II CONGRESSO AMAZÔNIAS: AMBIENTES, TERRITÓRIOS E DESENVOLVIMENTO – COAM
Mudanças climáticas e resiliências amazônicas
4, 5 e 6 de setembro de 2023
Belém – Pará – Brasil

EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA E ESTIAGEM NA SUB-BACIA 24 DA REGIÃO HIDROGRÁFICA TOCANTINS-ARAGUAIA

Roberta Bitencourt dos Santos[1]; André dos Santos Araújo [2]; Carlos Eduardo Moraes Jorge[3]; Glauber Epifanio Loureiro[4]

RESUMO: O Brasil é um país que possui um clima tropical, ocasionando temperaturas elevadas durante certos períodos do ano e aumentando no verão. Entretanto, em alguns anos esse clima acaba se alterando por conta da precipitação ou estiagem, o que acaba interferindo no desempenho dos elementos que integram a qualidade ambiental. Diante disso, o objetivo principal desse trabalho é analisar os eventos extremos de precipitação pluviométrica e estiagem na sub-bacia 24 região do Alto Rio Araguaia, pertencente à bacia Hidrográfica Tocantins, localizada nos estados do Mato Grosso (MT) e Goiás (GO), através de investigação e observação do comportamento mensal e anual da precipitação, distinguindo a variabilidade dos períodos de estiagem e chuvosos da área examinada em uma série histórica de 30 anos (1988-2017) por meio do Índice Padronizado de Estiagem Pluviométrica (IESP), que trata das variabilidades da precipitação diante de dados de um longo período. Para a construção deste trabalho, foi utilizada uma abordagem quantitativa dentro de uma perspectiva descritiva. Os dados pluviométicos utilizados na pesquisa foram disponibilizados pela Agência Nacional de Águas e Saneamento (ANA). Os resultados obtidos através do IESP, apresentaram anomalias de precipitação pluviométrica entre os meses de abril a outubro com média de 32,2 mm, ao contrário do período chuvoso que ocorreu entre os meses de novembro a março, obtendo a média de 1.279,5 mm, caracterizadas pelo clima tropical semiúmido da região Centro-Oeste. Por meio dos ENOS foi possível identificar os fenomenos de El Niño e La Niña nas regiões da sub-bacia 24.

PALAVRAS-CHAVE:. Variabilidade pluviométrica, impactos ambientais, agricultura.

EXTREME RAINFALL AND DRY PRECIPITATION EVENTS IN SUB-BASIN 24 OF THE TOCANTINS-ARAGUAIA HYDROGRAPHIC REGION

ABSTRACT: Brazil is a country that has a tropical climate, causing high temperatures during certain periods of the year and increasing in the summer. However, in some

[1] Engenharia Ambiental e Sanitária, UEPA, roberta.bitsantos@aluno.uepa.br
[2] Engenharia Ambiental e Sanitária, UEPA, andre.araujoamb@gmail.com
[3] Engenharia Ambiental e Sanitária, UEPA, carlosjorge.amb@gmail.com
[4] Mestre, Instituição, epfanio@uepa.br

years this climate ends up changing due to precipitation or drought, which ends up interfering with the performance of the elements that make up the environmental quality. In view of this, the main objective of this work is to analyze the extreme events of rainfall and drought in the sub-basin 24 region of the Alto Rio Araguaia, belonging to the Tocantins Hydrographic Basin, located in the states of Mato Grosso (MT) and Goiás (GO), through investigation and observation of the monthly and annual behavior of precipitation, distinguishing the variability of the dry and rainy periods of the area examined in a historical series of 30 years (1988-2017) through the Standardized Index of Pluviometric Drought (IESP), which deals with the variability of precipitation in the face of long-term data. For the construction of this work, a quantitative approach within a descriptive perspective was used. The rainfall data used in the research were provided by the National Water and Sanitation Agency (ANA). The results obtained through the IESP, showed anomalies of rainfall between the months of April to October with an average of 32.2 mm, unlike the rainy period that occurred between the months of November to March, obtaining an average of 1,279.5 mm, characterized by the semi-humid tropical climate of the Midwest region. Through ENSO, it was possible to identify the El Niño and La Niña phenomena in the regions of sub-basin 24.

KEYWORDS: Rainfall variability, environmental impacts, agriculture.

