



XX CBMET

Congresso Brasileiro de Meteorologia

DESAFIOS DO MONITORAMENTO METEOROLÓGICO

27 a 30 de Novembro de 2018, Maceió - AL

ANAIIS

Realização:



Apoio:



UNIVERSIDADE
FEDERAL DE ALAGOAS

MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL.....	1973
<i>Carla Taciane Brasil Dos Santos; Dhiogo Batista Santiago;</i>	<i>1973</i>
TEMPERATURA DO AR EM UMA PARCELA DE EUCALIPTO DURANTE A ÉPOCA SECA EM PARAUAPEBAS, PARÁ	1982
<i>Pedro Vitor Santos de Alencar; Gabriel Henrique Braga Matos; Romel da Costa Dias; Vitoria Caroline Ribeiro de Moraes; Rafael Ferreira da Costa;...</i>	<i>1982</i>
ANÁLISE DE PADRÕES DOS ÍNDICES DE VARIABILIDADE CLIMÁTICA NATURAL: ENSO, ODP E TSA.....	1987
<i>GlauCIA Maria Muniz de Oliveira; Lúcio Silva de Souza;</i>	<i>1987</i>
APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA PREDIÇÃO DE PRECIPITAÇÃO EM BELÉM-PA	2002
<i>EVERALDO JOSÉ RABÊLO DOS SANTOS; CARLOS EDUARDO DA SILVA SANTOS; CARLOS HUMBERTO LLANOS QUINTERO; MARIA AURORA SANTOS DA MOTTA;</i>	<i>2002</i>
CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DE TAPERINHA – PARÁ -BRASIL	2007
<i>Eliane Leite Reis de Sousa; Lucas Miranda Rabelo; Raphael Pablo Tapajós; Lucieta Guerreiro Martorano; Rui Hagmann Bentes;</i>	<i>2007</i>
OCORRÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO PLUVIAL EM PARAUAPEBAS, PARÁ, AO LONGO DO ANO DE 2014	2015
<i>Cintia Santos Oliveira; Juliany Lima da Silva; Evanda Silva Rudrigues; Beatriz Saraiva de Jesus; Rafael Ferreira da Costa;</i>	<i>2015</i>
CARACTERIZAÇÃO DA CIRCULAÇÃO LOCAL NA CENTRAL NUCLEAR DE ANGRA DOS REIS - RJ.....	2019
<i>Larissa de Freitas Ramos Jacinto; José Francisco Oliveira-Júnior; Luiz Cláudio Gomes Pimentel;</i>	<i>2019</i>
ANÁLISE DAS DIFERENÇAS ENTRE OS ÍNDICES DE SECA PDSI E SCPDSI PARA CAMPINA GRANDE (PB).....	2031
<i>Fabício Daniel dos Santos Silva; Rafaela Lisboa Costa; Rodrigo Lins da Rocha Júnior; Alessandro Sarmento Cavalcanti; Sidney Figueiredo de Abreu;</i>	<i>2031</i>
CLIMATOLOGIA E GEADAS GENERALIZADAS NA MESORREGIÃO OESTE DO PARANÁ.....	2037
<i>Lucas Alberto Fumagalli Coelho; Giovana Deponte Galetti; Graciela Redies Fischer; Leonardo José Gonçalves Aguiar;</i>	<i>2037</i>
VARIABILIDADE INTRASASONAL DAS CHUVAS DE MONÇÃO DE VERÃO SOBRE MOÇAMBIQUE	2052
<i>Kenedy Cipriano Silvério; Kenedy Cipriano Silvério; Alice Marlene Grimm;</i>	<i>2052</i>
AVALIAÇÃO PRELIMINAR DAS REANALISES DO ERA-INTERIM E MERRA NA AMÉRICA DO SUL PARA O CLIMA PRESENTE.....	2066
<i>Eridiany Ferreira da Silva; Helber Barros Gomes; Maria Cristina L. Silva; Fabício Daniel S. Silva;</i>	<i>2066</i>

CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DE TAPERINHA – PARÁ -BRASIL

Eliane Leite Reis de Sousa¹; Lucas Miranda Rabelo²; Raphael Pablo Tapajós³; Lucieta Guerreiro Martorano⁴; Rui Hagmann Bentes⁵
Autor para correspondência: elianeleitestm@gmail.com

