlist&sfx.ignore_date_threshold=1&rft.object_id=954925487789&svc.fulltext=Yes>. Acesso em: 18 set. 2014.

MOLION, L. C. B.: Amazonia rainfall and its variability. In: BONELL, M.; HUFSCHEMIDT, M. M.; GLADWELL, J. S. (eds.). **Hydrology and water management in the humid tropics**. Cambridge, Reino Unido: International Hydrology Series, Cambridge University Press. 1993. p. 99-111. Disponível em: http://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=ViDpCgaNWgoC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Amazonia+rainfall+and+its+variability+Hydrology+and+water+management+in+the+humid+tropics+International+Hydrology+Series&ots=IontWtkPJw&sig=YHFMHxJTKmdyjNdu057aGhmJNT0&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false. Acesso em: 18 set 2014.

MORAES, B.C.; COSTA, J. M.; COSTA, A. C.; **Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará**. Projeto LBA, 1-2, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/aa/v35n2/v35n2a10.pdf> . Acesso em: 18 set 2014.