EVENTOS EXTREMOS DE LLUVIA Y PRECIPITACIÓN SECO EN LA SUBCUENCA 24 DE LA REGIÓN HIDROGRÁFICA TOCANTINS-ARAGUAIA

RESUMEN: Brasil es un país que tiene un clima tropical, provocando altas temperaturas durante ciertas épocas del año y aumentando en el verano. Sin embargo, en algunos años este clima acaba cambiando debido a las precipitaciones o la sequía, lo que acaba interfiriendo en el desempeño de los elementos que componen la calidad ambiental. Ante esto, el principal objetivo de este trabajo es analizar los eventos extremos de lluvias y sequías en la región de la subcuenca 24 del Alto Río Araguaia, perteneciente a la Cuenca Hidrográfica de Tocantins, ubicada en los estados de Mato Grosso (MT) y Goiás (GO), a través de la investigación y observación del comportamiento mensual y anual de la precipitación, distinguiendo la variabilidad de los períodos secos y lluviosos del área examinada en una serie histórica de 30 años (1988-2017) a través del Índice Estandarizado de Sequía Pluviométrica (IESP), que se ocupa de la variabilidad de la precipitación ante datos de largo plazo. Para la construcción de este trabajo se utilizó un enfoque cuantitativo dentro de una perspectiva descriptiva. Los datos de precipitaciones utilizados en la investigación fueron proporcionados por la Agencia Nacional de Agua y Saneamiento (ANA). Los

resultados obtenidos a través del IESP, arrojaron anomalías de precipitaciones entre los meses de abril a octubre con un promedio de 32,2 mm, a diferencia del periodo lluvioso que se presentó entre los meses de noviembre a marzo, obteniendo un promedio de 1.279,5 mm, caracterizado por la semi -clima tropical húmedo de la región del Medio Oeste. A través de ENSO se logró identificar los fenómenos de El Niño y La Niña en las regiones de la subcuenca 24.

PALABRAS CLAVES: Variabilidad de las precipitaciones, impactos ambientales, agricultura.

INTRODUÇÃO

Iuri Gagarin, astronaura Russo, denominou a terra como planeta azul em 1961 quando a viu do espaço. A água que envolve cerca de 70% da superfície terrestre é um líquido de extrema importância para a continuação da vida na terra, uma vez que ela tem o ciclo hidrológico, que ajuda a regular o clima, abastece os lençóis freáticos e aquiféros, e melhora a vida do homem e das plantas.

De acordo com Sette (2021), a região Centro-Oeste, localiza-se na porção central do território brasileiro, e possui dois tipos de climas predominantes: o Clima Tropical Continental e o Clima Equatorial Continental, onde o estado de Goiás (GO) é composto pelo Cerrado e o Mato Grosso (MT) é integrado com a Floresta Amazônica.

Segundo Rattis et al. (2009), o Centro-Oeste já perdeu cerca de 28% de suas áreas agricultúraveis para a produção de soja e milho, que é o que mais produz para o país. Isso se dá pelo fato dessas áreas não estarem ideias para o cultivo desses grãos, uma vez que foram comprometidas pela mudança climática tendo muita umidade ou seca excessiva.

Para Barcellos et al. (2009), as alterações no meio ambiente acabam intensificando as doenças infecciosas por meio do desajuste dos ecossistemas e os ciclos biogeoquímicos, um exemplo seria a dengue, doença contraída pela picada do

mosquito. Portanto, nota-se que para o meio social, os impactos da variações climáticas atinge o Centro-Oeste como um todo, tanto em saúde pública, economia e o bem estar social.

A importância de analisar a sub-bacia 24 se dá pois o principal fator climático que altera o clima dessa região é a continentalidade, pois o Centro-Oeste localiza-se na porção central da América do Sul e isso acaba gerando invernos secos e verões chuvosos e quentes. Em relação à vegetação, essa região possui o Cerrado, o Pantanal e uma pequena faixa de Floresta Amazônica.

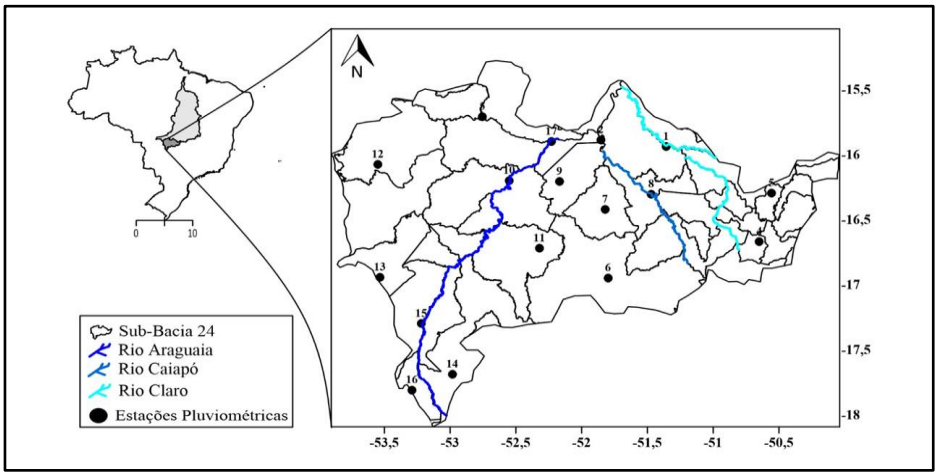
Perante o exposto, o objetivo principal desse trabalho é analisar e avaliar a variabilidade pluviométrica na sub-bacia 24 – Tocantins, entre os Rios Araguaia, Caiapó e Claro, pertinente à bacia hidrográfica Tocantins-Araguaia, por meio de dados e estudos do comportamento mensal e anual da precipitação, determinando a variabilidade dos períodos secos e chuvosos da área estudada e relacionando com o IESP e ENOS em uma série histórica que acarretou 30 anos (1988-2017).

