



ANÁLISE DO ÍNDICE DE ANOMALIA DE CHUVAS DO MUNICÍPIO DE TUCURUÍ-PA

Ana Lenira Nunes Cysne de Souza¹, Anastacia Pavão Oliveira¹, Priscila Dias Pinto¹,
Andréa Hentz de Mello², José Anchieta de Araújo²

¹Mestrandas em Dinâmicas Territoriais e Sociedade na Amazônia - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (Unifesspa), Marabá-PA, Brasil.

E-mail: anastaciapavao@hotmail.com

² Professores do Mestrado em Dinâmicas Territoriais e Sociedade na Amazônia, Unifesspa, Marabá-PA, Brasil

Recebido em: 15/05/2020 – Aprovado em: 15/06/2020 – Publicado em: 30/06/2020
DOI: 10.18677/EnciBio_2020B5

RESUMO

A variabilidade climática é interesse de análise de distintos campos da sociedade e, dentre seus elementos mais importantes, destaca-se a precipitação. Alterações do ambiente, tais como a supressão vegetal, a substituição pela lâmina d'água e a modificação no uso e cobertura do solo, podem, em distintas escalas de tempo, modificar o regime das chuvas. Nesse contexto, encontra-se o município de Tucuruí - PA, onde ocorreu a construção da 5ª maior usina hidrelétrica do mundo, ocasionando uma série de impactos na região, dentre eles a possibilidade futura de alterações no regime pluviométrico. Dessa forma, o objetivo deste estudo consiste em identificar o padrão de chuva do município de Tucuruí nos últimos 21 anos (1999-2019) caracterizando os meses e anos mais chuvosos e secos, a fim de fornecer dados para monitorar o padrão de precipitação da localidade. Para identificar a variabilidade pluvial, bem como os anos mais úmidos e secos, foi utilizado o Índice de Anomalia de Chuvas (IAC), que permite de maneira simples e eficiente compreender o padrão de chuvas em um período de tempo. Observou-se dentro da série histórica analisada o mês de março como o mais chuvoso (436,7mm) e o mês de agosto (31,5 mm) como o mais seco. Os anos de 2001 e 2016 foram os anos com maior e menor precipitação, respectivamente. A série histórica apresenta predominância de anos úmidos (28,6%), e mesmo com o balanço quantitativo entre anomalias positivas e negativas deve-se atentar pela sequência de anos secos instalados a partir de 2001.

PALAVRAS-CHAVE: IAC, Precipitação, Variabilidade.

ANALYSIS OF THE RAINFALL ANOMALY INDEX OF THE MUNICIPALITY OF TUCURUÍ-PA

ABSTRACT

Climatic variability is an interest of analysis of different fields of society and among its most important elements, precipitation stands out. Changes in the environment can modify the rainfall regime at different time scales, such as vegetation suppression, substitution by water slide and changes in soil use and cover. In this scenario, the city of Tucuruí, PA takes place, where it was built the 5th largest hydroelectric power

plant in the world, causing a series of impacts in the region, including the possibility of changes in the rainfall regimen. Thus, this study aims to identify the rainfall pattern in Tucuruí in the last 21 years (1999-2019), characterizing the rainiest and driest months and years, in order to provide data to monitor the local precipitation pattern. To identify the rainfall variability, as well as the wetter and drier years, the Rainfall Anomaly Index (RAI) was used, which allows for a simple and efficient way to understand the rain pattern in a specific time. Within the historical series, the month of March was observed as the rainiest (436.7 mm) and the month of August (31.5 mm) as the driest. The years 2001 and 2016 were the years with the highest and lowest rainfall, respectively. The historical series shows a predominance of wet years (28.6%), and even with the quantitative balance between positive and negative anomalies, one should pay attention to the sequence of negative anomalies installed since 2001.

KEYWORDS: Precipitation. Variability. RAI

INTRODUÇÃO

O estudo e monitoramento da variabilidade climática apresentam-se como fundamentais diante do atual cenário mundial, quando os debates sobre as questões ligadas ao clima vêm ganhando notoriedade em distintas esferas da sociedade – política, ambiental, científica e econômica. Com efeito, a humanidade tem vivenciado as consequências de uma série de alterações climáticas que são identificadas em diferentes espaços geográficos (COUTINHO et al., 2018; FREITAS; PAIVA, 2018).

De acordo com Barry e Chorley (2013, p. 428) entende-se como variabilidade climática “a flutuação no estado médio e outras estatísticas de elementos climáticos em todas as escalas espaciais e temporais, além das de eventos climáticos individuais”. Ou seja, a variabilidade climática pode ser entendida como um desvio padrão de um comportamento climático esperado, podendo ocorrer tanto em escalas macro ou micro, assim como em diferentes temporalidades.