¹UFOPA; ²UFOPA; ³UFOPA; ⁴EMBRAPA; ⁵UFPA

RESUMO

Devido problemas decorrentes de perdas agrícolas no início do século XX, devido às frequentes enchentes nos rios que banham a mesorregião do Baixo Amazonas, demandaram ações de monitoramento sobre as condições de tempo e clima na região. Fazendeiros, comerciantes e agricultores solicitaram apoio de um cientista residente em Taperinha, *Gottfried Ludwig Hagmann*, para juntos enviarem solicitação ao Ministério da Agricultura visando à instalação da primeira estação meteorológica, no baixo Amazonas. O objetivo neste trabalho foi caracterizar a climatologia da região do baixo Amazonas, com base nos dados históricos de precipitação, temperatura e umidade. Foram avaliados os anos com precipitação diária, mensal e anual no período de 1914 a 1981, sendo que os registros de temperatura e umidade foram analisados partir de 1961 a 1981. A variabilidade climática em Taperinha é dividida em dois períodos conhecidos como chuvoso e seco, sendo dezembro a junho chuvoso e de julho a novembro seco, e a umidade relativa do ar tem um aumento nos meses de janeiro a junho com acima de 86% sendo que os meses de julho a novembro diminuem para 78 %. A temperatura compensada em janeiro a julho mantém aproximadamente um padrão acima de 26° C devido o período chuvoso em Taperinha, já os meses de agosto a dezembro aumentam devido está com temperatura alta principalmente no mês de outubro que chega aproximadamente a 30°C. Os regimes de chuva em Taperinha apresentam particularidades que precisam ser investigadas mais detalhadamente e estudadas com técnicas mais robustas.

PALAVRAS-CHAVE: Clima, Amazônia, Baixo Amazonas.; Clima, Amazônia, Baixo Amazonas.; Clima, Amazônia, Baixo Amazonas.

CLIMATIC CHARACTERIZATION OF TAPERINHA - PARÁ -BRASIL ABSTRACT

Due to problems resulting from agricultural losses in the early 20th century, due to frequent floods in the rivers that inundate the Lower Amazon region, they demanded monitoring actions on the weather and climate conditions in the region. Farmers, traders and farmers requested support from a Taperinha resident scientist, *Gottfried Ludwig Hagmann*, to send a request to the Ministry of Agriculture to install the first meteorological station in the lower Amazon. The objective of this work was to characterize the climatology of the Amazon lowlands region, based on historical precipitation, temperature and humidity data. The years with daily, monthly and annual precipitation were evaluated from 1914 to 1981, and temperature and humidity records were analyzed from 1961 to 1981. Climatic variability in Taperinha is divided into two periods known as rainy and dry, being December to June rainy and from July to November dry, and the relative humidity of the air has an increase in

the months of January to June with above 86% being that the months from July to November decrease to 78%. The temperature compensated in January to July maintains a pattern above 26 ° C due to the rainy season in Taperinha, since the months of August to December increase due to the high temperature mainly in the month of October reaching approximately 30 ° C. The rainfall regimes in Taperinha present particularities that need to be investigated in more detail and studied with more robust techniques.

KEY-WORDS: Climate, Amazon, Lower Amazon.; Climate, Amazon, Lower Amazon.; Climate, Amazon, Lower Amazon.

INTRODUÇÃO / INTRODUCTION

Os problemas decorrentes de perdas agrícolas, devido à frequentes enchentes nos rios que banham a mesorregião do baixo Amazonas fizeram com que os fazendeiros e produtores no início do século XX apoiassem um pesquisador cientista Gottfried Ludwig Hagemann e juntos solicitaram ao Ministério da Agricultura que colocasse uma unidade de monitoramento de tempo e clima para monitorar e informar sobre as condições no baixo Amazonas. Assim sendo, em 1914 foi instalada na Fazenda Taperinha (PA) uma estação meteorológica convencional que passou a fazer parte da Rede Nacional de Monitoramento Meteorológico (PAPAVERO e OVERAL, 2001).

O monitoramento meteorológico em Taperinha foi importante para os avisos de enchentes causadas por chuvas intensas no período chuvoso na região Amazônica. A respeito disso o cientista instalou uma régua linimétrica no rio conhecido como Aiajá (lado direito do rio Tapajós). Buscando entender a dinâmica do rio (seca e cheia), o cientista Hagemann estudou os comportamentos das seguintes variáveis de temperatura do ar, temperatura compensada, umidade, velocidade do vento, direção do vento, insolação e precipitação.

