

VARIABILIDADE DIURNA E SAZONAL DE ELEMENTOS CLIMÁTICOS NO NORDESTE PARAENSE

Ana Karla dos Santos Pontes¹ (anakarlapontes@hotmail.com), Joyse Tatiane Souza dos Santos² (joysetaty@hotmail.com), Paulo Vinícius Caldas da Silva¹ (paulo_v@hotmail.com), Ismael Ramalho da Costa Soares¹ (ismaelrcs18@yahoo.com.br), Adriano Marlison Leão de Sousa¹ (marlisoms@yahoo.com.br)

1 UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

2 UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

RESUMO

Localizada na região nordeste paraense, no município de Salinópolis, a Vila de Cuiarana sofre influência de eventos climáticos como a Zona de Convergência Intertropical, Linhas de instabilidade e Brisa Fluvial. Tais eventos são responsáveis pelas características climatológicas da região. Variáveis como a precipitação, a temperatura e a velocidade do vento são capazes de caracterizar o clima lá encontrado a partir da relação entre as variáveis. Por conta disso, o objetivo desse estudo é analisar os ciclos diurnos considerando também dados climatológicos de precipitação. Foram utilizadas informações provenientes da Estação meteorológica automática instalada em uma torre micrometeorológica de 12 m de altura, localizada dentro da área do sítio experimental da UFRA (Universidade Federal Rural da Amazônia), durante o ano de 2011. A principal responsável pela variabilidade diurna e sazonal encontrada foi a interação atmosfera-superfície, modelando o clima na região amazônica. Essa interação leva em consideração o gradiente de temperatura e pressão gerado entre a superfície terrestre e a superfície do mar, já que se trata de área costeira. Além disso, muitas anomalias foram observadas nos dados climatológicos de precipitação, o que é justificado pela interferência de eventos climáticos dada a localização da área.

Palavras-chave: Variabilidade diurna, Sazonalidade, Climatologia.

DAYTIME AND SEASONAL VARIABILITY OF CLIMATE ELEMENTS IN NORTHEAST OF PARÁ

ABSTRACT

Located in northeast region of Pará, in the Salinópolis municipality, Cuiarana Village is influenced by climatic events such as the Intertropical Convergence Zone, Instability Lines and River Breeze. Those events are responsible for the climatological characteristics of the region. Variables such as precipitation, air temperature and wind speed make possible the climate characterization by the relationship between the variables. Therefore, this study's objective is analyze the diurnal cycles considering precipitation climatological data. The study used data from the Automatic Meteorological Station installed in a 12m high micrometeorological tower located inside the experimental site of UFRA (Federal Rural University of the Amazon), during 2011. The main responsible for the daytime and seasonal variability was the atmospheric-surface interaction, modeling the climate in the Amazon region. This interaction considers the temperature and pressure gradient generated between the land surface and the surface of the sea, by virtue of it is a coastal area. In addition, many anomalies have been observed in the precipitation climatological data, which is justified by the interference of climatic events because of the area location.

Keywords: Daytime variability, Seasonality, Climatology.

1. INTRODUÇÃO

Muitos processos dinâmicos climáticos atuam na variabilidade climática da região amazônica. O entendimento a cerca do clima dessa região ainda gera muitas incertezas aos pesquisadores, visto que depende de inúmeras variáveis, as quais modelam o clima e variabilidade deste, constituindo um complexo sistema (MARENGO et al, 2009).

Um importante fator na análise da variabilidade climática da região é a disponibilidade de energia solar, bem como o balanço de energia. A localização da Amazônia garante a região a possibilidade de recepção de altos níveis de radiação na superfície, o que varia, logicamente, com o período do ano em análise, conferindo maior quantidade de nuvens. Em resposta a esse alto grau de radiação absorvida ocorre o aumento da temperatura do ar, a qual muda de acordo com o período mais chuvoso ou menos chuvoso característico da região (FISCH, MARENGO & NOBRE, 2014).