MATERIAL E MÉTODOS

A Região Hidrográfica Tocantins-Araguaia, a qual é localizada em três regiões do Brasil, como na região Norte, nos estados do Pará (PA) e Tocantins (TO), na região Centro- Oeste, nos estados de Goiás (GO), Mato Grosso (MT) e Distrito Federal (DF), e na região Nordeste, no estado do Maranhão (MA), tem como extensão territorial uma área de aproximadamente 960 mil km², drenando cerca de 11% do território nacional.

A área de estudo, que se encontra dentro da região citada, corresponde a sub-bacia-24 Hidrográfica Tocantins, entre os Rios Araguaia, Caiapó e Claro (Figura 1) ocupa-se na região Centro-oeste, mais precisamente nos estados de Goiás (GO) e Mato Grosso (MT), onde o Rio Araguaia nasce nos municípios de Mineiros (GO) e Alto Taquari (MT), fazendo uma divisa natural entre os estados mencionados.

Figura 1. Localização das estações pluviométricas na sub-bacia hidrográfica 24.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A sub-bacia 24 abrange 17 municípios e cada um contém um posto pluviométrico, onde estão instalados os pluviômetros. O pluviômetro é um instrumento utilizado por meteorologistas e hidrólogos, onde sua função é medir em milímetro (mm) a quantidade de precipitação de uma região para se obter análises de intensidade, quantidade e período da chuva.

O método de pesquisa utilizado para a produção desse trabalho foi quantitativo, no início dos tratamentos dos dados foi realizado a tabulação desses dados pluviométricos, referentes as estações pluviométricas localizadas ao longo da área de estudo, disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA), no portal Sistema de Informações Hidrológicas (HidroWeb). As 17 estações pluviométricas selecionadas se encontram listados na Tabela 1.

Tabela 1. Relação e localização das estações pluviométricas utilizados na pesquisa

N°	Código	Estações Pluviométicas	Município	UF	Latitude (S)	Longitude (W)
1	1551001	Montes Claros de Goiás	Montes Claros de Goiás	GO	-15,940800	-51,357200
2	1551002	Peres	Aragarças	GO	-15,890000	-51,853600
3	1552001	General Carneiro	General Carneiro	MT	-15,711100	-52,754400
4	1650000	Cachoeira de Goiás	Cachoeira de Goiás	GO	-16,669400	-50,649200
5	1650001	Córrego do Ouro	Córrego do Ouro	GO	-16,298300	-50,556700
6	1651000	Caiapônia	Caiapônia	GO	-16,949700	-51,799400
7	1651002	Piranhas	Piranhas	GO	-16,423300	-51,822800
8	1651003	São Ferreira	Arenópolis	GO	-16,305800	-51,470600
9	1652000	Bom Jardim de Goiás	Bom Jardim de Goiás	GO	-16,209200	-52,168600
10	1652002	Torixoréu	Torixoréu	MT	-16,201400	-52,550000
11	1652003	Doverlândia	Doverlândia	GO	-16,721700	-52,321100
12	1653000	Tesouro	Tesouro	MT	-16,077800	-53,549400
13	1653004	Alto Garças	Alto Garças	MT	-16,944200	-53,533600
14	1752002	Faz. São Bernardo	Mineiros	GO	-17,688900	-52,983300
15	1753000	Alto Araguaia	Alto Araguaia	MT	-17,300000	-53,219400
16	1853000	Fazenda Taquari	Alto Taquari	MT	-17,810000	-53,290000
17	83368	Aragarças	Aragarças	GO	-15,900000	-52,230000

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Para a análise do regime pluviométrico e a identificação da normal climatológica dos períodos secos e úmidos na sub-bacia 24-Tocantins, entre Rios Araguaia, Caiapó e Claro, no Centro Oeste Brasileiro, foi utilizado a metodologia do Índice Padronizado de Estiagem Pluviométrica (IESP) através do software *SPIGenerator*.

Para Siqueira & Nery (2015), o IESP é uma metodologia muito importante para diversas áreas de estudos e pesquisas, uma vez que se trata de um índice que contém variabilidade da precipitação, necessitando de uma série histórica, boa base de dados e estações meteorológicas para se obter resultados concretos. Logo, foram inseridos dados pluviométricos da sub-bacia 24 em uma série histórica de 30 anos (1988-2017).