Santos et al. (2016) afirmaram que dentre os elementos mais importantes e pesquisados na variabilidade climática encontra-se a precipitação. Estudos sobre o padrão do regime de chuvas, volume pluviométrico e eventos extremos, ligados a enchentes e estiagens, são fundamentais, uma vez que tais situações afetam diretamente a vida do homem na sociedade, bem como a vida de outros seres vivos e a manutenção de ecossistemas. Além disso, existe uma estreita relação das chuvas com a agricultura, o abastecimento de água e o fornecimento de energia elétrica em diferentes lugares do mundo.

No que se refere às regiões tropicais, a precipitação é amplamente reconhecida como a variável climatológica mais importante (MORAES et al., 2005), sendo, portanto, fundamental seu estudo no Brasil, país caracterizado pela tropicalidade e variabilidade das chuvas. Ainda que a variabilidade e alterações climáticas ocorram mediante processos naturais (interferentes dos grandes sistemas meteorológicos, por exemplo), não é possível ignorar que se trata também de um fenômeno social, uma vez que o homem pode intensificar o processo e ser diretamente afetado pelas consequências, que para muitos cientistas marcam uma nova era geológica: o antropoceno (ZANGALLI JUNIOR, 2020).

No que tange à Amazônia brasileira, atividades ligadas ao desmatamento e a bruscas mudanças na cobertura da terra podem trazer interferências no clima regional e, até mesmo, global, motivando assim diversas pesquisas nessa região (MOLION, 1987; SANTOS et al., 2016). Dentre estas estudos ligados ao padrão pluviométrico numa significativa escala temporal.

Hoffmann et al. (2018) trazem que é de suma importância identificar a variabilidade espaço-temporal das chuvas e caracterizar seus padrões de ocorrência para a tomada de decisões no que diz respeito ao planejamento da conservação dos ecossistemas, bem como possibilitar o desenvolvimento econômico de um país. Além disso, Noronha et al., (2016) afirmam que estudos de variabilidade climáticas sejam capazes de identificar possíveis situações problemáticas e a partir daí buscar meios para solucionar ou minimizar distintos impactos.

Sanches e Fisch (2005) observam que a eletricidade assume papel importante no desenvolvimento socioeconômico e que as hidrelétricas, como fonte de energias não renováveis, assumem destaque. Os autores consideram que ao pensar propostas de modelos energéticos, deve-se atentar aos problemas de ordem socioambiental, aos aspectos ambientais, à supressão da floresta tropical em substituição por lâmina de água que altera o balanço energético com a superfície e à característica do clima local, como mudanças na precipitação.

Um dos municípios do território paraense que sofreu grandes alterações em sua forma de uso da terra e nos ecossistemas, trazendo uma série de problemas socioambientais, foi o município de Tucuruí, onde foi construída a Usina Hidrelétrica (UHT) de Tucuruí. Esta está em operação desde 22 de novembro de 1984 pela Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A- Eletronorte, sendo, atualmente, a quinta maior do mundo (HOFFMAN et al., 2018). Uma vez que um empreendimento desse porte é instalado, é necessário que ocorram diversos estudos e pesquisas que visem monitorar os efeitos nos impactos ambientais na região e que ajudem a fomentar estratégias e medidas de recomposição de ambientes degradados e alterados.

Dentre as questões climáticas que podem ser monitoradas, encontram-se as chuvas na região. Atualmente diversas metodologias e métodos podem ser utilizados para identificação, quantificação e caracterização da variabilidade pluviométrica. Um dos métodos mais utilizados em virtude da simplicidade operacional e eficiência nos resultados é o Índice de Anomalia de Chuvas (IAC), o qual foi proposto por Rooy (1965). Este método permite o monitoramento temporal das chuvas, indicando os anos de anomalias negativas (secas) e anomalias positivas (chuvas intensas).

