Universidade federal do Para **Faculdade de Meteorologia** **Instituto de Geociências**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MICHEL JUNIOR LISBOA RODRIGUES

EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS EM MARABÁ-PA

Nº 352

BELÉM – PARÁ
DEZEMBRO - 2014

MICHEL JUNIOR LISBOA RODRIGUES

EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS EM MARABÁ-PA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a faculdade de meteorologia do instituto de Geociências da Universidade Federal do Para – UFPA,em comprimento ás exigências para obtenção do grau de Bacharel em Meteorologia.

Orientador: Prof. Dr. Edson José Paulino da Rocha

BELÉM – PARÁ
DEZEMBRO - 2014

MICHEL JUNIOR LISBOA RODRIGUES

EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS EM MARABÁ-PA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado afaculdade de meteorologia do instituto de Geociências da Universidade Federal do Para – UFPA,em comprimento ás exigências para obtenção do grau de Bacharel em Meteorologia

Data da Aprovação: ___/___/___

Conceito:

Banca examinadora:

_____

Prof. Edson Jose Paulino da Rocha – Orientador

Doutor em Meteorologia

Universidade Federal do Pará

_____

Prof.DimitrieNechet

Mestre em Meteorologia

Universidade Federal do Pará

_____

Renata kelen Cardoso Câmara

Mestre em Meteorologia

Universidade Federal do Pará

“Dedico este trabalho a todos que contribuíram direta ou indiretamente em minha formação acadêmica.”

AGREDECIMENTOS

Dedico a todos que contribuíram ao longo dessa épica jornada, em especial:
A Deus por me conceber a saúde para que pudesse seguir em frente.

A minha família pelo apoio e incentivo constante.

A minha colega e coorientadora Adriana Alves, pela enorme contribuição na realização deste trabalho.

A SUDAM/CORDEC por ceder suas instalações, durante o processo de elaboração deste trabalho.

Aos amigos pelo companheirismo em vários momentos.

Ao orientador prof. Edson Rocha que teve papel importante na elaboração deste trabalho.

RESUMO

O presente trabalho objetivou identificar a variabilidade do rio Tocantins, na região de Marabá no período de 1972-2013, através do estudo de cheias e secas,e de analises de dados hidroclimaticos e gráficos gerados a partir dos mesmos. Dados obtidos através do Instituto Nacional de Meteorologia, e da Agencia Nacional de Água. Analisar o comportamento do rio é de fundamental importância para saber se as mudanças climáticas estão interferindo no regime hidrológico da região e ou causando impactos ambientais. Entendendo o comportamento do rio e o regime de precipitação da região de Marabá, podemos assim saber quais períodos de cheia e seca. Informações essas que são de fundamental importância para ações da defesa civil. Que faz o monitoramento hidrológico na região, e ações na prevenção de enchentes. A agricultura local também se beneficia com essas informações, visto que com elas pode se definir o melhor período para o plantio. Evitando assim perda econômica devido a inundações de áreas agricultáveis. E também dar auxilio a população, reduzindo prejuízos econômicos e sociais. E foi observado um comportamento distinto de um ano para o outro, cada um com um comportamento peculiar, isso se deve ao fato dos mecanismos que favorecem a chuva na região da bacia estar mais ou menos intensos. .e o comportamento de anormalidade dos níveis fluviométrico do rio Tocantins podem estar relacionado ao fenômeno ENOS, uma vez que o regime pluviométrico das chuvas é alterado pela mudança no padrão da circulação geral da atmosfera.

Palavras chave: Variabilidade do rio Tocantins; impacto ambiental; monitoramento hidrológico.

ABSTRACT

This study aimed to identify the variability of the Tocantins river in Maraba region in the period 1971-2013, through analysis of hydro and graphs generated from the same data. Analyze the behavior of the river is of fundamental importance to know whether climate changes are interfering with the hydrological regime of the region and causing or environmental impacts. Understanding the behavior of the river and the precipitation regime in the region of **Maraba**, so we know which periods of flood and drought. And this information is fundamental to the defense of civil actions. What does the hydrological monitoring in the region, and actions to prevent flooding.Local agriculture also benefits from this information, since they can be set with the best period for planting. Avoiding economic loss due to flooding of farmland. It was observed a different behavior from one year to the next, each with a peculiar behavior, this is because the mechanisms that favor the rain in the basin region is more or less intense. .and the abnormal behavior of the Tocantins river gaging levels may be related to the ENSO phenomenon, since the rainfall pattern of rainfall is altered by the change in the pattern of atmospheric circulation.

Keywords: Variability of the Tocantins River; environmental impact; hydrological monitoring.

LISTA DE ABREVIATURAS

ANA – Agência Nacional das Águas

AW – Classificação climática

CCM – Complexos Convectivos de Mesoescala

HN – Hemisfério Norte

EL NIÑO – Fenômeno oceânico-atmosférico

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

cm – centímetro

mm – Milímetro

TSM – Temperatura da Superfície do Mar

VCAN – Vórtice Ciclônico de Altos Níveis

ZCA – Zona do cavado equatorial

ZCAS – Zona de Convergência do Atlântico Sul

ZCIT - Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

1. **INTRODUÇÃO** 10

2. **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.** ..... .10

2.1 Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).....12

2.2 Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN).....13

2.3 Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM).....13

2.4 Zona de Convergência do Atlântico Sul: ZCAS.....14

3. **MATERIAIS E MÉTODOS.** 16

3.1 Descrição da área de estudo**:** 16

3.2. **DADOS**: 17

3. **RESULTADOS.** 18

4. **CONCLUSÕES** 27

5. **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS** 28

1 INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios enfrentados hoje pela sociedade brasileira é prever e monitorar os impactos gerados tanto pela ação antrópica como por alguns fenômenos naturais. Na região amazônica, preparar a população para enfrentar grandes secas e enchentes é um dos objetivos de vários estudos de caráter científico (ROLIM, 2006).