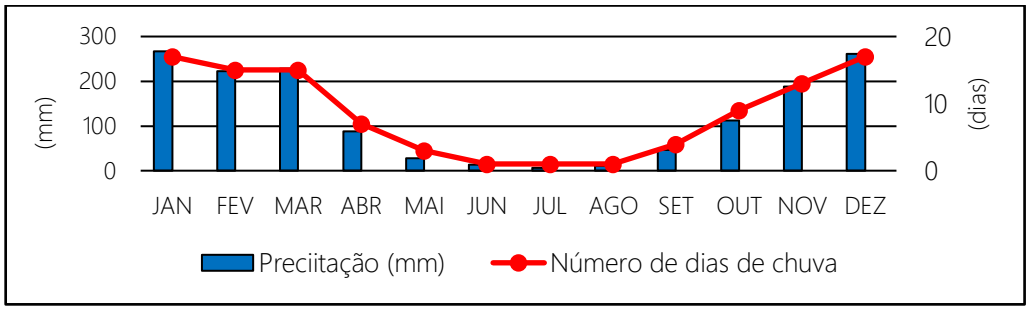
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os gráficos, quadros, tabelas e mapas a seguir retratam as médias pluviais mensais e anuais, o número de dias chuvosos e o acumulado de chuvas durante o período chuvoso e de estiagem, valores de dispersão entre as medias mensais totais, e análises dos períodos úmidos e de desprovimento de precipitação na sub-bacia 24-

Tocantins Araguaia, entre os Rios Araguaia, Caiapó e Claro. Estas, auxiliam tanto na análise do regime pluviométrico da área de estudos, quanto na variabilidade temporal e espacial.

No que se refere a variabilidade climática na sub-bacia 24-Tocantins Araguaia, entre os Rios Araguaia, Caiapó e Claro, no gráfico 1 é apresentado as médias das alturas pluviométricas mensais em comparação com o número de dias com chuva, entre os anos de 1988 até 2017.

Gráfico 1. Médias das alturas pluviométricas mensais e dias com chuva da sub-bacia 24-Tocantins Araguaia, entre Rios Araguaia, Caiapó e Claro (1988-2017).



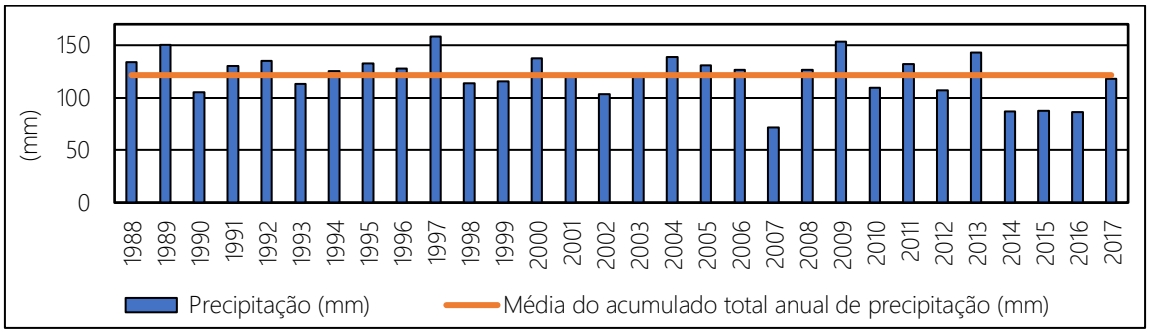
Fonte: ANA/Hidro Web (2016). Org.: Autores (2023).

Analisando o gráfico 1, verifica-se que a estação chuvosa na bacia ocorre entre novembro até março, ao contrário disso a estiagem vai de abril a outubro. Os meses que abrangem os maiores índices totais de precipitação são janeiro e dezembro, cingindo 267,22 mm e 261,43 mm, ambas possuindo o mesmo número de dias de chuva igual a 17 dias.

Por outro lado, os meses com os menores índices pluviométricos totais, ocorre nos meses de junho, julho e agosto com 14 mm, 6,37 mm e 9,8 mm, respectivamente, tendo aproximadamente apenas 1 dia chuvoso. Deste modo, observa-se que, os números totais de dias com chuvas acompanham a mesma dinâmica da variabilidade média dos volumes precipitados no decorrer do ano.

O acumulado total anual de chuvas entre os anos da série histórica (1988 a 2017) pode ser examinado no gráfico 2. Destes, 9,1% dos anos apresentaram valores anuais médios de precipitação abaixo da média anual, variando de 71,9 mm a 87,6 mm. Enquanto 59,9% dos anos, demarcaram valores anuais médios de precipitação acima da média anual, oscilando de 158,4 mm a 125,1 mm. Verifica-se ainda que, a amplitude anual variou entre 71,9 mm (2007) a 158,4 (1997).