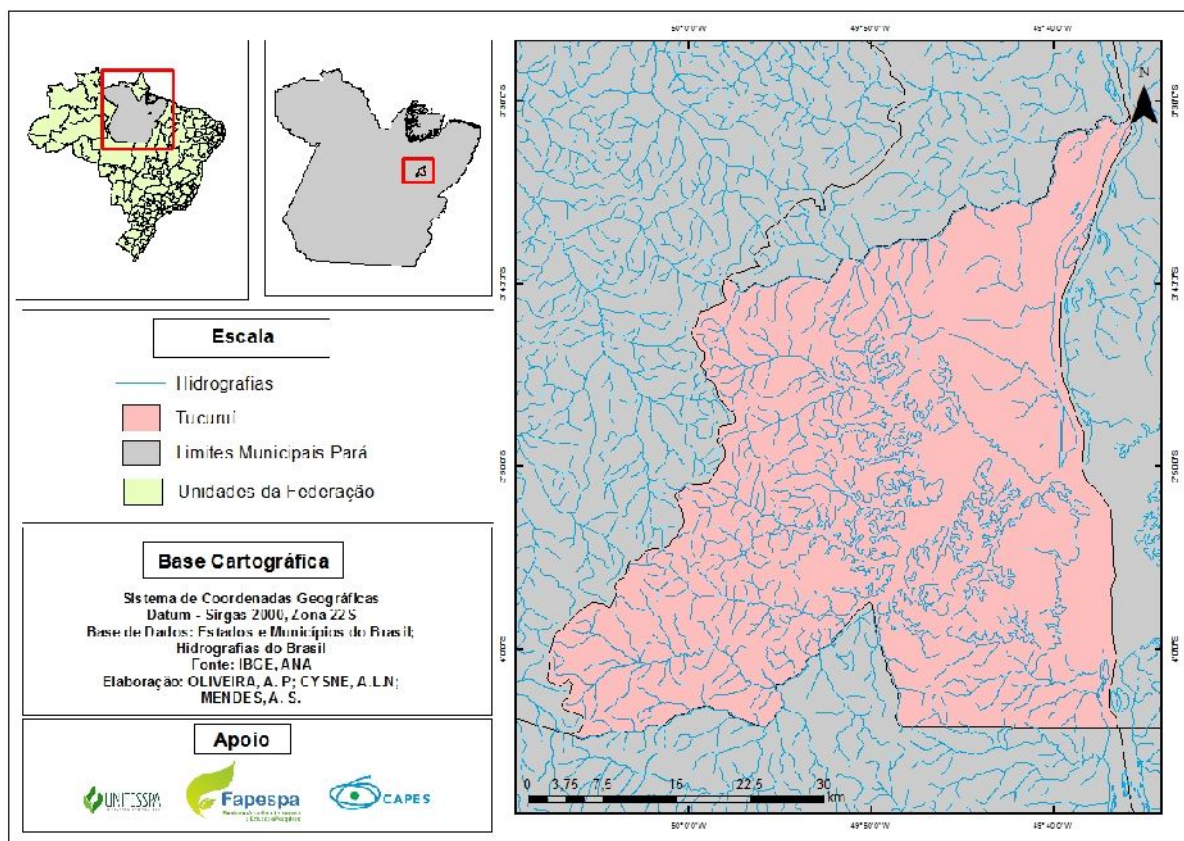
Dessa forma, o objetivo deste estudo consiste em identificar o padrão de chuva do município de Tucuruí nos últimos 21 anos (1999-2019), caracterizando os meses e anos mais chuvosos e secos, a partir do IAC proposto por Rooy (1965).

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

O município de Tucuruí-PA (Figura 1) localiza-se na mesorregião sudeste Paraense, com as coordenadas 3°45'57.88"S 49°40' 39.97" O. O local apresenta extensão territorial de 2.084,289 km², uma população de 97.128 pessoas de acordo com o censo demográfico de 2010, sendo atualmente estimada em 113.659 pessoas, com densidade demográfica de 46,56 hab/km² (IBGE,2020).

FIGURA 1- Mapa de localização e inserção regional do município de Tucuruí-PA.



Conforme indica Hoffmann et al. (2018), Tucuruí é constituído pelas seguintes características geológicas: colinas baixas escarpadas com presença de ravinas e vales, compostas predominantemente por rochas magmáticas, e formação de arenitos na porção setentrional e rochas metamórficas na região de Caraipé. Ainda segundo os autores, a geomorfologia do município de Tucuruí é acidentada, com cotas que variam de 30 a 300 metros.

Utilizando a caracterização climática proposta por Mendonça e Danni-Oliveira (2007), Tucuruí possui clima tropical úmido-seco 4a – sendo quatro a cinco meses secos. Quanto às chuvas na região, os principais sistemas meteorológicos que atuam no regime de precipitação do sudeste paraense e, conseqüentemente, em Tucuruí são a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), especialmente durante o verão, sendo que a ZCAS atua mais fortemente nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro e, a ZCIT, em março, abril e maio.

Outros sistemas atmosféricos relevantes são os Vórtices Ciclônicos de Alto Níveis (VCANs), que agem especialmente na alta troposfera, e as Linhas de Instabilidade (LI) associadas ao ZCAS. É importante frisar que Mendonça e Franca (2016) destacaram a estreita relação da distribuição das chuvas na Amazônia com a atuação da Alta da Bolívia (AB) e com as condições da temperatura dos oceanos Atlântico e Pacífico.

Índice de Anomalia de Chuvas (IAC)

Para realização do estudo e do cálculo do Índice de Anomalia de Chuvas (IAC), foi necessário inicialmente ter acesso aos dados das Normais Climatológicas do Município de Tucuruí correspondentes ao período de 1981 a 2010. É a partir da

somatória da média pluviométrica fornecida por essa sequência histórica que é possível definir um parâmetro pluvial para realizar a análise do IAC no período proposto pela pesquisa, que é de 1999 até 2019.

Assim, os dados das Normais Climatológicas foram obtidos na página do INMET (www.inmet.gov.br) na sessão de clima/climatologia. A partir das médias pluviométricas das Normais, foi realizada a soma total dos valores pluviais de janeiro a dezembro (1981 a 2010). O valor obtido é utilizado nas equações 1 (N1) e 2 (N1) da fórmula do IAC. Na sistematização visual dos valores mensais das Normais Climatológicas utilizadas, os dados foram organizados na forma de gráfico e foram debatidos nos resultados e discussão desse artigo.