É importante entender que variações climáticas podem provocar transformações no padrão de tempo, em escala global, afetando o regime dos principais parâmetros meteorológicos (FERREIRA, 2002). A precipitação dentro da região amazônica é um parâmetro meteorológico de grande variabilidade no tempo e espaço, que está associada à influência de diferentes sistemas de mesoescala, escala sinótica e de grande escala (ROCHA, 2001). Todas essas informações da precipitação da região de Marabá nos primeiros meses do ano são de suma importância, visto que, historicamente são observados alagamentos nas áreas mais baixas da cidade (SANTOS, 2008), não só pela elevação do nível do Rio Tocantins,mas também pela quantidade de precipitação que incide sobre o município.

Hoje a população enfrenta inundações extremas, causando desabrigados e mortes, como é o caso do Município de Marabá, alvo deste estudo, o qual fica localizado no sudeste do Estado do Pará, na confluência dos rios Tocantins e Itacaiúnas. O presente trabalho tem por objetivo analisar o comportamento do rio Tocantins na localidade de Marabá no período de 1972 a 2013. Para um melhor aproveitamento dos recursos hídricos, e melhor compreensão do regime hidrológico na região. Analisar os valores de cotas máximas e mínimas observadas anualmente, bem como a media das cotas de máximas e mínimas. Analisando também os valores de precipitação e associando ao comportamento do rio. Valores de media e desvio padrão serão utilizados para complementar o estudo. Atividades potencialmente impactantes, como a construção de hidrelétricas, a estruturação de hidrovias, o desmatamento, adoção de práticas agropecuárias incorretas, e os projetos de irrigação... Todas estas atividades se realizadas sem os devidos estudos técnico científicos, de forma clara e transparente podem levar a perda de qualidade e quantidade de água.Uma analise do regime hidroclimatológico da região também será abordada, a fim de entender o comportamento da precipitação na região. Assim definindo os períodos de maior e menor precipitação durante o ano. Informações essas que são vitais para a agricultura local. Com este estudo também se pode ter conhecimento se as mudanças climáticas estão interferindo no comportamento do rio. E quais ações devem ser tomadas a fim de minimizar os danos e otimizar os recurso naturais. Com esta serie de dados

podemos verificar nas ultimas três décadas a variação do regime hidrológico do rio Tocantins. Podendo saber também o quão as enchentes em Marabá interferem na economia local.

Objetivos:

Objetivo geral: Este trabalho tem por objetivo geral analisar o comportamento do rio Tocantins na região de Marabá no período de 1972-2013.Através do estudo de cheias e secas do rio Tocantins.

Específicos:

1. Caracterizar os regimes hidroclimatológicos.
2. Verificar extremos no comportamento do rio.

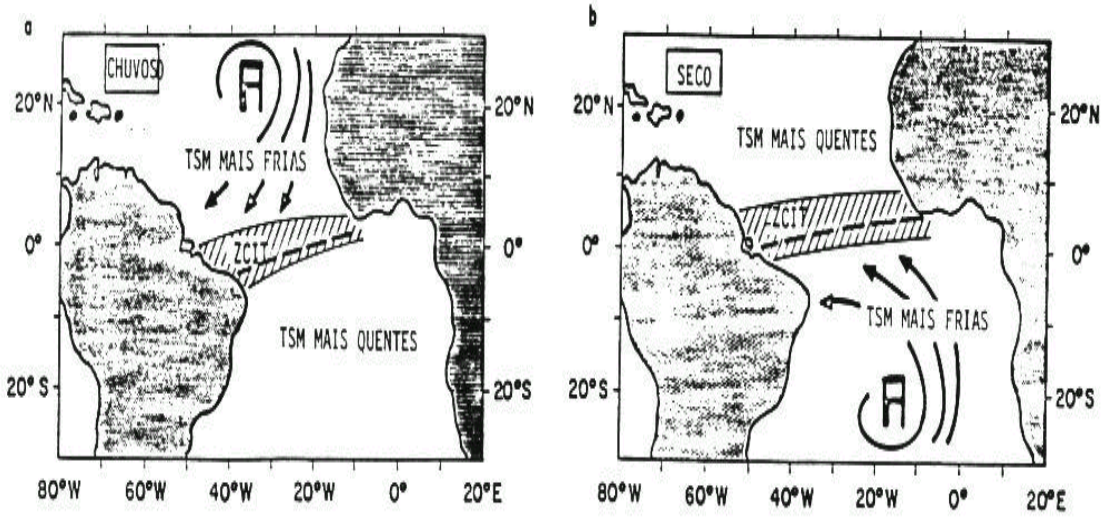
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Sistemas Meteorológicos atuantes naAmazônia.

2.1 Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)

A ZCIT é caracterizada por uma região de interações atmosféricas e oceânicas, como Zona de Confluência dos Alíseos (ZCA), zona do cavado equatorial, zona de máxima temperatura da superfície do mar, zona de máxima convergência de massa e máxima cobertura de nuvens convectivas (FERREIRA, 1996). As anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (aTSM) determinam o deslocamento norte-sul ao longo do ano, migrando de sua posição mais ao norte, cerca de 8°N durante o verão do Hemisfério Norte (HN), para a posição mais ao sul, cerca de 1°S, durante o mês de abril (Hastenrath e Heller, 1977).Em anos que ocorrem a diferença térmica de anomalias de TSM na bacia do Atlântico norte e da bacia sul é observado a formação do dipolo do Atlântico. Estudos mostram que a ZCIT associada a episódio de dipolo no atlântico proporcionam o aumento/redução do índice pluviométrico de chuvas no Nordeste Brasileiro e no Leste da Amazônia.

Figura1-Esquema ilustrativo a) Dipolo Negativo: Águas mais quentes no Atlântico Sul Tropical e mais frias no Atlântico Norte Tropical estão associadas com anos chuvosos no Nordeste; b)Dipolo Negativo: águas mais frias no Atlântico sul e águas mais quentes no Atlântico Norte estão associados com anos de seca no NEB.