No contexto da dinâmica climática tropical, é bem conhecido que a variabilidade interanual e sazonal da estação chuvosa da Amazônia são moduladas diretamente pelos padrões oceano-atmosfera de grande escala, associados ao ciclo do El Niño-Oscilação Sul (ENOS) sobre o Oceano Pacífico e as fases do gradiente meridional inter-hemisférico de anomalias de temperatura da superfície do mar a (TSM) sobre o Oceano Atlântico intertropical (NOBRE et al., 1990; SHUKLA, 1996; De SOUZA et al., 2000). Através de mudanças significativas nos padrões da circulação troposférica associados às células de Walker e de Hadley (De SOUSA 2004; AMBRIZZI, et al., 2002) ambos os modos climáticos do Pacífico e Atlântico interferem na posição e intensidade das bandas de nebulosidade convectiva da ZCAS e ZCIT e, portanto, modulam a distribuição de chuva na região.

O clima atual da região Amazônica é uma combinação de vários fatores, sendo que o mais importante é a disponibilidade de energia solar, através do balanço de energia. A Amazônia, situada na região entre 5 N e 10 S recebe no topo da atmosfera um valor máximo de 36,7 MJ.m⁻².dia⁻¹ em Dezembro/Janeiro e um valor mínimo de 30,7 MJ.m⁻².dia⁻¹ em Junho/Julho (Salati e Marques, 1984). Estes valores são reduzidos pela transmissão atmosférica mas são, em média, da ordem de 15 MJ.m⁻².dia⁻¹. Medidas realizadas na Amazônia Central (Manaus-AM) indicam que os maiores totais de radiação que chegam na superfície ocorrem nos meses de Setembro/Outubro, sendo que os mínimos são nos meses

de Dezembro à Fevereiro. Esta distribuição é controlada pela nebulosidade advinda da migração SE/NW da convecção amazônica (Horel et al., 1989).

OBJETIVOS DO TRABALHO / OBJECTIVES

O objetivo neste trabalho é analisar a climatologia em Taperinha, ressaltando eventos extremos que ocorreram na fazenda como anos com maior e menor pluviosidade do monitoramento com dados diários, mensais e anuais no período de 1914 a 1981, sendo que os eventos de umidade e temperatura mínima, média e máxima foram de 1961 a 1981.

MATERIAIS E MÉTODOS / MATERIALS AND METHODS

A estação meteorológica em Taperinha, no Pará, foi instalada em 1914 registrando as condições de tempo e clima até 1981, contabilizando-se 67 anos de monitoramento de variáveis agroclimáticas no oeste do estado. Taperinha é localizada a 110 quilômetros da cidade de Santarém, Pará (Figura 1).



FIGURA 1. Localização da Fazenda Taperinha

A vinda do pesquisador suíço para Amazônia, *Gottfried Ludwig Hagmann*, em uma expedição científica, comandada pelo Marechal Rondon, que teve como missão pesquisar insetos no ano de 1911, demandou informações sobre as condições climáticas na região e despertou interesse do cientista em iniciar as observações nesse local.

A estação meteorológica convencional em Taperinha - Santarém-PA (OMM: 82243)- (02°41'S e 54°33'W, altitude 20 m) foi instalada em frente à casa grande da Fazenda, cujo proprietário era o cientista Hagmann (Figura 2 a).



Figura 2- A – Estação meteorológica Convencional em frente a casa grande na fazenda Taperinha em 1927. B- Ficha hidrométrica em janeiro de 1936.

As observações eram realizadas diariamente, em três horários ao dia, as 07, 14 e 21 hora local. Em fichas hidrométricas eram realizadas as observações e posteriormente, os relatórios manuscritos diários eram elaborados e enviados à Santarém. Os boletins diários eram transmitidos telegraficamente para a sede do Instituto de Hidrometria e Ecologia Agrícola, no Rio de Janeiro, pertencente a então República dos Estados Unidos do Brasil (Figura 2).