O aumento da temperatura do ar pelo processo de conversão da energia térmica em energia cinética, gera o aquecimento da atmosfera, mesmo que de maneira indireta. O calor transferido à atmosfera é transmitido gradativamente as regiões mais altas a partir do movimento vertical do ar chamado convecção, e posteriormente a para outras regiões em movimentação horizontal chamada advecção. No entanto, o aquecimento do globo não ocorre de forma uniforme, gerando uma diferente taxa de absorção da energia solar das regiões, o que determinará a movimentação das massas de ar, ou seja, geração de vento (MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA, 2007).

As interações entre a superfície e a atmosfera são as principais responsáveis pela modelagem do clima na região amazônica. Assim como ocorre a movimentação de massas de ar devido ao gradiente de temperatura e pressão gerados pela diferença na TSM (temperatura da superfície do mar) e a temperatura da superfície terrestre, ocorre a formação de nuvens, ou seja, precipitação. Logo, padrões regionais para a precipitação irão depender do balanço hídrico e energia trocada na atmosfera (NOBRE et al, 2009).

A Vila de Cuiarana se localiza na cidade de Salinópolis, na região amazônica, no estado do Pará. Segundo Kottek et al. (2006), se apresenta como Am na classificação climática de Köppen-Geiger, o que configura clima tropical com monção (com ventos sazonais típicos de zonas costeiras tropicais, causadas pela diferença térmica entre a superfície terrestre e a superfície do mar, já que solos tem menor capacidade térmica que água). Essa classificação garante a ocorrência de elevada precipitação, altas temperaturas e conseqüentemente, velocidades do vento consideráveis.

Além disso, devido sua localização geográfica, a vila sofre a influência de alguns fenômenos meteorológicos, como a Zona de Convergência Intertropical (ITCZ), linhas de instabilidade e brisas fluviais. Por conseguinte, se trata de uma área com baixa amplitude térmica e pluviosidade anual de aproximadamente 2.100 mm em média, dos quais 90% se distribuem nos seis primeiros meses do ano, período mais chuvoso (RODRIGUES, 2012) (FISCH, MARENGO & NOBRE, 2014).

Nesse cenário, busca-se o entendimento a cerca das variáveis responsáveis pelo clima e variações climáticas na região do nordeste paraense.