Para a aplicação do método do IAC foram utilizados os dados da estação meteorológica do INMET do Município de Tucuruí, de número 82.361, latitude - 03°76', longitude 49°66' e altitude de 40 m. Os dados pluviométricos utilizados correspondem a escala temporal com valores mensais de janeiro de 1999 a dezembro de 2019 e foram obtidos no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP), disponível no site www.inmet.gov.br (INMET, 2020).

Em seguida, todos os dados pluviométricos mensais correspondentes ao período de 1999 - 2019 foram organizados e tabulados utilizando as planilhas da *Microsoft Excel*. Este processo é primordial, pois possibilita a identificação de possíveis falhas na série histórica. Após a organização dos dados, aplicou-se o método do IAC, de acordo com a descrição abaixo:

1. Calculou-se o acumulado total de cada ano da série histórica utilizando os dados das normais climatológicas.
2. Em seguida, identificou-se na série histórica os anos com acumulados de precipitação acima e abaixo do acumulado normal, para, enfim, realizar o cálculo das médias dos dez maiores acumulados e dos dez menores da série.
3. Por fim, calculou-se o IAC proposto por Rooy (1965) para identificação dos anos secos e dos anos chuvosos, bem como a intensidade de cada fenômeno. A definição dos anos de anomalias positivas e negativas foi dada pelas equações 1 e 2:

$$IAC_{positivo} = 3 \times \left[\frac{(N - N_1)}{(M - N_1)} \right] \quad (1)$$

$$IAC_{negativo} = - 3 \times \left[\frac{(N - N_1)}{(X - N_1)} \right] \quad (2)$$

Em que:

N = precipitação observada do ano em que foi gerado o IAC (mm);

N1 = precipitação média anual da série histórica (mm);

M = média das dez maiores precipitações anuais da série histórica (mm);

X = média das dez menores precipitações anuais da série histórica (mm).

Após os resultados dos valores do IAC, tomando por base uma classificação elaborada por Araújo et al. (2009), foram definidos os anos úmidos e secos, conforme apresentado no quadro 1.

QUADRO 1 - Classes do Índice de Anomalia de Chuva

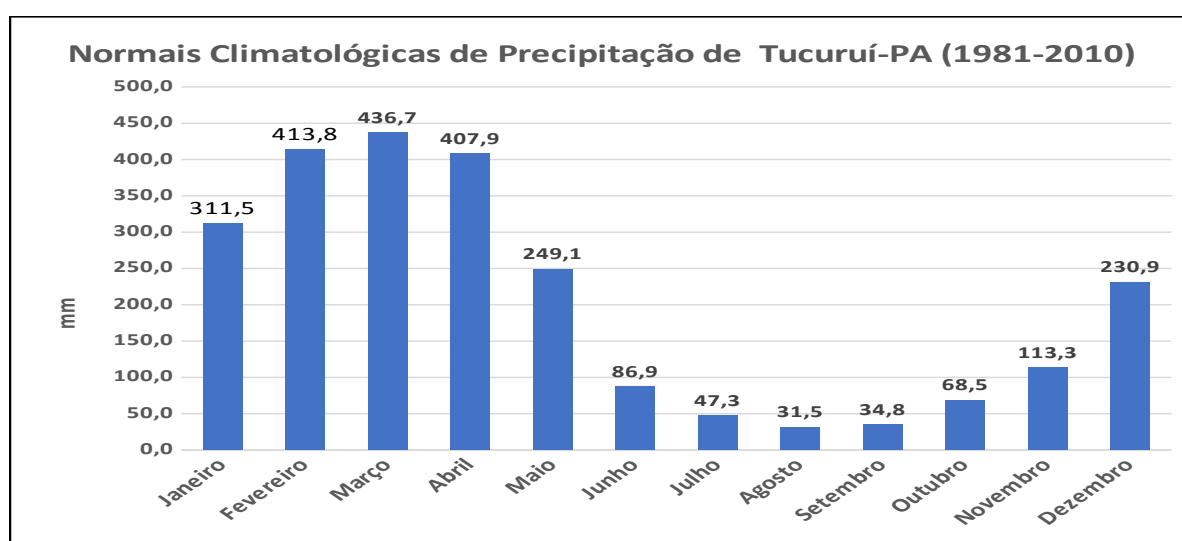
Índice de Anomalia de Chuva (IAC)	Faixa do IAC	Classe de Intensidade
	> 4	Extremamente Úmido
	2 a 4	Muito Úmido
	0 a 2	Úmido
	0 a -2	Seco
	-2 a -4	Muito Seco
	< -4	Extremamente Seco

Desta maneira, foi definida a variabilidade pluviométrica dos últimos 21 anos do município de Tucuruí - PA, indicando os anos mais úmidos e mais secos para a realização das análises necessárias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com Sanches e Fisch (2005), pelo fato do município de Tucuruí ser uma localidade próxima ao Equador, as temperaturas são altas o ano inteiro, com médias superiores a 24°C. Tomando como base os dados das Normais Climatológicas (1981-2010) quanto à precipitação (Figura 02) percebe-se que os meses de fevereiro (413,8 mm), março (436,7 mm) e abril (407,9 mm) apresentaram as maiores médias pluviométricas da série histórica, correspondendo a 51,73% volume total pluviométrico registrado.