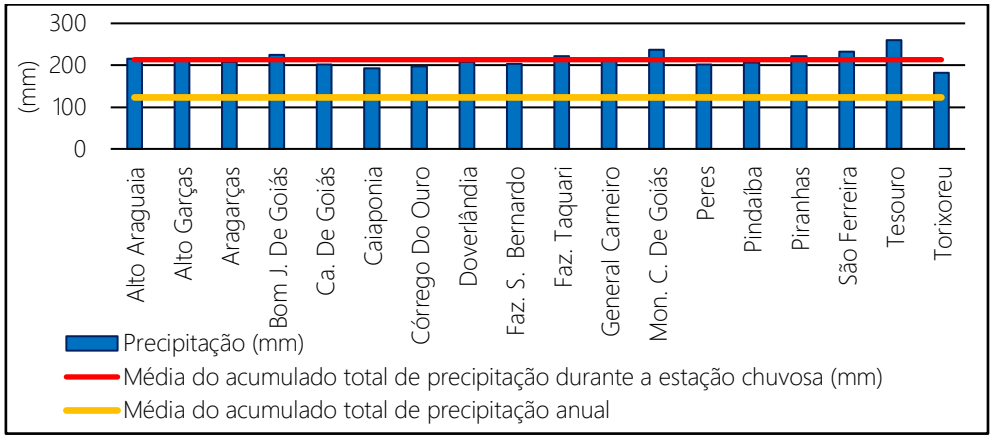
Gráfico 2. Precipitação Média sub-bacia 24 -Tocantins Araguaia, entre Rios Araguaia, Caiapó e Claro (1988-2017).



Fonte: ANA/Hidro Web (2016). Org.: Autores (2023).

O gráfico 3 apresenta os volumes pluviométricos acumulados da estação chuvosa (novembro a março). Constata-se que para o supracitado período a média total de chuva acumulado é de 213,26 mm, com variação de 78 mm entre a maior média registrada, Tesouro (MT) com 259,7 mm e a menor média, Torixoréu (MT) com 181,2 mm.

Gráfico 3. Acumulado de precipitação durante a estação chuvosa (novembro a março) na sub-bacia 24- Tocantins Araguaia, entre Rios Araguaia, Caiapó e Claro (1988-2017).



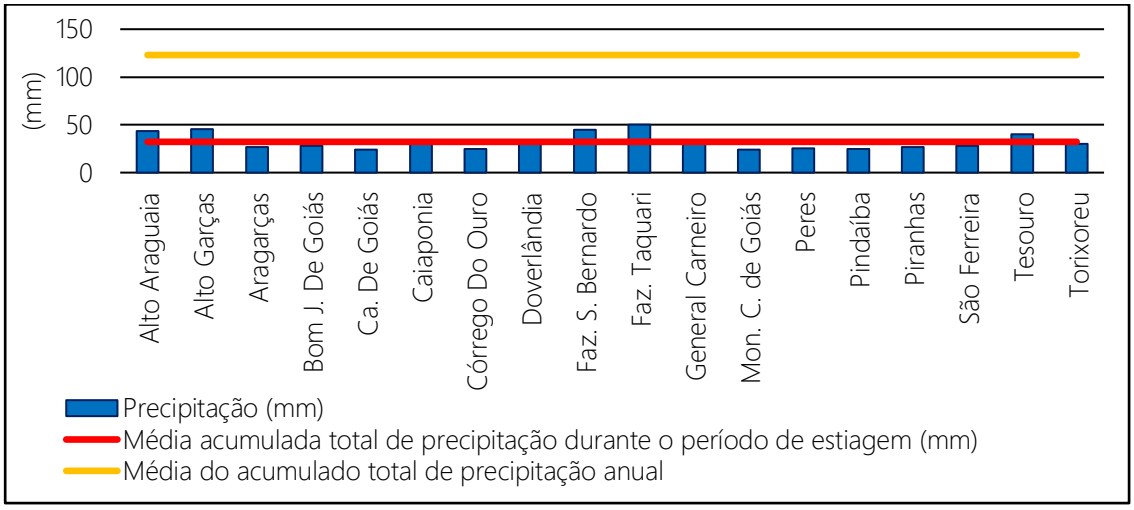
Fonte: ANA/Hidro Web (2016). Org.: Autores (2023).

No que se refere aos valores obtidos do acumulado de precipitação na estação chuvosa, as estações pluviométricas: Alto Araguaia (MT), Bom Jardim de Goiás (GO), Fazenda Taquari (MT), General Carneiro (MT), Montes Claros de Goiás (GO), Piranhas (GO), São Ferreira (GO), e Tesouro (MT)– 8 estações–, obtiveram valores superiores do acumulado.