2. OBJETIVO

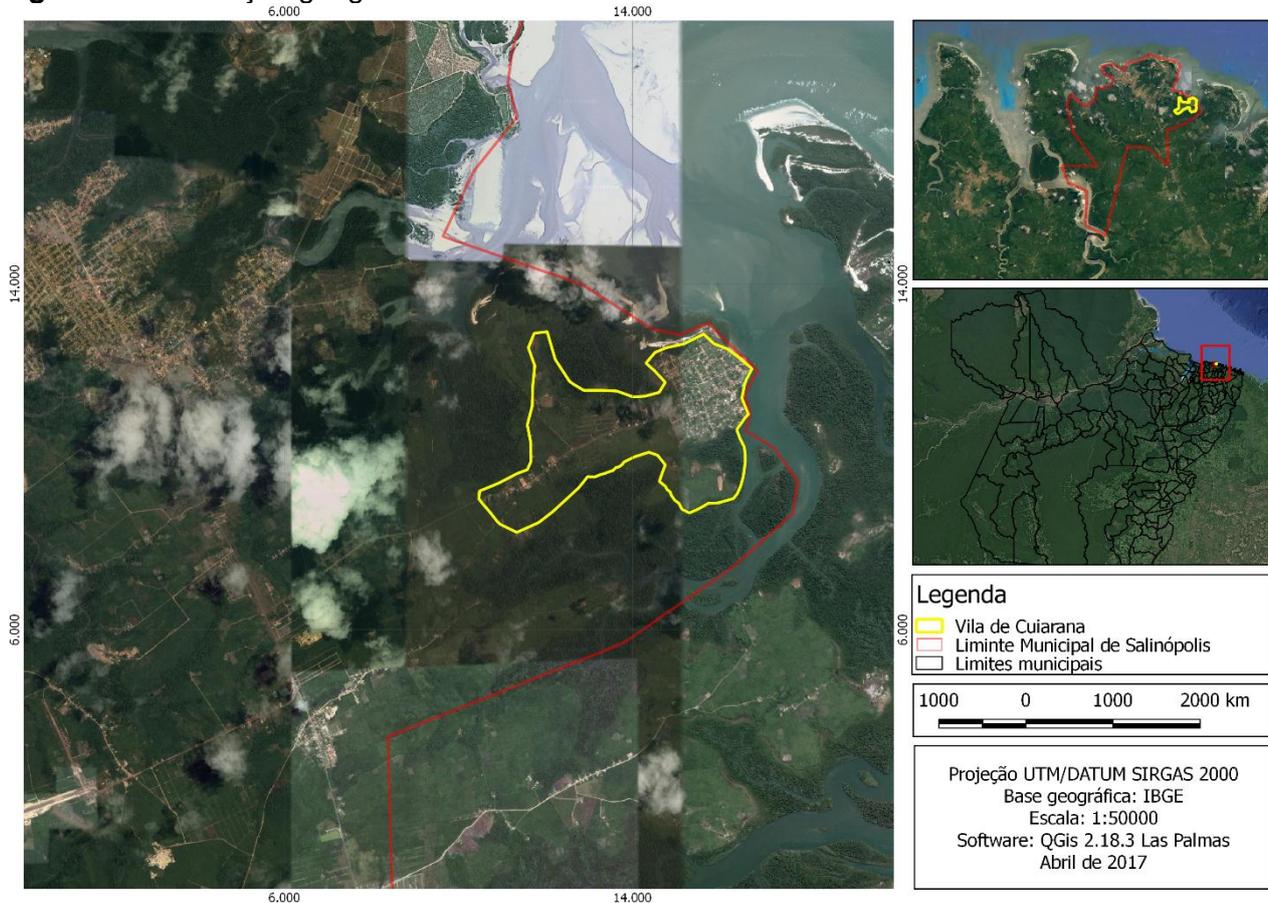
O objetivo desse estudo é a análise da variabilidade diurna e o comportamento sazonal de duas variáveis meteorológicas, a temperatura do ar e a velocidade do vento, no sítio experimental de Cuiarana, considerando também dados climatológicos de precipitação.

3. METODOLOGIA

A Vila de Cuiarana, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2002), se localiza no estado do Pará, na mesorregião Nordeste Paraense e na microrregião Salgado. É

parte do município de Salinópolis, a aproximadamente 200 km da capital do estado, Belém, e se situa a latitude $00^{\circ}39'50,50''S$ e longitude $47^{\circ}17'4,10''O$.

Figura 1: Localização geográfica da vila de Cuiarana



Fonte: Autor/GOOGLE EARTH

É nessa área que se encontra o sítio experimental que pertence a Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA). No sítio encontra-se a Estação meteorológica automática instalada em uma torre micrometeorológica de 12 m de altura, que conta com anemômetro Young para a medida de velocidade do vento e o sensor HMP155 Vaisara para dados de temperatura e umidade, além de dataloggers CR 1000, Campbell Scientific Corp.

Os dados de temperatura do ar e velocidade do vento utilizados no presente estudo são provenientes dessa torre. Esses dados são correspondentes ao ano de 2011. Foram utilizados também dados de precipitação da Estação pluviométrica gerenciada pela ANA (Agência Nacional de Águas) para o estudo climatológico da variável. A fim de identificar anomalias nos dados do ano em análise, foram utilizados dados de 33 anos, durante o período de 1978 a 2011.