FIGURA 2- Normais climatológicas de Precipitação de Tucuruí - PA (1981-2010)



Os meses mais secos foram os de julho (47,3 mm), agosto (31,5 mm) e setembro (34,8 mm), correspondendo juntos a apenas 4,6% das chuvas da série

histórica. Analisando de forma individual, o mês de março foi o mais chuvoso (436,7mm) e, o mês de agosto (31,5 mm), o mais seco.

No que diz respeito ao IAC, foi possível verificar a variabilidade temporal da precipitação no período de janeiro de 1999 a dezembro de 2019 no município de Tucuruí. Observou-se que há variabilidade entre anomalias positivas e negativas na série histórica de 21 anos estudada. O cálculo do IAC permitiu identificar os 10 anos com maiores índices pluviométricos e os 10 anos com menores índices pluviométricos (tabela 1).

TABELA 1 – Dez maiores e dez menores anos de precipitações no município de Tucuruí - PA

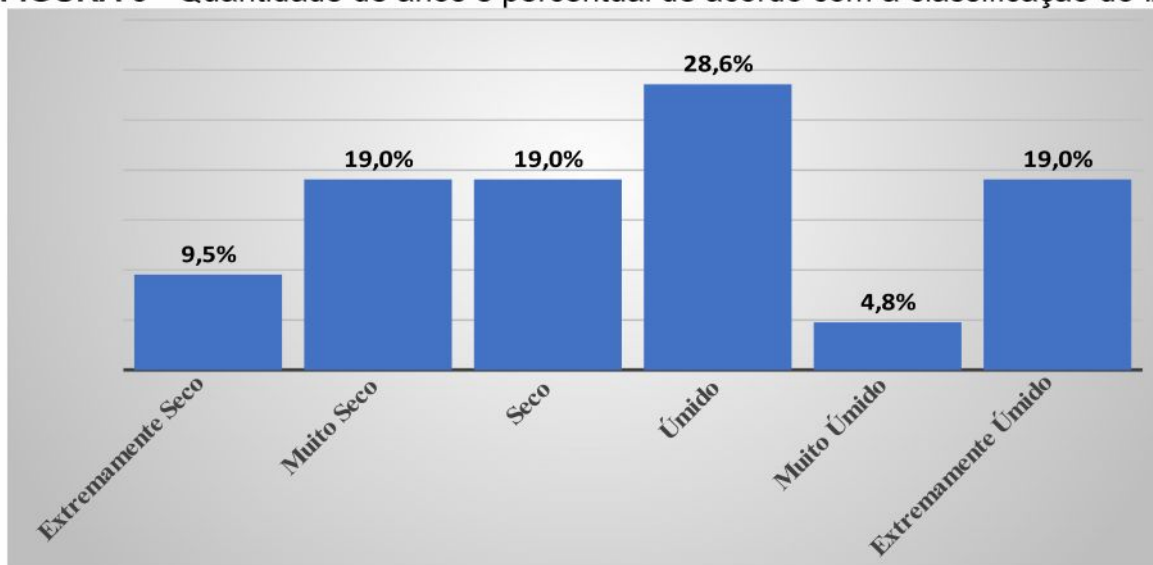
Posição	10 maiores		10 menores	
	Ano	Total (mm)	Ano	Total (mm)
1	2001	3117,0	2016	1729,6
2	2017	3001,8	2004	1869,4
3	2006	2989,6	2007	2144,6
4	2009	2974,2	2012	2187,6
5	1999	2701,0	2002	2199,4
6	2014	2647,0	2010	2222,2
7	2019	2590,6	2013	2322,1
8	2000	2567,5	2018	2338,1
9	2008	2559,7	2015	2354,9
10	2003	2485,2	2005	2378,3
Média		2763,36		2174,62

A partir dos dados apresentados na tabela 1, observa-se que o ano com maior precipitação dentro da série histórica adotada foi o ano de 2001 (3117,0 mm) e, o ano com menor precipitação, foi o ano de 2016 (1729,6 mm). Ainda que não seja o objetivo deste artigo, é importante frisar que, de acordo com o Centro de Previsões de Estudos Climáticos (CPTEC) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), os anos de 2000/2001 foram marcados pelo fenômeno *La Niña* e os anos de 2015/2016 foram anos de ocorrência do *El Niño* Forte, dentro da escala de Fraco-Moderado-Forte (CPTEC, 2020).