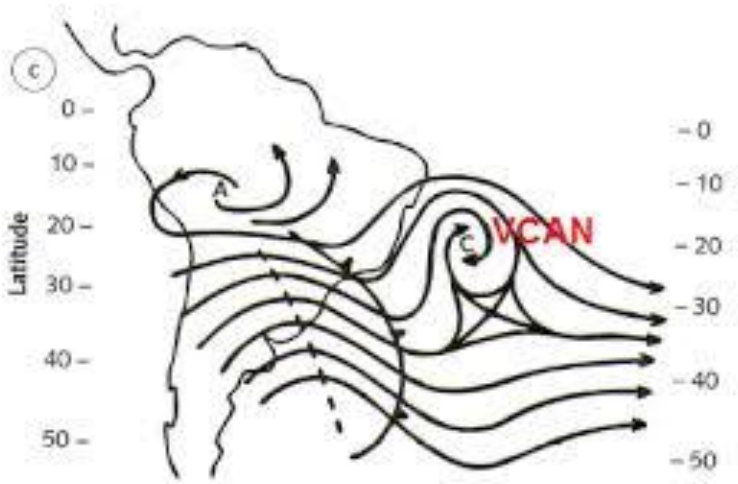


Fonte: Google Imagens

2.2 Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN)

Os VCANs são sistemas de circulação formados na alta troposfera e cuja circulação ciclônica fechada possui um centro mais frio do que a sua periferia (KOUSKYANDGAN, 1981; RAMIREZ, 1996). KouskyandGan sugerem que a atividade convectiva associada a esses sistemas ocorre devido à convergência do fluxo de umidade nos baixos níveis,tipicamente localizado a oeste do centro de circulação. Além disso, eles observaram que a região central dos vórtices geralmente é caracterizada por céu limpo ou por nuvens esparsas. Os VCANs afetam o regime de chuva principalmente no setor oeste e sul do NE (FERREIRA et al., 1998). Possuindo as seguintes características: Um centro relativamente mais frio; convergência de massa; movimentos verticais subsidentes no seu centro e ascendente na periferia; nebulosidade mais intensa na direção de seu deslocamento... Podem ser classificados em dois grupos: Palmer, quando originam-se nos trópicos. E Palmém, quando originam-se em latitudes extratropicais.

Figura 2. Esquema de formação do VCAN.



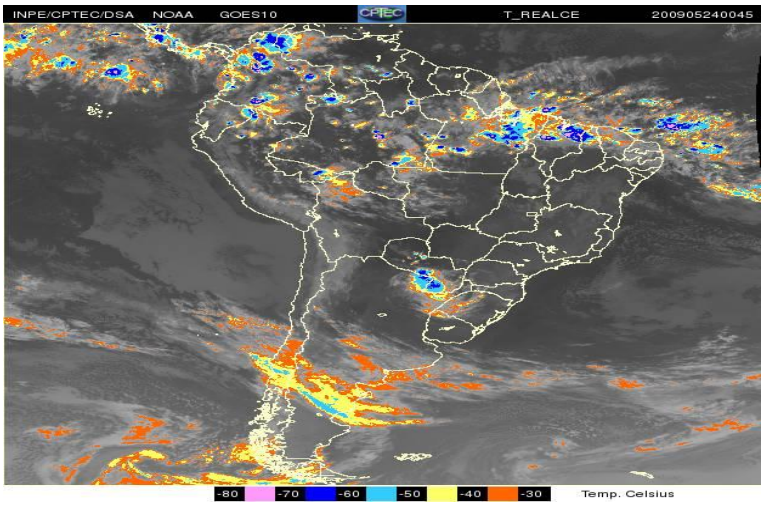
Fonte: Google Imagens

2.3 Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM)

Os CCMs são caracterizados por um conjunto de nuvens de grande desenvolvimento vertical (cb), que se estendem por centenas de quilômetros com duração mínima de 6 horas. Na imagem de satélite apresentam forma circular com alta refletância devido ao gelo no topo das nuvens. Os CCMs são responsáveis pela maior parte da precipitação nos trópicos e em

várias localidades de latitudes médias durante a estação quente. Os fluxos de calor e umidade (durante o período da noite) provenientes da região amazônica passam a fornecer condições necessárias para que esses sistemas cresçam. Geralmente, ocorre durante a madrugada, coincidindo com o horário de máxima intensidade do Jato de baixos níveis. Nessa fase, tempestades severas podem ocorrer. Entretanto, a condição principal de tempo são as fortes chuvas localizadas. Esse sistema atua durante todo o ano na região amazônica, devido se ter as condições atmosféricas necessárias para a sua formação.

Figura 3. Imagem de satélite de CCM.

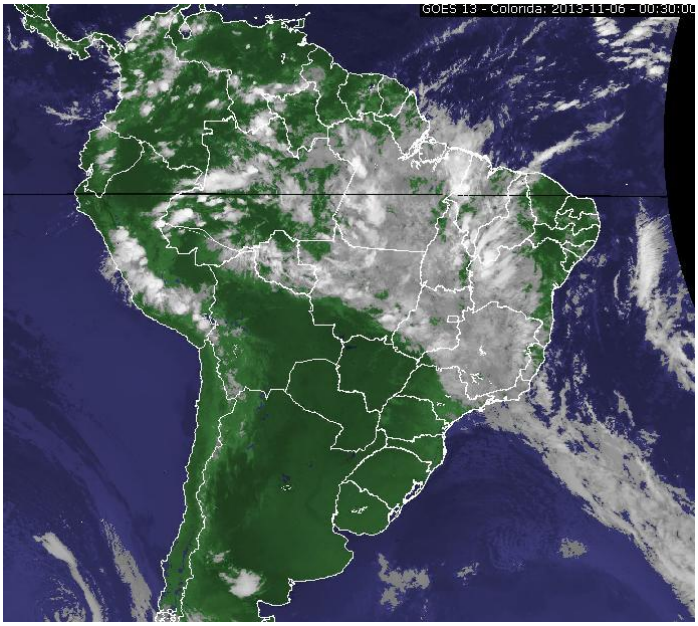


Fonte: Google Imagens

2.4 Zona de Convergência do Atlântico Sul: ZCAS

Krishnamurtyet (1973), através de estudo sobre uma onda quasi-estacionária na América do Sul, mostrou a importância dessa banda no transporte de momentum, calor e umidade dos trópicos. O período médio de permanência desta zona de convergência é de aproximadamente cinco a dez dias, o que contribui para um volume intenso de precipitação na região centro-oeste e sul Brasil. Sanches (2002) e Escobar et al. (2005) utilizaram um período médio mínimo de quatro dias, de permanência da banda de nebulosidade na identificação de casos de ZCAS.

Figura 4. Imagem de satélite da ZCAS.