Por outro lado, as estações: Caiapônia (GO), Córrego do Ouro (GO), e Torixoréu (MT)– 3 estações –, apresentaram valores menores que o do acumulado. As demais estações que não foram citadas se mantiveram com os valores próximos da média.

O gráfico 4 apresenta os volumes pluviométricos acumulados do período de estiagem, que vai de abril a outubro. Nota-se que, para o citado período, a média total de chuva é de 32,17 mm, com variação de 26,14 mm entre a maior média registrada, Fazenda Taquari (MT) com 50,37 mm e a menor média, Montes Claros de Goiás (GO) com 24,23 mm.

Gráfico 4. Acumulado de precipitação durante o período de estiagem (abril a outubro) 24 -Tocantins Araguaia, entre Rios Araguaia, Caiapó e Claro (1988-2017).



Fonte: ANA/Hidro Web (2016). Org.: Autores (2023).

No que diz respeito ao acumulado de precipitação durante o período de estiagem, as estações pluviométricas: Alto Araguaia (MT), Alto Garças ((MT), Fazenda São Bernardo (GO), Fazenda Taquari (MT), e Tesouro (MT) – 5 estações–, apresentaram valores acima da média mensal.

Já as estações pluviométricas: Aragarças (GO), Bom Jardim de Goiás (GO), Cachoeira de Goiás (GO), Córrego do Ouro (GO), Montes Claros de Goiás (GO), Peres (GO) e Piranhas (GO)- 7 estações–, registraram valores abaixo da média mensal. As demais estações: Caiapônia (GO), Doverlândia (GO), General Carneiro (MT), São Ferreira (GO) e Torixoréu (MT) – 5 estações – se mantiveram próximas aos valores da média mensal.

O Índice Padronizado de Estiagem Pluviométrica (IESP) é um método de constatar e classificar períodos secos e úmidos, precisando de uma série de dados de precipitação com um período de no mínimo 30 anos como base. O quadro 2 é referência para a constatação e classificação dos resultados obtidos do Índice Padronizado de Estiagem Pluviométrica, diante da série histórica de 1988 a 2017 na sub-bacia 24-Tocantis Araguaia, entre os rios Araguaia, Caiapó e Claro.

Quadro 1. Classificação dos valores do Índice Padronizado de Estiagem Pluviométrica (IESP).

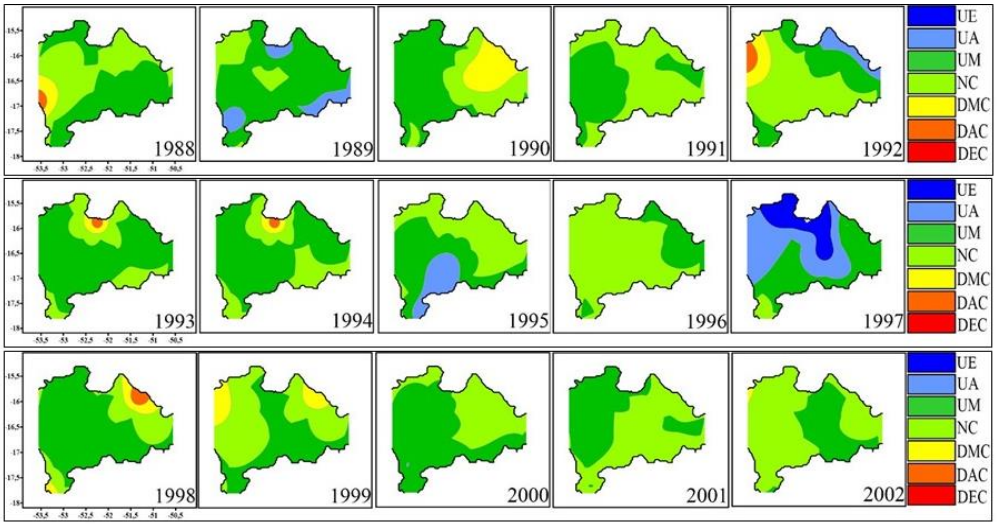
Valor SPI	Categorias	Cores Correspondentes
≥ 2,00	Umidade Extrema (UE)	
1,50 a 1,99	Umidade Alta (UA)	
1,00 a 1,49	Umidade Moderada (UM)	
0,99 a −0,99	Normal Climatológica (NC)	
−1,00 a −1,49	Déficit Moderado de Chuva (DMC)	
−1,50 a −1,99	Déficit Alto de Chuva (DAC)	
≤ −2,00	Déficit Extremo de Chuva (DEC)	

Fonte: McKee et al. (1993); Maciel, S. A. (2016). Org.: Autores (2023).

A priori, podemos observar que a Normal Climatológica (NC) com valores de IESP de 0,99 a −0,99, são ideais para a estiagem pluviométrica e esses valores podem variar desde Umidade Extrema (UE) até o Déficit Extremo de Chuva (DEC), causando anomalias sucessivas nos acumulados de chuva.