Giuliatti et al. (2019) observaram que, no município de Paragominas, PA, o ano de 1992 apresentou a menor taxa pluviométrica (1992), correspondendo a ocorrência de *El Niño*, e que, por outro lado, o ano de 2009, a maior taxa, ocorrendo *La Niña*. Esses achados vão ao encontro aos fenômenos presumivelmente observados neste estudo. Ademais, Limberger e Silva (2016), em um estudo sobre a Amazônia brasileira, afirmaram que os eventos ENOS são responsáveis por aproximadamente 20% da variância que ocorre nas precipitações da região.

O Índice de Anomalia de Chuvas (IAC) permite que os anos sejam classificados em: extremamente seco; muito seco; seco; Úmido; muito úmido e extremamente úmido (Figura 3).

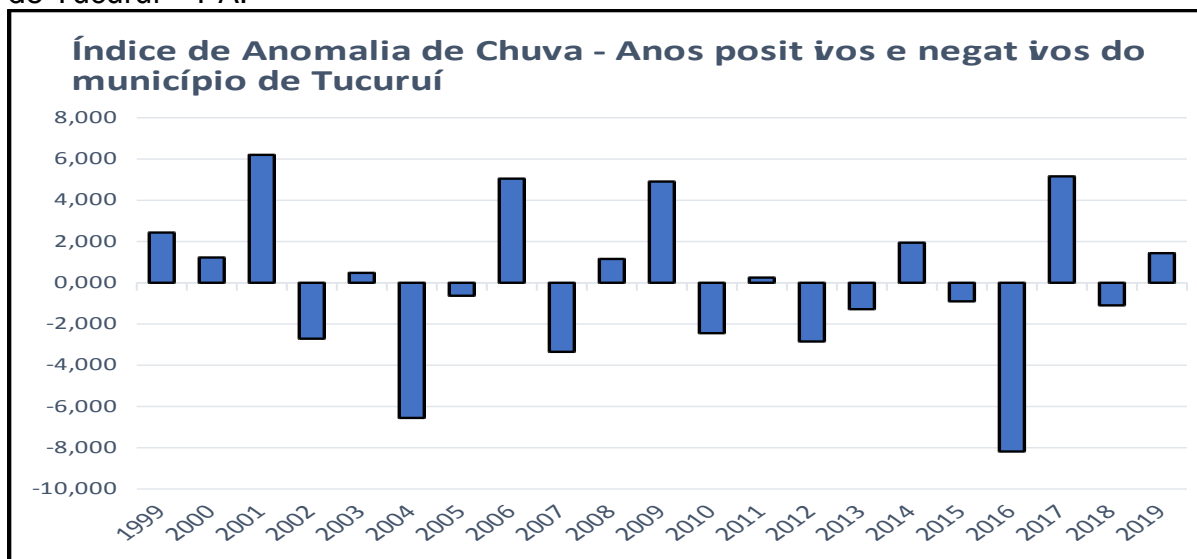
FIGURA 3 - Quantidade de anos e percentual de acordo com a classificação do IAC.



Percebe-se que, entre os anos de 1999 e 2019, o município de Tucuruí apresentou 47,5% dos anos na classificação total do grupo de anos secos, ou seja, choveu menos que a média da Normal Climatológica prevista, enquanto 52,7% foram classificados como úmidos, chovendo acima do previsto pela normal climatológica.

Dos 47,5% dos anos secos, 9,5% foram classificados como extremamente secos, enquanto dos 52,7% dos anos úmidos, 19% foram classificados como extremamente úmidos. Assim, foi possível identificar os anos com anomalias positivas (choveram acima do esperado) e os anos com anomalias negativas (chuvas abaixo do esperado) (Figura 4).

FIGURA 4 - Índice de Anomalia de Chuva – Anos positivos e negativos do município de Tucuruí – PA.



Percebe-se que, dentro da série histórica analisada, o município de Tucuruí possuiu mais anos com anomalias positivas (11 anos) do que anos com anomalias negativas (10 anos). Além disso, é perceptível que, de 1999 a 2001, interrompeu-se uma sequência de anos com anomalias positivas e instalou-se uma sequência na

qual os anos com anomalias negativas acabam sobressaindo-se. É necessário continuar monitorando essa nova tendência que se instala, a fim de evitar possíveis problemas, tanto nas atividades agropecuárias do município, quanto no próprio abastecimento da rede hidrográfica da região.

A partir da figura 4 também é possível perceber que os anos de 2004 e 2016 chamam atenção em virtude da severidade da anomalia negativa apresentada, enquanto o ano 2001, seguido pelo ano de 2017, destaca-se dentro da classificação de anomalia positiva.

É importante frisar que quanto maior a série histórica, maiores os detalhes e níveis de análises. Contudo, na região norte do Brasil, a maior parte das séries históricas acima de 30 anos possuem falhas significativas que acabam comprometendo estudos com maior acurácia. Além disso, como apresentaram Ribeiro e Maciel (2018), a ocorrência de desvios secos e úmidos podem ser relativos em virtude do comportamento climático dos postos pluviométricos.