Fonte: Google Imagens

O excesso de chuvas, decorrentes das ZCAS, provoca transtornos como enchentes, na região norte, e em parte do centro oeste, enquanto que a ausência destas chuvas pode provocar estiagens ou racionamento de água nas mais diversas proporções. Desta forma, o monitoramento e a projeção climática sazonal, anual ou até decenal destes sistemas é importante sobre o Brasil e a America do sul.

3.MATERIAIS E MÉTODOS.

3.1Descrição da área de estudo:

Marabá tem um clima tropical, há muito menos pluviosidade no inverno que no verão. A classificação do clima é aw (tropical e úmido) segundo a classificação de Köppen e Geiger. 27,0 ºC é a temperatura média, a pluviosidade média anual é 1837 mm.

O município está localizado no sudeste paraense. Distante cerca de 500 km da capital do estado, sua localização tem por referencia o ponto de encontro entre dois grandes rios, Tocantins e Itacaiunas.Sua localização possui as coordenadasLat-05º 22’ 07’’ S e long -49º 07’ 04’’L.Estando a 84m acima do nível do mar, possuindo uma área de 15157,9 km².Segundo o senso do IBGE.Atualmente, o município é o quarto mais populoso do Pará, contando com aproximadamente 257.062 mil habitantes segundo o IBGE/2013. É o principal centro socioeconômico do sudeste paraense e um dos municípios mais dinâmicos do Brasil. Marabá tem como característica sua grande miscigenação de pessoas e culturas, que faz jus ao significado popular do seu nome. A palavra Marabá é de origem indígena, da tribo tupi-guarani. Essa palavra era usada pelos índios daquela tribo para indicar as pessoas nascidas das misturas de índios com brancos, mestiço. *"filho da mistura"*.

Figura 5. Localização de Marabá.

Fonte: Google imagens

Figura 6. Bacia do Araguaia Tocantins.

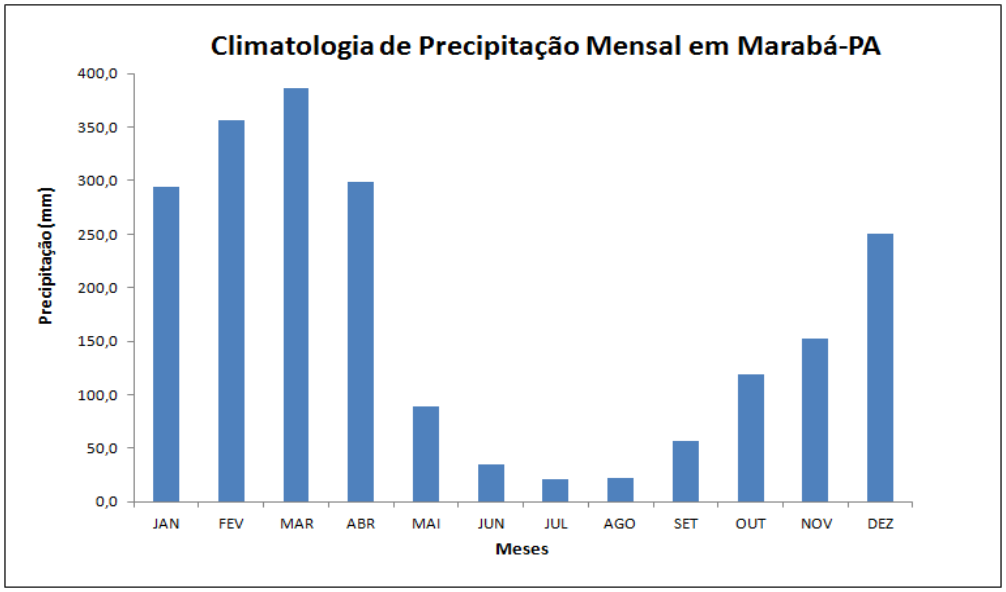
Fonte: Google imagens

3.2 DADOS:

Utilizou-sedados do nível do rio Tocantins. Os dados utilizados neste trabalho foram obtidos através do banco de dados da ANA (Agência nacional de águas).E dados mensais de precipitação da estação automática de Marabá-Pa, localizada a 05°10’02”S e 49o22’45”O a 116m de altitude, pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).A cota de alerta desenvolvida para o período de estiagem (1,55 m) para o município de Marabá foi estimada através de um método puramente estatístico, onde utilizou-se dados da série histórica da estação fluviométrica de Marabá (2905000) obtidos do banco de dados da ANA (Agência Nacional de Águas) disponível na página da Hidroweb. O nível dessa cota foi calculado da seguinte forma: 1º encontrando-se as mínimas anuais; 2° encontrando-se a média e o desvio padrão das mínimas e por final, calcula-se a diferença entre a média e o desvio padrão.

4. RESULTADOS.

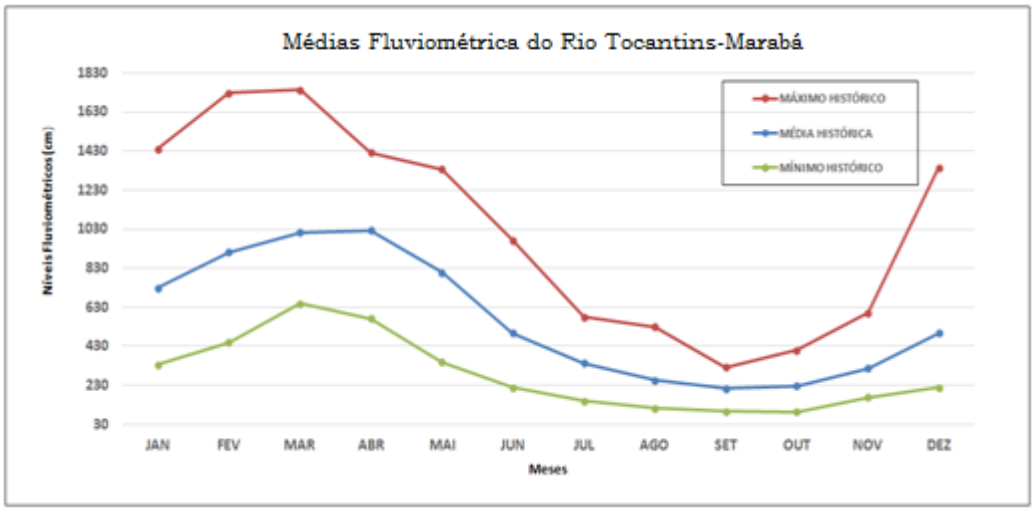
Figura 7. Comportamento climatológico das chuvas no município de Marabá, no período de 1961-1990.