Após a coleta dos dados, estes foram tratados com o auxílio da estatística descritiva e a ferramenta Microsoft Excel 2016. Foram realizadas médias e somatórios para que fossem obtidos valores horários de cada variável a fim de visualizar os ciclos diurnos.

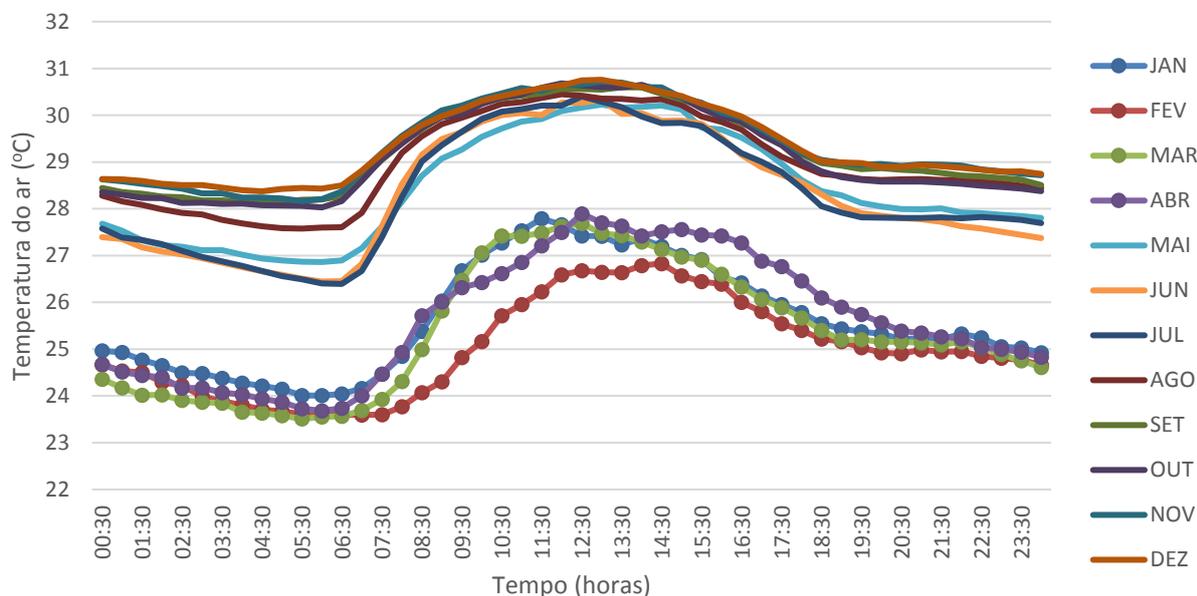
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados coletados pela estação meteorológica que se encontra no sítio experimental da UFRA, foram gerados 2 gráficos de ciclo diurno médio, um contendo dados de temperatura do ar, em °C, e outro com dados de velocidade do vento, medida em m/s.

Na figura 2, se pode observar a variabilidade diurna da temperatura do ar. Nota-se que o dado segue um padrão durante o ano independente do mês, apresentando maiores temperaturas no período da manhã e tarde, de 08:00 às 17:00, em consequência da grande incidência dos raios solares, que segundo Salati e Marques (1984), o contínuo saldo de radiação é uma realidade da região. O horário de ocorrência de temperatura máxima varia de acordo com o mês e época do ano, porém em sua maioria varia entre os horários de 11:00 às 15:00.

Além disso, a figura 2 deixa clara a existência de variabilidade considerável em um mesmo ano, afinal os meses de janeiro, fevereiro, março e abril apresentarem menores valores de temperatura do ar, demonstrando assim, a existência de um período mais chuvoso e menos quente, característico dos primeiros meses do ano. Essa é a demonstração clara da sazonalidade encontrada na região.

Figura 2: Ciclo diurno médio da temperatura do ar (°C)



Fonte: Autor.