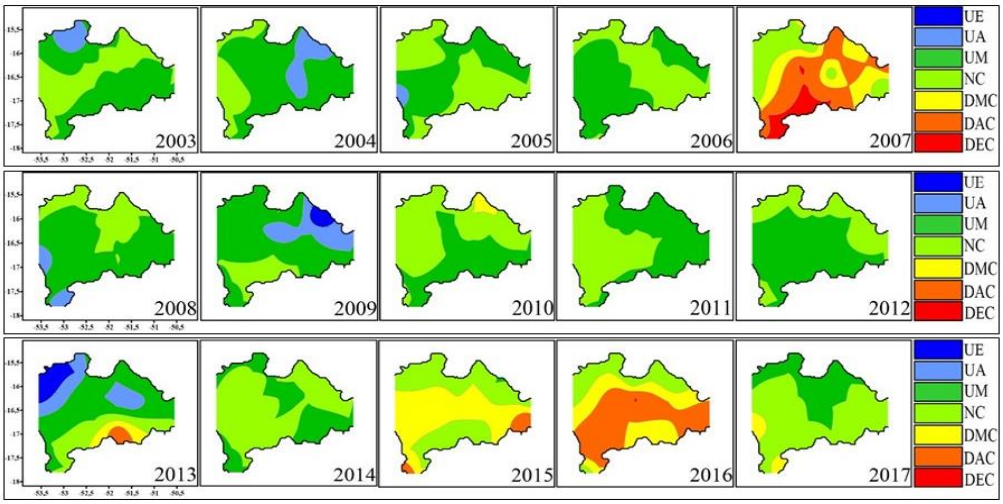
As Figuras 2 e 3, apresentam os valores de Índice Padronizado de Estiagem Pluviométrica (IESP) de 1988 até 2017 na sub-bacia 24-Tocantins, em uma escala de tempo de 12 meses permitindo a identificação das ocorrências de valores consideravelmente pequenos com Umidade Extrema em 1997, 2009 e 2013 em contrapartida de 2007 e 2016 com alto Déficit Extremo de Chuva e de 1996 e 2002 com Normalidade Climatologia em toda a sub-bacia. Vale ressaltar, também, que os anos de 1992 e 2013, obtiveram quase todas as categorias de variância do IESP.

Figura 2. Valores Índice Padronizado de Estiagem Pluviométrica (IESP) de 1988 a 2002[5].



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Figura 3. Valores Índice Padronizado de Estiagem Pluviométrica (IESP) de 2003 a 2017.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Para Matzenauer, Radin e Mafluf (2017), os ENOS retratam as variações de temperatura que ocorrem no oceano Pacífico Equatorial, onde quando está quente refere-se ao El Niño, e quando está mais frio que a média normal se remete a La Niña.

[5] Umidade Extrema (UE); Umidade Alta (UA); Umidade Moderada (UM); Normal Climatológica (NC); Déficit Moderado de Chuva (DMC); Déficit Alto de Chuva (DAC); e Déficit Extremo e Chuva (DEC).

Essas mudanças e variações de temperatura que ocorrem no oceano Pacífico Equatorial, afetam no comportamento da temperatura e precipitação a nível global.

Tabela 2. Ocorrência de ENOS (Fenômenos La Niña e El Niña), baseado em anos hidrológicos.

Fenômeno	Intensidade	Anos	IESP	Intensidade	Anos
El Niño	Forte	2007, 2015-2016	Déficit	Forte	2007, 2015-2016
	Moderada	1998, 1999 e 2013		Moderada	1998, 1999 e 2013
	Fraca	1988, 1992, 1993 e 1994		Fraca	1988, 1992, 1993 e 1994
La Niña	Forte	1989, 1997, 2009 e 2013	Umidade	Forte	1989, 1997, 2009 e 2013
	Moderada	1988,1991, 1992, 1995, 2000 e 2004		Moderada	1988,1991, 1992, 1995, 2000 e 2004
	Fraca	1994, 1996, 2006 e 2008		Fraca	1994, 1996, 2006 e 2008

Os fenômenos climáticos de El Niño são responsáveis pelo déficit da precipitação no inverno da região Centro Oeste do Brasil, como pode-se ver nos anos de 2007, 2015 e 2016. Por outro lado, o fenômeno La Niña traz uma elevação no regime pluviométrico na região Centro Oeste, localizada na sub-bacia hidrográfica Tocantins, entre os Rios Araguaia, Caiapó e Claro, esse aumento foi destacado no ano de 1997.

Silva (2000) denominou Fenômeno El Niño como fenômeno climático do século, onde, no Brasil, ele é responsável pelas chuvas intensas no Sul país e secas severas no Norte e Nordeste, trazendo também consequências para a economia brasileira.