Fonte: Inmet (Instituto Nacional de Meteorologia), 2014

Podemos observar no gráfico, dois períodos distintos. Um com maior precipitação que compreende os meses de novembro a abril, e um com menores valores pluviométricos abrangendo os meses de maio a outubro. Ocorrendo maiores valores de precipitação no verão, em função de se ter maior quantidade de energia disponível, em relação ao inverno.E devido a chegada da ZCIT e que coincide com a época de maior atuação da ZCAS.Essa distribuição no regime da precipitação tem influencia direta com o nível do rio. Haja vista que as maiores cotas do rio coincidem com o período de maior precipitação. Assim como os de menor valor coincide com o período menos chuvoso. Que são os meses de junho a setembro, pois a ZCIT desloca-se para o HN levando as chuvas para essa região.

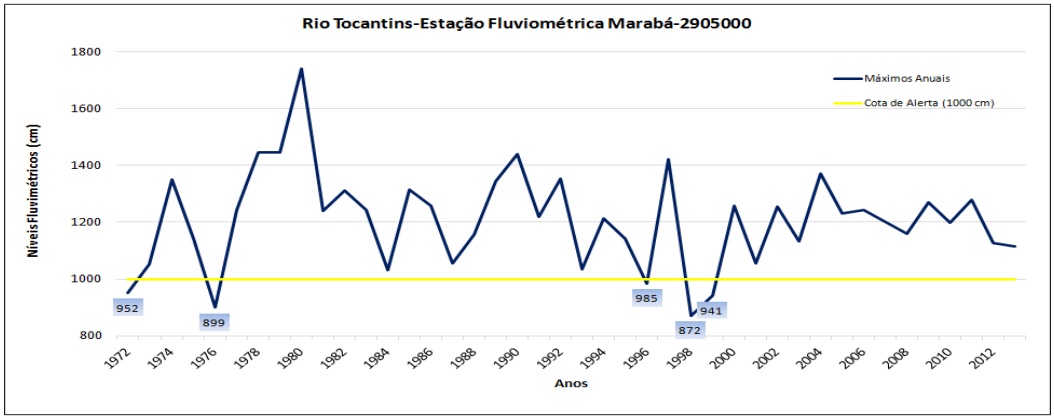
Figura 8. Comportamento médio do rio Tocantins na região de Marabá-Pa.



Fonte: ANA (Agência Nacional de Águas), 2014

O gráfico acima apresenta os valores das cotas médias observadas anualmente. Pode se observar no gráfico, que os valores mínimos não tem muita variabilidade em relação à média histórica, mantendo se assim com valores próximos. Atingindo seus menores valores nos meses que possuem menor precipitação que abrange os meses de maio a outubro. O que não acontece quando comparado os valores máximos com a média, pois possuem grande variabilidade. Fazendo com que os valores da cota máxima se mantenham bem acima da média. A cota de alerta é geralmente atingida no mês de fevereiro. E a variabilidade do rio possui maior amplitude no período chuvoso segundo a climatologia da região, valores esses que são atingidos nos meses de novembro a abril.

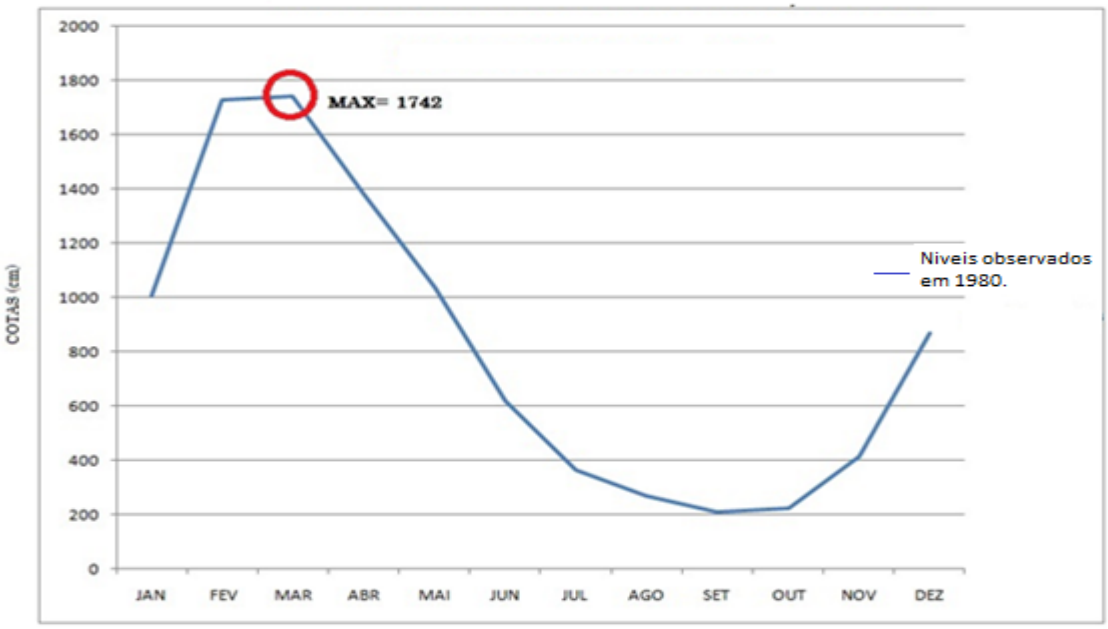
Figura 9. Cotas máximas observadas anualmente no rio Tocantins na região de Marabá-PA.