Os dados obtidos para esta análise estão divididos em dois grupos:

- Dados mensais de chuva, para o período de 1914 até 1981, com apenas 17 meses com ausência de dados. Obtidos através de fichas específicas para anotação de precipitação.
- Para as outras variáveis meteorológicas, insolação, direção do vento, velocidade do vento, temperatura máxima, média, mínima, temperatura do bulbo úmido e seco, pressão

atmosférica, nebulosidade, evaporação, temperatura compensada, os dados são diários de 1961 até 1981 obtidos no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2015). De acordo com os registros em Papavero e Overal (2001) essa era a estação meteorológica mais confiável em toda a bacia Amazônica, porém a família não tem mais os boletins mensais com todos os dados diários, pois as cópias foram entregues para o INMET e ainda estão em processo de digitalização (segundo contato via *email*) e também doados para museus em Brasília, Belém e Rio de Janeiro.



RESULTADOS E DISCUSSÃO / RESULTS AND DISCUSSION

De maneira geral, na figura 3, mostra-se a série histórica homogênea, dos anos de 1914 a 1981, do total de precipitação mensal em Taperinha, dos quais, apenas 17 meses a estação não funcionou.

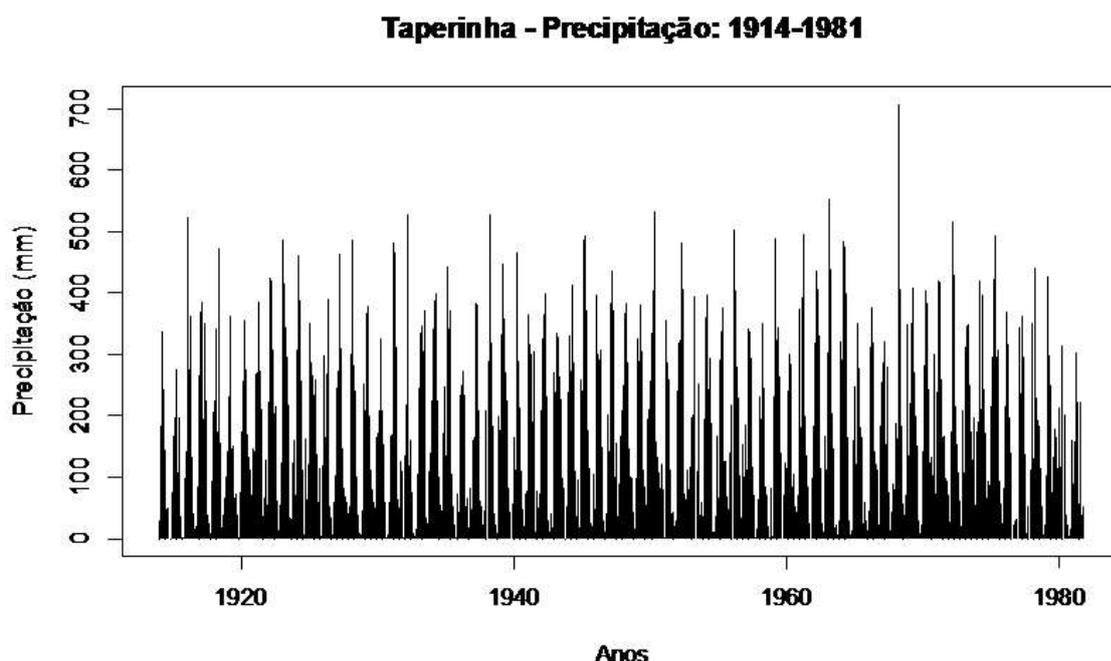


Figura 3. Série histórica mensal da precipitação em Taperinha PA para o período de 1914 a 1981

Para uma análise mais detalhada dos valores de chuva, fez-se o gráfico mostrando a variabilidade mensal, mostrado na figura 3