É necessário que sejam realizados estudos com a maior sequência possível de anos para que o processo de monitoramento da variabilidade climática (sejam de precipitação ou temperatura) possam colaborar na identificação de eventos extremos.

Além disso, é importante frisar que, conforme Araújo et al. (2017) abordaram, a degradação ambiental pode ocorrer tanto por dinâmicas naturais como ressecamento do clima atmosférico e processos erosivos, quando por ações antrópicas de forma direta no terreno ou mudanças climáticas provocadas por suas ações. Montoya et al. (2018) observaram que houve alteração na cobertura vegetal dos municípios que circundam a UHT Tucuruí no período de construção da Usina (Fase I- 1988 e Fase II- 1999), tendo o município uma taxa de desmatamento de 1.207 ha/ano no período analisado.

Amorim et al. (2019) realizaram um estudo sobre a relação do desmatamento e a redução das chuvas no Brasil, tomando por base um sistema de modelagem climática. Os resultados dessa pesquisa apontavam a ocorrência de impactos no clima local e remoto à medida em que as áreas desmatadas aumentavam, ocasionando a prevalência de anomalias negativas na precipitação e, especificamente na região norte do Brasil, com maior redução das chuvas especialmente nos meses de agosto até novembro.

Sabe-se que o município de Tucuruí – PA, assim como toda Amazônia, vem sofrendo uma série de impactos ambientais, dentre estes uma significativa alteração no uso e cobertura do solo desde a instalação da Usina Hidrelétrica de Tucuruí até as recorrentes abertura de pastagens. É necessário que estudos sejam realizados a fim de monitorar questões ambientais, associando estas questões aos fatores climáticos, uma vez que os impactos provocados por variabilidades do clima podem afetar direta e indiretamente a escala de ocorrência de chuvas e, conseqüentemente, a produção de alimentos.

CONCLUSÕES

A aplicação do cálculo do IAC demonstrou ser uma ferramenta importante para acompanhar e identificar a variabilidade pluviométrica do município de Tucuruí. Foi possível identificar a frequência das anomalias positivas e negativas na série histórica estudada, além de caracterizar a severidade destas anomalias.

Mesmo com maiores sequências de anomalias positivas, ressalta-se a importância de analisar os efeitos da modificação da paisagem na dinâmica de precipitação das chuvas, pois a sequência de anomalias negativas, iniciadas em

2001 apresentou-se de forma sequencial. Dessa forma, é preciso avançar neste campo de análise, como ferramenta para discutir proposições de uso e manejo das áreas antropizadas e a relação destas com o aumento de sequências de anomalias negativas de chuva no município.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas – Fapespa pela concessão das bolsas de estudos as mestrandas.

REFERÊNCIAS

AMORIM, T.X., SENNA, M.C. A, CATALDI, M. Impactos do desmatamento progressivo da Amazônia na precipitação do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**. v.2, jan-jun- 2019. ISSN:2237-8642. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/58303> Acesso em 30 mar. 2020. doi: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v24i0.58303>.

ARAÚJO, G. H. de S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. Gestão ambiental de áreas degradadas. 12. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2017. 320 p.

ARAÚJO, L. E.; MORAES NETO, J. M.; SOUSA, F. A. S. **Análise Climática da Bacia do Rio Paraíba - Índice de Anomalia de Chuva (IAC)**. Engenharia Ambiental, v. 6, n.3, p.508-523, 2009.

BARRY, R. G.; CHORLEY, R. J. Atmosfera, tempo e clima. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 512 p.

COUTINHO, E. de C.; ROCHA, E.J.P.; LIMA, A.M.M.; GUTIERREZ, L.A.C.L.; BARBOSA, A.J.S.B.; PAES, G.K.A.A.; BISPO, C.J.C.; TAVARES, P.A. Variabilidade climática da precipitação na bacia amazônica brasileira entre 1982 e 2012. **Revista Brasileira de Climatologia**. [S.l.], v. 22, june 2018. ISSN 2237-8642. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/46074/35466>>. Acesso em: 09 june 2020. doi:<http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v22i0.46074>.

CPTEC - CENTRO DE PREVISÃO DO TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS- **Monitoramento do El Niño durante ndj-2019/2020**. Disponível em: <<http://enos.cptec.inpe.br/#>> Acesso em 20 mar. 2020. doi: <https://doi.org/10.1590/0102-778620130001>.

FREITAS, A.R.P.; PAIVA, L.E.B. Revisão da produção científica internacional de brasileiros acerca das mudanças climáticas. **Revista de Gestão Social e Ambiental**. v. 12, n. 3 (2018). Disponível em: <https://rgsa.emnuvens.com.br/rgsa/article/view/1615> Acesso em: 09 jun. 2020.