Fonte: ANA (Agência Nacional de Águas), 2014

O gráfico acima apresenta os valores das cotas máximas observadas anualmente (azul). E a cota de alerta de 10m (em amarelo). A cota de alerta é definida pela defesa civil do município, como sendo o nível do rio que atingi a primeira residência. Nota se que nos referidos períodos em apenas cinco anos o rio não atingiu a cota de alerta, ficando abaixo dos 10m.Já em 35 anos o rio ultrapassou a cota de alerta dando inicio ao período de cheia. Mostrando assim que há uma problemática das enchentes na região. Os extremos mais significativos ocorreram em 1980 e 1998.O ano de 1980 em que o rio atingiu a impressionante marca de 17,42m. O rio teve esse comportamento, pois neste ano as chuvas se mantiveram bem acima da normalidade, e juntamente com a atuação da ZCAS, responsável por influenciar a ocorrência de cheias na região, provocando assim a maior cheia da historia da cidade de Marabá. A enchente atingiu seu ponto de maior severidade entre janeiro e março de 1980, quando inundou toda a Velha Marabá, a área mais vulnerável de todo o município. O outro ano foi o de 1998, o qual o rio atingiu o menor valor das cotas máximas, não chegando a atingir a cota de alerta, tendo seu maior valor registrado naquele ano de 8,72m em março. Comportamento esse do rio se deu em função deste ano ter ocorrido um EL NINO de intensidade forte, inibindo assim as chuvas na bacia.

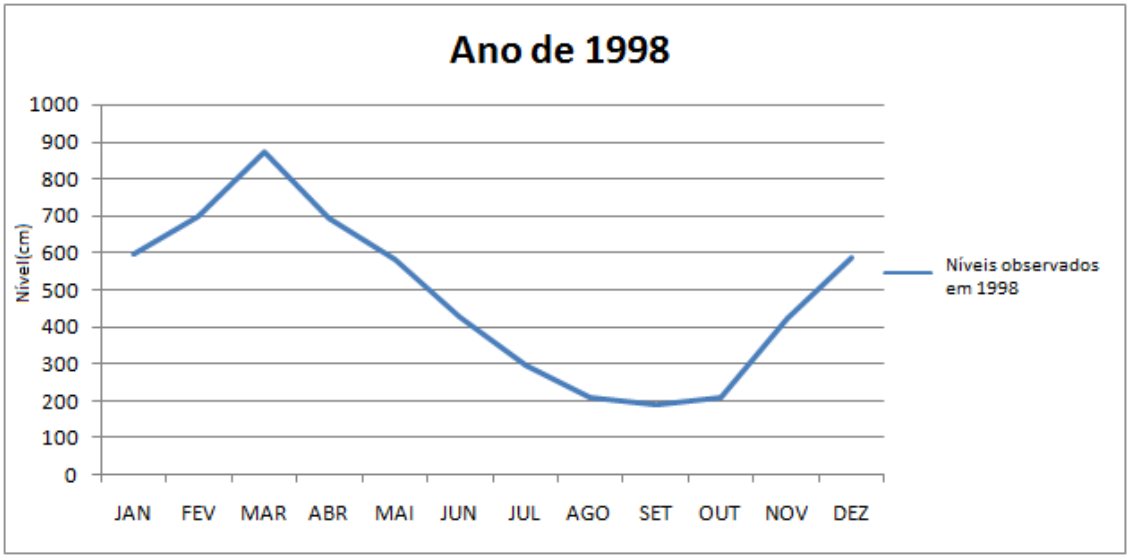
Figura 10. Maior cheia registrada no rio Tocantins na região de Marabá-PA no ano 1980



Fonte: ANA (Agência Nacional de Águas), 2014

Em janeiro de 1980 o rio Tocantins já havia ultrapassado cota de alerta, atingindo 10,3m dando inicio ao período de cheia. E sabe-se que, quando o valor da cota do rio atinge 12m as partes mais baixas da cidade ficam submersas. E o rio seguiu aumentando, no mês subseqüente foi registrado 17,27m, o que já seria a maior cota registrada, porém o rio prosseguiu aumentando só que de maneira mais lenta, em março atingindo a impressionante marca de 17,42m a maior cheia da historia do rio Tocantins. Assolando praticamente toda a cidade.

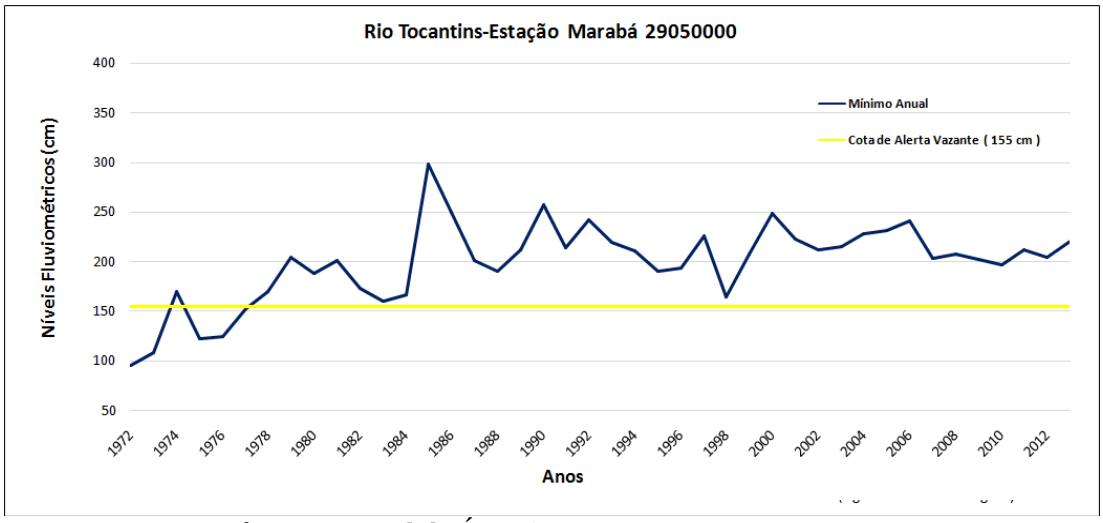
Figura 11. Rio Tocantins em Marabá-PA 1998.



Fonte: ANA (Agência Nacional de Águas), 2014

O ano de 1998 que foi também um ano atípico para o rio Tocantins, haja vista que os valores das cotas máximas se mantiveram bem abaixo da normalidade. No mês de março que historicamente registras as maiores cotas. Geralmente ultrapassando a cota de alerta, registrou se 8,72m como sendo a maior daquele ano. No mesmo mês de março de 1980 o rio atingira a maior cota de sua historia, mostrando assim a enorme discrepância em seus valores.