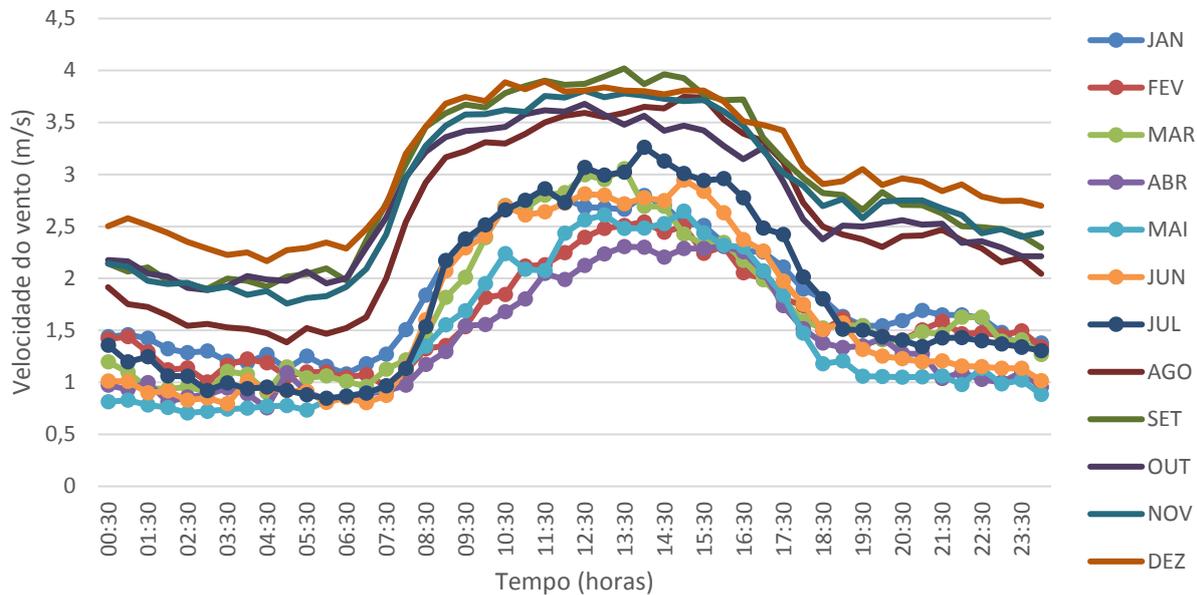
Já a figura 3, demonstra o ciclo diurno médio para dados de velocidade do vento. Bem como a figura 2, que representa o ciclo diurno da temperatura, a velocidade do vento também segue um padrão, com suas particularidades, apresentando maiores valores durante os meses de janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho e julho.

Observa-se também que a velocidade do vento média máxima ocorre entre os horários de 9:00 e 16:00, com maiores médias registradas durante o segundo semestre, período com baixa ocorrência de chuvas, o que gera altas temperaturas do ar em superfície. Os dados de velocidade do vento máxima ocorrem no mesmo horário dos dados máximos de temperatura.

Essa “semelhança” de máximas é gerada pela ocorrência da brisa fluvial, que é basicamente a geração de um gradiente de temperatura e pressão entre a superfície terrestre e a superfície do mar, causando o deslocamento de massas de ar, logo, vento. Esse gradiente é também responsável pelo movimento do ar em direção ao continente ao longo do dia e o inverso durante a noite, formando as nuvens, principalmente sobre o continente durante o dia utilizando

movimentos de subsistência nos rios. De acordo com Oliveira e Fitzjarrald (1993), essa circulação de fato ocorre (MUNHOZ & GARCIA, 2008) (MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Figura 3: Ciclo diurno médio da velocidade do vento (m/s)