GIULIATTI, N.M.; RODRIGUES, A.B.M.; E. dos S. JESUS, E. dos S.; PEREIRA JUNIOR, A. Variabilidade da precipitação mensal e anual no município de Paragominas-PA. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.16, n.29; p.1716-1730. 2019. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2019a/agrar/variabilidade.pdf>> Acesso em 20 mar. 2020. doi: 10.18677/EnciBio_2019A133

HOFFMANN, E.L.; DALLACOR T, R.; CARVALHO, M.A.C.; YAMASHITA, O.M.; BARBIERI, J.D. Variabilidade das chuvas no Sudeste da Amazônia paraense, Brasil (Rainfall variability in southeastern Amazonia, Paraense, Brazil). **Revista Brasileira de Geografia Física**. v.11, n.04, p. 1251-1263. 2018. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/234327/30559>> Acesso em 19 mar. 2020. doi: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v11.4.p1251-1263>.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística . **Tucuruí - IBGE Cidades**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/tucuruí/pesquisa/16/12705>> Acesso em: 19 mar. 2020.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia - **BDMEP - Dados históricos**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep> Acesso em 9 mar. 2020.

LIMBERGER, L.; SILVA, M. E. S. Precipitação na bacia amazônica e sua associação à variabilidade da temperatura da superfície dos oceanos Pacífico e Atlântico: uma revisão. **Geosp – Espaço e Tempo (Online)**, v. 20, n. 3, p. 657- 675, 2016. ISSN 2179-089. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/geosp/article/view/105393/124690> Acesso em 29 mar.2020.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. Climatologia: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 206 p.

MENDONÇA, F. de A.; FRANCA, R.R. de F. A pluviosidade na Amazônia meridional: variabilidade e teleconexões extra-regionais. **Revue franco-brésilienne de géographie / Revista franco-brasileira de geografia**. v.29 n. 29. ISSN: 1958-9212. 2016. Disponível em: <https://journals.openedition.org/confins/11580> Acesso em 30 mar. 2020. doi: <https://doi.org/10.4000/confins.11580>.

MOLION, L.C.B. On the dynamic climatology of the Amazon basin and associated rain-producing mechanisms. In: **The Geophysiology of Amazonia Vegetation and Climate Interactions**. New York, John Wiley and Sons. 1987.

MONTOYA, A.D.V.; LIMA, A.M. de M.; ADAMI, M. Mapeamento e Análise Temporal da Paisagem no Entorno do Reservatório de Tucuruí-PA. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**. v. 412, n.2. p. 553-567. 2018. Disponível em: <<http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/anigeo/article/view/13013>> Acesso em 25 mar. 2020. doi: http://dx.doi.org/10.11137/2018_2_553_567

MORAES, B. C.; COSTA, J. M. N.; COSTA, A. C. L.; COSTA, H. M. Variação espacial e temporal da precipitação no Estado do Pará. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 35, n. 2, p. 207-214, Jun. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672005000200010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 20 mar. 2020. doi: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672005000200010>.

NORONHA, G. C.; HORA, M. de A. G. M.; SILVA, L. P. Análise do Índice de Anomalia de Chuva para a Microbacia de Santa Maria/Cambiocó, RJ. **Revista**

Brasileira de Metereologia, São Paulo , v. 31, n. 1, p. 74-81, mar. 2016 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-77862016000100074&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 30 mar. 2020. doi: <https://doi.org/10.1590/0102-778620140160>.

RIBEIRO, R.P.; MACIEL, A.S.Q.de A. Análise do índice de anomalia de chuva na microrregião de Vitória de Santo Antão – Pernambuco. **Revista GeoNordeste**, São Cristóvão, n. 2, p. 89-106, Jul./Dez. 2018. ISSN: 2318-2695. Disponível em: <https://seer.ufs.br/index.php/geonordeste/article/view/9210> Acesso em 30 mar. 2020.

ROOY, M. P.V. **A Rainfall Anomaly Index Independent of Time and Space**. Notes, v.14, p.43,1965.

SANCHES, F.; FISCH, G. As possíveis alterações microclimáticas devido a formação do lago artificial da hidrelétrica de Tucuruí -PA. **Acta Amazônica**., Manaus, v. 35, n. 1, p. 41-50, 2005. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S004459672005000100007&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 19 mar. 2020. doi: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672005000100007>.

SANTOS, C. A. C. dos; MELO, M. M. M. S.; BRITO, J. I. B. de. Tendências de Índices de Extremos Climáticos para o Estado do Amazonas e suas Relações com a TSM dos Oceanos Tropicais. **Revista Brasileira de Meteorologia**. São Paulo , v. 31, n. 1, p. 1-10, mar. 2016. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-77862016000100001&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 30 mar. 2020.

ZAVATTINI, J. A.; BOIN, M. N. Climatologia geográfica: teoria e prática de pesquisa. Campinas, SP: Alínea, 2013. 151 p.

ZANGALLI JUNIOR, P. C. A natureza do clima e o clima das alterações climáticas . **Revista Brasileira de Climatologia**, [S.l.], v. 26, mar. 2020. ISSN 2237-8642. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/68155/40420>>. Acesso em: 09 jun 2020. doi:<http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v26i0.68155>.