Figura 12. Cotas mínimas observadas anualmente no rio Tocantins na região de Marabá-PA.



Fonte: ANA (Agência Nacional de Águas), 2014

O gráfico acima apresenta os valores das cotas mínimas observadas anualmente (azul). E a cota de estiagem de 1,55m (amarelo). A preocupação em adotar um nível que represente a cota de alerta de vazante está vinculado aos trabalhos preventivos desenvolvidos pela defesa civil nas operações de estiagem. Igualmente como no gráfico das cotas de máximas, neste também apresenta valores extremos. Um deles foi o ano de 1972, o qual no mês de outubro atingiu a marca de 0,95cm ficando assim abaixo da cota de estiagem. Outros dois anos os quais ficaram abaixo da cota de estiagem foram os de 1975, atingindo 1,22m em outubro. E o outro foi o de 1976 com a cota de 1,24m em setembro. O ano em que o rio atingiu seu ponto crítico foi em 1972 com 0,95cm no mês de outubro. O qual foi registrado como menor valor das cotas de estiagem.

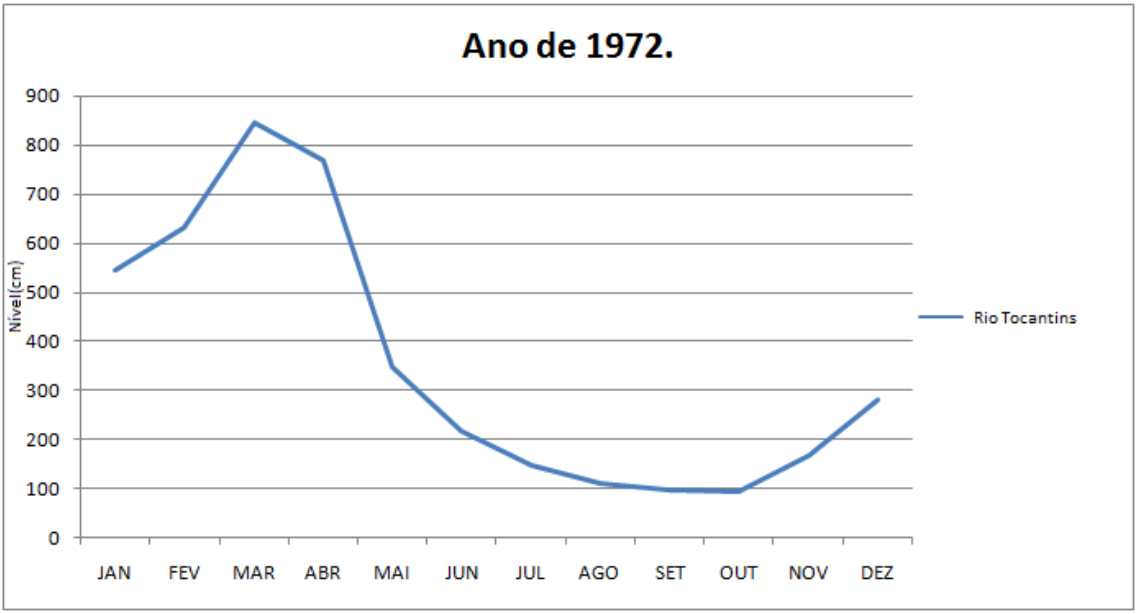
A seguir foram selecionados os anos de episódios oceano-atmosférico do fenômeno El-Niño. É possível identificar que os níveis de vazante extremos mais acentuados aconteceram nos cinco primeiros anos da série estudada. Esse comportamento de anormalidade do nível fluviométrico do rio Tocantins pode estar relacionado ao fenômeno ENOS, uma vez que o regime pluviométrico das chuvas é alterado pela mudança no padrão da circulação geral da atmosfera. Assim, a tabela abaixo mostra os anos que presenciaram ocorrência dos fenômenos El niño classificados como fortes e moderados associados ao comportamento do nível do rio Tocantins em Marabá.

TABELA 01.Anos de ocorrência do fenômeno El Ninõ

Anos	**Mínimos**	**Intensidade**	**Anos**	**Mínimos**	**Intensidade**
1972	95	Forte	1986	250	Moderado
1973	108	Forte	1987	251	Moderado
1977	153	Forte	1988	164	Moderado
1978	170	Forte	1994	211	Moderado
1982	173	Forte	1995	190	Moderado
1983	160	Forte	2002	212	Moderado
1990	257	Forte	2003	216	Moderado
1991	214	Forte			
1992	242	Forte			
1993	219	Forte			
1997	226	Forte			
1998	164	Forte			

Fonte: Inmet (Instituto Nacional de Meteorologia), 2014

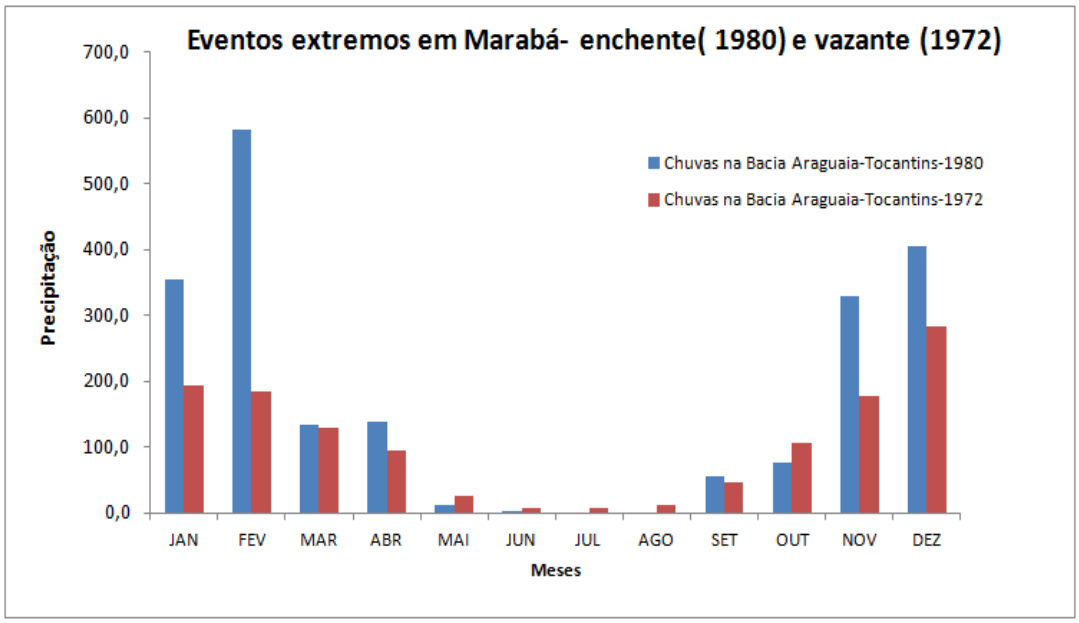
Figura 13. Menor cota registrada no rio Tocantins na região de Marabá-PA, no ano de 1972.