Taperinha - Precipitação: 1914-1981

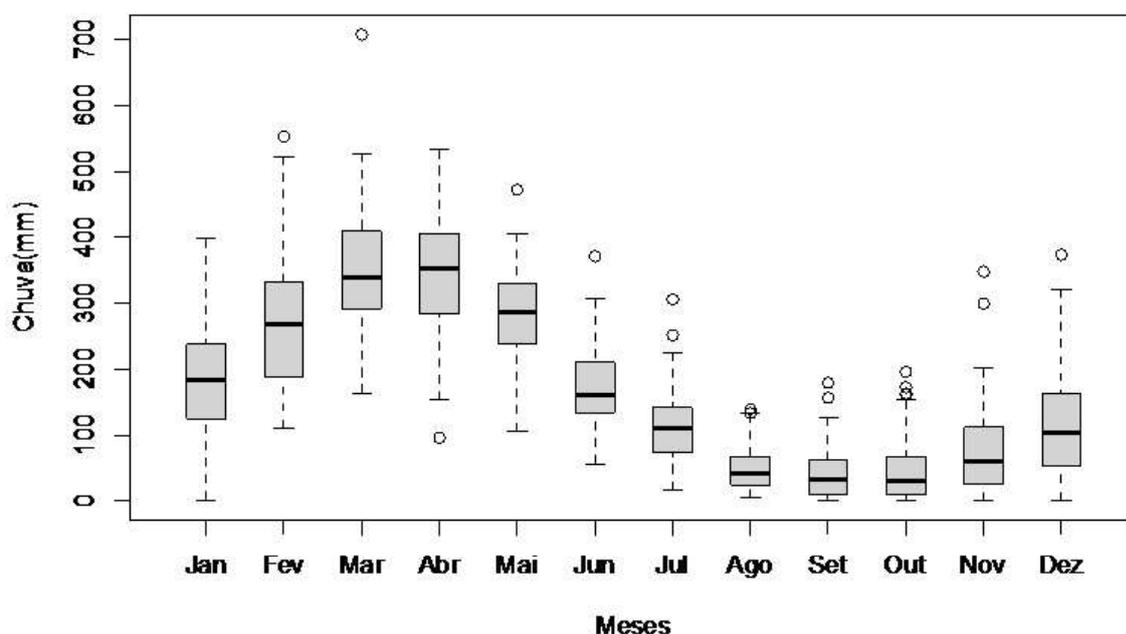


Figura 4. Variabilidade mensal da precipitação em Taperinha, considerando todos os anos de dados

É possível evidenciar que os meses mais chuvosos são março e abril, sendo que as assimetrias positivas foram mais elevadas no mês de março, ou seja, os valores no período analisado possuem variações acima da mediana. Também, ocorreu no mês de março o valor mais discrepante da série histórica (outlier), sendo o gráfico de tendência uma com maior assimetria ao comparar com o mês de abril. Os três meses menos chuvosos são agosto, setembro e outubro, sendo setembro o mês com menor pluviosidade, mas o mês de outubro teve padrões de chuvas com precipitação acima do padrão de chuvas nesse trimestre, indicando que em outubro ocorrem valores mais discrepantes sem relação aos meses menos chuvosos em Taperinha. Em se tratando das chuvas anuais, o ano de 1968 tivera valores mais elevados na série histórica. O mês de dezembro de 1968, foi muito chuvoso atingindo, aproximadamente 700 mm, com 2183,7 mm de precipitação durante o ano.

Alguns recordes mensais foram registrados e são apresentados na tabela 1 a seguir.

Observando os valores diários de precipitação, para os dados disponíveis de 1961 a 1981, e mensais, para 1961 a 1981, é possível verificar os seguintes recordes apresentados na Tabela 1:

Tabela 1- Recordes de acumulados diários (1961- 1981) e mensais (1914-1981) de precipitação

Data	Diários		Data	Total	Mês/Ano	Mensais		Total
	Total	Data				Total	Mês/Ano	

11/01/1971	170,2 mm	24/12/1963	111,2 mm	03/1972	516,70 mm	10/1914	0,00 mm
06/03/1978	165 mm	31/10/1962	99,2 mm	02/1963	522,90 mm	11/1914	0,00 mm
06/02/1978	105 mm	16/11/1980	86,4 mm	04/1938	526,80 mm	10/1943	0,00 mm
10/04/1969	128,7 mm	22/08/1979	84,2 mm	03/1932	527,40 mm	11/1939	0,10 mm
19/05/1968	95,3 mm	29/09/1973	79,4 mm	04/1950	533,20 mm	11/1969	0,30 mm
16/06/1961	55,3 mm	26/07/1981	74,4 mm	03/1968	707,70 mm	10/1915	0,40 mm