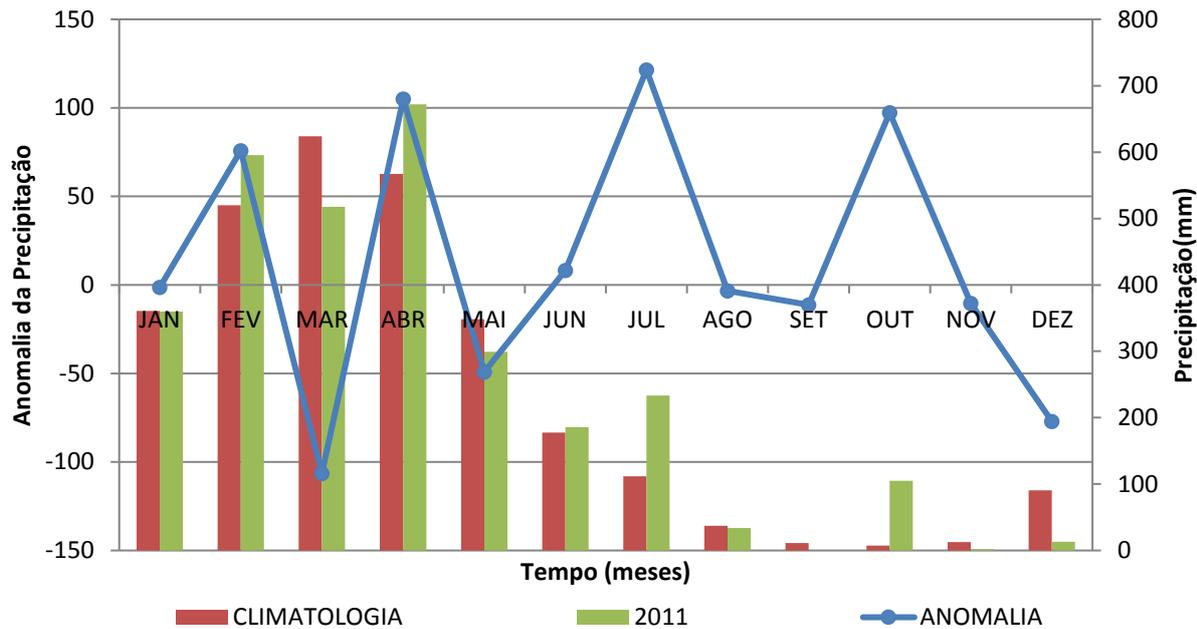
Fonte: Autor.

Em análise a figura 4, assim como consta dados de precipitação do ano de 2011, constam dados da climatologia da precipitação, levando em consideração 33 anos de dados. Nota-se que a grande maioria dos meses apresentam valores diferentes de zero para anomalias, o que demonstra a mudança de padrão da precipitação quando comparado o ano em análise e os anos anteriores.

Quando esses valores encontram-se abaixo do zero, significa que se obteve anomalia negativa, o que significa que choveu menos do que a média da série, como se observa nos meses de março, maio, agosto, setembro, novembro e dezembro. O inverso também é verdadeiro, ou seja, os meses de janeiro, fevereiro, abril, junho, julho e outubro, choveram mais do que era esperado.

O mês de março teve destaque na figura 4, visto que apresentou maior valor de anomalia negativa, o que demonstra que março foi um mês de menor precipitação comparado à média de precipitação desse mesmo mês por 33 anos. E, assim como os dados de precipitação foram menores, o mês apresentou maiores médias de temperatura do ar e velocidade do vento, demonstrando assim a relação entre as variáveis. O comportamento inverso ocorreu no mês de abril, com alta anomalia positiva representando valores de chuva maiores que os valores médios climatológicos.

Figura 4: Climatologia e anomalia da precipitação



Fonte: Autor.

O comportamento natural da precipitação deveria demonstrar anomalias positivas ao longo do primeiro semestre do ano, e negativas no segundo semestre. Entretanto, no ano de 2011 esse fato não foi completamente verdadeiro. Isso pode ser justificado pela existência das Linhas de Instabilidades e brisas fúviais que são responsáveis pela precipitação em regiões costeiras do Pará e Amapá, bem como precipitações durante o período menos chuvoso. Além disso, sabe-se que o clima é um fator capaz de ser alterado por inúmeras variáveis (FISCH, MARENGO & NOBRE, 2014) (MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA, 2007).