Fonte: ANA (Agência Nacional de Águas), 2014

O ano de 1972 foi um ano em que o rio Tocantins atingiu seu ponto critico, chegando a registrar uma cota de 0,95cm no me outubro. Esse comportamento do rio se deu em função deste ano ter um evento de EL NINO forte. Inibindo assim as chuvas, o que é refletido diretamente no nível do rio.

Figura 14. Eventos extremos em Marabá.



Fonte: Inmet (Instituto Nacional de Meteorologia), 2014

Podemos observar no gráfico, que o ano de 1980 apresentou grande volume de precipitação. A partir do mês de novembro as precipitações se mantiveram acima dos320 mm, e em fevereiro chegando próximo dos 600mm.Volume esse que foi refletido no nível do rio. A precipitação deste ano foi intensificada pela atuação da ZCAS, provocando valores extremos no rio, a cheia de 1980 esta atribuída a essas fortes chuvas. Enquanto que no ano de 1972 a precipitação se manteve abaixo da média, tendo valores médios de precipitação inferiores a 100 mm, pois este foi um ano de EL NINO forte, inibindo as chuvas na região.Acarretando assim o menor valor registrado da cota de estiagem.

CONCLUSÃO

O presente trabalho mostrou uma analise observacional do comportamento do rio Tocantins na localidade de Marabá através de dados hidroclimatológicos. Os resultados mostram um comportamento distinto de um ano para o outro, cada ano com um comportamento peculiar. Isso se deve ao fato dos mecanismos que favorecem a chuva na região da bacia estar mais ou menos intenso, bem como suas anomalias. Sistemas meteorológicos de grandes escalas também oscilam em sua intensidade, fazendo com isso uma distribuição irregular da precipitação de um ano para outro.

Pela sua localização geográfica, o município é fortemente influenciado por sistemas atmosféricos em diversas escalas como ZCIT, VCANS, Esses sistemas Formam-se em lugares distantes do município durante o dia, e se deslocam para a região durante a noite e madrugada, quando são observados maiores valores de precipitação.

O comportamento de anormalidade dos níveis fluviométrico do rio Tocantins podem estar relacionado ao fenômeno ENOS, uma vez que o regime pluviométrico das chuvas é alterado pela mudança no padrão da circulação geral da atmosfera. E coincidindo os eventos extremos com os anos que ocorreram as anomalias. Esse padrão anormal de circulação é refletido diretamente nos níveis do rio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA – Agência nacional de Águas – Disponível em: www.ana.gov.br Acesso em: 12 outubro de 2014.

ESCOBAR, G., C., J. e CARVALHO DA COSTA, I. **Situações meteorológicas associadas a episódios da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS)**. In: CONGRESSO ARGENTINO DE METEOROLOGÍA, 9., Período: 3-7 de Outubro de 2005.

FERREIRA, N. S. **Zona de Convergência Intertropical. Boletim do Climanálise Especial** - Comemoração dos 10 anos, 1996. Disponível em: http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise/cliesp10a. Acesso em: 22 outubro de 2014.

FERREIRA, N.J.; Lacava, C.I.V.; Sobral, Z.R., 1998: **Influences of convergence zones on the organization of convection and rainfall in northeasterm Brazil**, part: I : Preliminary analysis. SubmetidoparapublicaçãoemMeteorol.Atmos.Physics

Hastenrath, S., and L. Heller, 1977: **Dynamics of climatic hazards in north-east Brazil.**Quart. J. R. Meteor. Soc., **110,** 411-425.

HASTENRATH, S.; HELLER, L. **Dynamics of climate hazards in NORTHEAST Brazil.**J. Royal MeteorologicSociedade, v. 103, p. 77-92, 1977

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATíSTICA (IBGE) –www.igbe.gov.br Acesso em: 5 setembro de 2014.

KRISHNAMURTI, T. N.; KANAMITSU, M.; KOSS, W. J.; LEE, J. D. **Tropical east-west circulation during the Northern Winter.JournaloftheAtmosphericSciences**, v. 30, p. 780-787, July 1973. SANCHES, M. B. Análise sinótica da zona de convergência do Atlântico Sul (ZCAS)utilizando-se a técnica de composição. 2002. 95 p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2002.

Ramirez, M.C.V., 1996: **Padrões climatológicos dos vórtices ciclônicos em altos níveis no Nordeste do Brasil.** Dissertação de Mestrado em Meteorologia, INPE, São José dos Campos, SP.

ROCHA, E. J. P. **Balanço de Umidade e Influências de Condições de Contorno Superficiais Sobre a Precipitação da Amazônia.** 2001. 210 f. (Tese de Doutorado) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, São Paulo, 2001.

ROLIM, P.A.M.; SANTOS, D.M.; ROCHA, E.J.P. **Variablidade da Precipitação na Amazônia: Implicações Sócioeconômicas**. In.: XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2008, Florianópolis. Anais eletrônicos. Florianópolis: SBMET, 2006. Disponível em: <http://www. cbmet.com/cbm-files/14-1b5c3e3f6e34f1ca974cb06dd7bf1c6c.pdf>. Acesso em 10outubro de 2014.

SANTOS, L.C.R. **Análise das Enchentes em Marabá no Período de 2002-2007. Marituba-PA**: IESP/UEPA, 2008.