Durante a ocorrência dos Enos, a região Centro-Oeste sofre com elevadas temperaturas, onde as atividades das células convectivas acabam aumentando e deixando a atmosfera instável, propício a fortes índices de precipitação pluviométrica, ventos fortes e precipitação de granizo.

Segundo Oliveira, Marcuzzo e Barros (2015), nas precipitações do Mato Grosso (MG) o fenômeno El Niño gera mais impacto do que o La Niña. Uma vez que a base da economia do Centro-Oeste gira em torno da agricultura e da pecuária, esses fenômenos atingem também a qualidade de vida das pessoas e o meio ambiente.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos, conclui-se que ocorre uma grande redução da precipitação pluviométrica entre os meses de abril a outubro, totalizando-se 7 meses de estiagem, a qual tem uma média de 32,17 mm do acumulado de precipitação durante o período citado. Em contrapartida, no período chuvoso entre os meses de novembro a março obtiveram uma média de 213,26 mm. Sendo a média do total de chuvas por ano calculada a partir dos dados históricos de 30 anos foi de 126 mm.

Nos dados do IESP das médias pluviométricas e dos dias de precipitação pluviométrica, possibilitaram a identificação dos anos tomados por variabilidades e/ou uniformidade dos períodos de seca ou umidade entre os anos de 1988 até 2017. Se destacando o ano de 2007, 2015 e 2016 com forte índice de déficit de precipitação pluviométrica em toda a sub-bacia, em contrapartida do ano de 1997 e 2009 que obteveram valores altos de índices pluviométricos.

A região do Centro-Oeste, principal produtoras de grão do país, tem como destaque total a produção de soja. Logo, podemos observar os resultados do IESP e associá-los a anomalias nos resultados das precipitações pluviométricas caracterizadas pela sazonalidade climática que estão atreladas ao aumento dos períodos de precipitação e a diminuição dos números de dias de chuva.

Logo, os estados do Mato Grosso (MG) e Goiás (GO) que tem a sua economia baseada na agricultura e pecuária, se tornam dependentes diretas do uso da água, o excesso, a falta ou a variabilidade da precipitação pluviométrica pode, ser na maioria dos casos, prejudicial para a economia, meio ambiente e para a população local.

REFERÊNCIAS

ANA- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Tocantins. 2016. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/sala-de-situacao/tocantins/saiba-mais-tocantins. Acesso em: 20 jun. 2023.

BARCELLOS, Christovam et al. Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. **Epidemiol. Serv. Saúde, Brasília**, v. 18, n. 3, p. 285-304, set. 2009. Disponível em http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679497420090003000011&lng=pt&nrm=iso. Acesso em 17 ago. 2023. http://dx.doi.org/10.5123/S1679-49742009000300011

MARIA SETTE, D. Os Climas do Cerrado do Centro-Oeste. **Revista Brasileira de Climatologia**, *[S. l.]*, v. 1, 2021. DOI: 10.5380/abclima.v1i1.25225. Disponível em: https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/1343. Acesso em: 25 jun. 2023.

MATZENAUER, R.; RADIN, B.; MALUF, J. R. T. O fenômeno ENOS e o regime de chuvas no Rio Grande do Sul. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v. 25, n. 2, p. 323-331, 2017. Disponível em: https://seer.sct.embrapa.br/index.php/agrometeoros/article/view/25510/14088. Acesso em: 25 jul. 2023.

McKEE, T.B.; DOESKEN, N.J.; KLEIST, J. The relationship of drought frequency and duration to times scale. In: **VIII Conference on Applied Climatology** Boston. American Meteorological Society, p. 179-184, 1993.

OLIVEIRA, N.; de L. MARCUZZO, F.; F. N. BARROS, R. G. Influência do El Niño e La Niña no número de dias de precipitação pluviométrica no Estado do Mato Grosso. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 284-297, 2015. Disponível em: http://rigeo.cprm.gov.br/bitstream/doc/15045/1/Marcuzzo_%20Ciencia_natura.pdf. Acesso em: 25 jul. 2023.

Rattis, L. Brando, P. M. Macedo, M. N. et al. Limite climático para a agricultura no Brasil. *Nat. Clim. Chang*. **11**, 1098–1104 (2021). https://doi.org/10.1038/s41558-021-01214-3.

SILVA, J. F. da. Centro-Oeste. In:__. **El Niño, o fenômeno climático do século.** Thesaurus: 2000, p. 65. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=p9B2cYU__mcC&lpg=PA6&hl=pt-BR&pg=PP1#v=onepage&q&f=false. Acesso em: 25 jul. 2023.

SIQUEIRA, B.; NERY, J. Aplicação e Análise do Índice Padronizado de Precipitação no Circuito das Águas Paulista. **Revista Brasileira de Climatologia**. v. 16, p. 93- 107, 2015.