Em uma análise geral, verificando os valores totais anuais para todo o período de dados, foi feita um teste não paramétrico de Mann Kendall, que pode detectar tendências de mudanças em séries climáticas e tem sido bastante utilizado em termos de análises hidrológicas (GOOSSENS e BERGER, 1986). Com o teste foi possível analisar, no geral, que a precipitação não apresentou tendência visto que o valor de p foi igual a 0,1369 e isso mostra que não existe significância estatística para tendência de aumento ou diminuição de chuva. Esses resultados estão de acordo com Vale et al. (2016) para um local próximo, onde foram analisados 27 anos de precipitação. Talvez uma análise mais detalhada no futuro dividindo em partes os dados (a cada 30 anos, por exemplo) que exista alguma tendência, ou não.

Verificando os dados diários com outras variáveis meteorológicas, disponíveis para os anos de 1961-1981, fez-se uma visualização mensal. Os valores de temperatura média compensada, mínima e máxima são apresentados na Figura 5.



Figura 5. Temperatura compensada média, mínima e máxima mensal. As barras verticais são os desvios padrões para os respectivos meses.

Verificou-se que entre 1961 e 1981 a temperatura mínima absoluta registrada em Taperinha foi de 17,5 °C em 31 de julho de 1969, ano atípico com temperaturas mínimas mensais abaixo de 21°C possivelmente com friagens (MARENGO, J.A.; NOBRE, 1997). A maior temperatura atingiu 36,7 °C em 19 de novembro do mesmo ano. A temperatura compensada em Taperinha observa-se que janeiro a julho mantém aproximadamente um padrão acima de 26° C devido o período chuvoso em Taperinha, já os meses de agosto a dezembro aumentam devido está com temperatura alta principalmente no mês de outubro que chega aproximadamente a 30° C, isto está relacionado com o período seco na região amazônica (FISCH, G. F.; MARENGO, 1998). Devido aos altos valores de energia que incide na superfície, o comportamento da temperatura compensada em Taperinha mostra uma pequena variação ao longo dos anos que é apresentado com mínimo de 22,13 e com desvios de 0,63 e a média com 25,9 e com desvios de 0,64, sendo que a máxima com 31,17 e com desvios de 1,18. Como o período chuvoso e seco, na Amazônia, é bem característico, a insolação em Taperinha, de janeiro a junho é de 4 a 5 horas de luz solar, devido o período chuvoso e de julho a dezembro aumenta para 9 a 10 horas de luz solar devidas poucas formações de nuvens que são meses que coincide com período com temperatura alta, isto está relacionado com o período seco na região amazônica (FISCH, G. F.; MARENGO, 1998). A umidade, assim como a temperatura e insolação, depende muito do período chuvoso como mostra a Figura 6.



FIGURA 6. Media mensal da Umidade Relativa do Ar (Azul) com barras verticais indicando o desvio padrão e Precipitação em barras (preto).

Em Taperinha a umidade relativa do ar tem média de 86% com desvios de 3,2%, com um aumento nos meses de janeiro a junho com acima de 86%, sendo que em março com dias de até 100 %, isso pode ocorrer devido ser o mês mais chuvoso na região. Já nos meses de julho a novembro devido está no período seco na região amazônica diminui a umidade para cerca de 78%. O índice mais baixo de umidade relativa do ar foi registrado nas tardes dos dias 19 de novembro de 1969, 28 de novembro de 1969, 2 de dezembro de 1969 e 20 de julho de 1970, foi de cerca de 45%.

CONCLUSÃO / CONCLUSION

Conclui-se que os regimes de chuva em Taperinha apresentam ainda particularidades que precisam ser investigadas mais detalhadamente. Embora o total anual de chuva em Taperinha, a distribuição das chuvas já tem um aspecto bem diverso: ela apresenta uma época chuvosa bem definida, coincidindo a queda máxima com o equinócio de Março, e uma estação menos úmida bem pronunciada, coincidindo o mês mais seco com o equinócio de Setembro. Por assim, sugere -se agora fazer a relação entre enos e a pluviosidade e verificar quais os índices que mais representam ou não os períodos de seca e chuvoso mais claramente . O que sugere que estudo como esses precisam continuar com técnicas mais robustas.