A precipitação é um fator muito importante no clima da região, e responsável pelo comportamento de outras variáveis, tais como: temperatura do ar e velocidade do vento.

5. CONCLUSÃO

Após a análise dos dados, é possível perceber a nítida relação entre as variáveis climatológicas, bem como sua variabilidade diurna e sazonalidade. A interação atmosfera-superfície é a principal responsável pela modelagem do clima na região amazônica, mudando principalmente de acordo com a emissão de energia solar. Por conta disso, os maiores valores de temperatura do ar e velocidade do vento foram encontrados entre o período de 08:00 às 18:00, período correspondente a maior incidência de raios solares.

O padrão do ciclo diurno da temperatura do ar e da velocidade do vento segue o mesmo formato, já que a temperatura modela a ocorrência de ventos através do gradiente de temperatura e pressão gerados pelo aquecimento desordenado do globo.

O padrão sazonal também foi evidenciado, no qual os meses de janeiro a maio, aproximadamente, encontra-se o período mais chuvoso, com menores valores de temperatura do ar e velocidade dos ventos. Assim como maiores valores das variáveis em análise no segundo semestre do ano, caracterizado por menores eventos de precipitação.

Na análise climatológica foram observadas a ocorrência de vários meses com anomalias, o que pode ser justificado pela localização geográfica da área de estudo, que sofre a influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), linhas de instabilidade e brisas fluviais.

A área dispõe dos recursos necessários para a realização de muitos estudos, entretanto é pouco utilizada. O entendimento a cerca da caracterização climática da região é de grande importância, visto que a região ainda é vista como uma icógnica por muitos pesquisadores. Logo, esse trabalho pode servir de base para posteriores, assim como para a coleta de informações referente a área.

REFERÊNCIAS

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Divisão Territorial Brasileira**. 2002. Disponível em: <<http://www.mbi.com.br/mbi/biblioteca/tutoriais/divisao-territorial-brasil-regioes-estados-mesorregioes-microrregioes-municipios/2002-IBGE-Divisao-Territorial-do-Brasil.pdf>>.

Acesso em março de 2017.

FISCH, G.; MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A. **Clima da Amazônia. Climanálise – Boletim de monitoramento e análise climática**. v. 29, n. 12, 2014.

KOTTEK, M.; GRIESER, J.; BECK, C.; RUDOLF, B.; RUBEL, F. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 15, n. 3, p. 259-263. 2006. Disponível em: <http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/pdf/Paper_2006.pdf>. Acesso em abril 2017.

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

MUNHOZ, F. C. ; GARCIA, Anice . Caracterização da velocidade e direção predominante dos ventos para a localidade de Ituverava SP. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 23, p. 30-34, 2008.

NOBRE, C. A.; OGREGÓN, G. O.; MARENGO, J. A.; FU, R.; POVEDA, G. Características do Clima Amazônico: Aspectos Principais. **Amazonia and Global Change - Geophysical Monograph Series 186**. 2009. Disponível em: <https://daac.ornl.gov/LBA/lbaconferencia/amazonia_global_change/10_Caracteristicas_Nobre.pdf>. Acesso em abril 2017.

OLIVEIRA, A.P. de; FITZJARRALD, D.R. The Amazon river breeze and the local boundary layer: I - Observations. **Boundary Layer Meteorology**, v. 63(1-2), p. 141 - 162, 1993.

RODRIGUES, J. C. **Balanco de energia e comportamento fenológico em pomares de mangueiras no Nordeste Paraense**. Belém, 95 p., 2012. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural da Amazônia.

SALATI, E.; MARQUES, J. **Climatology of the Amazon region**. In The Amazon - Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. Sioli, H. (ed.). Dr. W. Junk Publishers, 763 p. 1984.