APOIO / ACKNOWLEDGMENT

Agradeço a todos que contribuíram no decorrer deste trabalho, em especialmente a Deus, a quem devo minha vida. E a família Hagmann por disponibilizar os dados históricos do monitoramento meteorológico da fazenda Taperinha e o empenho na continuidade das medidas. A Fundação Amazônia de Amparo Estudos e Pesquisas (FAPESPA) pela bolsa iniciação científica do edital 2017-2018.

REFERÊNCIAS / REFERENCES

DE SOUZA, E.B.; Kayano, M.T.; Ambrizzi, T. **The regional precipitation over the eastern Amazon/northeast Brazil modulated by tropical Pacific and Atlantic SST anomalies on weekly timescale.** (Revista Brasileira de Meteorologia), v. 19, n. 2, p. 113–122, 2004.

DE SOUZA, E.B.; AMBRIZZI, T. ENSO impacts on the South American rainfall during 1980s: Hadley and Walker circulation. *Atmósfera*, v. 15, p. 105-120, 2002.

DE SOUZA, E.B. et al. On the influences of the El Niño, La Niña and Atlantic dipole pattern on the Amazonian rainfall during 1960-1998. *Acta Amazonica*, v. 30, n. 2, p. 305-318, 2000

ESPINOZA, J.C.; RONCHAIL, J.; GUYOT, J.L.; JUNQUAS, C.; VAUCHEL, P.; LAVADO, W.; POMBOSA, R. Climate variability and extreme drought in the upper SOLIMÕES River (western Amazon Basin): Understanding the exceptional 2010 drought. *Geophysical Research Letters*, v. 38, n. 13, 2011.

RIBEIRO; A.,R.L.VICTORIA; A.R.PEREIRA, N.A.Villa Nova, L.A.MartinelliJ.Mortatti, 1996.). **Análise do regime pluviométrico da região amazônica a partir de dados de onze localidades.**(Revta (Brás). Meteorol.11(1-2):25-35).

FISCH, G. F.; MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A. Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia. **Acta Amazonica**, v.28, p.101-126, 1998.

FISCH, G. 1995. Camada Limite Amazônica: aspectos observacionais e de modelagem. Tese de Doutorado, **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**, São José dos Campos, São Paulo. 125p.

GOOSSENS, C.; BERGER, A. Annual and seasonal climatic variations over the northern hemisphere and Europe during the last century. **Annales Geophysicae**, Berlin, v. 4, n. B4, p. 385-400, 1986.

HOREL, J.D.; HAHMANN, A.N.; Geisler, J.E. An investigation of the annual cycle of convective activity over the tropical Americas. **Journal of Climate**, 2(11), 1388 - 1403, 1989;

<http://www.inmet.gov.br/>. Instituto Nacional de Meteorologia - NMET 2015 > acesso em outubro de 2015.

MARENGO, J.A.; NOBRE, C.; TOMASELLA, J.; OYAMA, M.; SAMPAIO, G.; CAMARGO, H.; ALVES, L.M. The droughtofAmazonia in 2005. **Journal of Climate**, v. 21, p. 495-516, 2008.

MORENGO,J.A.; NOBRE, C.A.; Culf, A.D. **Climatic Impacts of “Friagens in forested and deforested areas of the Amazon Basin**. *Jornal of the Amazon Basin. Journal of Applied Meteorology*, 36: 1553-1566. 1997.

NOBRE, P.; SHUKLA, J. Variations of SST, wind stress and rainfall over the tropical Atlantic and South America. **Journal of Climate**, v. 9, p. 2464-2479, 1996

PAPAVERO, N.; OVERAL, W. L. (Taperinha): Histórico das pesquisas de história natural realizadas em uma fazenda da região de Santarém, no Pará, nos séculos XIX e XX. **Museu Paraense Emílio Goeldi**, 2001, 460 p.

WOLTER, K., 1987: A Oscilação do Sul na circulação e clima de superfície sobre os oceanos Atlântico, Pacífico Oriental e Índico, capturados pela análise de agrupamento. *J. ClimateAppl. Meteoro.* , 26 , 540-558.

WOLTER, K; MS TIMLIN, 1993: **Monitorando o ENSO em COADS com um índice de componente principal ajustado sazonalmente**. Proc. do 17º Workshop de Diagnóstico Climático, Norman, OK, NOAA / NMC / CAC, NSSL, Oklahoma Clim. Inquérito, CIMMS e a Escola de Meteor., Univ. de Oklahoma, 52-57.