



## INFLUÊNCIA DE FENÔMENOS CLIMÁTICOS SOBRE O REGIME DE VAZÕES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAPAJÓS

### INFLUENCE OF CLIMATE PHENOMENA ON THE FLOW REGIME IN THE TAPAJÓS RIVER WATERSHED

Eduarda Silva de Sousa<sup>1</sup>; Vanessa Conceição dos Santos<sup>1</sup>; Carlos Eduardo Aguiar de Souza Costa<sup>1</sup>

Artigo recebido em: 21/12/2021 e aceito para publicação em: 13/03/2022.

DOI: <http://doi.org/10.14295/holos.v22i1.12464>

**Resumo:** O monitoramento de eventos hidrológicos e a análise da variabilidade espaço-temporal da precipitação são instrumentos significativos no gerenciamento hídrico, bem como identificar alguns sistemas climáticos e fenômenos, observando como estes influenciam nas precipitações pluviométricas, a exemplo o El Niño. O El Niño Oscilação Sul (ENOS) e o Dipolo Atlântico, que são os principais fenômenos que exercem influência sobre a hidrologia na região amazônica. O presente trabalho possui como objetivo analisar a influência desses fenômenos climáticos sobre o regime de vazões, obtidos por meio de curvas de permanência, na Bacia Hidrográfica do Rio Tapajós. O Dipolo do Atlântico, foi determinado com base nos índices TNA (Tropical Northern Atlantic) e TSA (Tropical Southern Atlantic), uma vez que este fenômeno interfere diretamente no principal sistema atmosférico da região, a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Para análise dos ENOS, utilizou-se o índice de Oscilação do Niño (ION). As análises consistiram na aplicação dos métodos estatísticos correlação de Pearson e regressão linear, considerando a interação entre os valores de vazão e os índices climáticos. Deste modo, foi possível verificar a influência dos ENOS e Dipolo do Atlântico sobre o regime fluvial da Bacia.

**Palavras-chave:** El Niño. La Niña. Dipolo do Atlântico. Correlação.

**Abstract:** Monitoring hydrological events and analyzing the spatial and temporal variability of rainfall are significant instruments in water management. The El Niño Southern Oscillation (ENSO) and the Atlantic Dipole are the main phenomena that have a strong influence on hydrology in the Amazon region. The present work aims to analyze the influence of these climatic phenomena on the flow regime, obtained through permanence curves, in the Tapajós River Basin. The Atlantic Dipole was determined based on the TNA (Tropical Northern Atlantic) and TSA (Tropical Southern Atlantic) indices, since this phenomenon directly interferes in the main atmospheric system of the region, the Intertropical Convergence Zone (ITCZ). For ENSO analysis, the Niño Oscillation Index (ONI) was used. The analyzes consisted of the application of statistical methods Pearson's correlation and linear regression, considering the interaction between flow values and climatic indices. In this way, it was possible to verify the influence of ENSO and Atlantic Dipole on the river basin regime.

**Keywords:** El Niño. La Niña. Atlantic Dipole. Correlation.

<sup>1</sup> Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, PA. E-mails ([eduarda.sousa@tucurui.ufpa.br](mailto:eduarda.sousa@tucurui.ufpa.br), [vanessacs@ufpa.br](mailto:vanessacs@ufpa.br), [eduardoaguiarsc@hotmail.com](mailto:eduardoaguiarsc@hotmail.com))

## 1 INTRODUÇÃO

Fatores referentes à interação das condições climáticas e a fisiologia de uma bacia hidrográfica são determinantes para o regime fluvial de um rio (LÓPEZ-MORENO *et al.*, 2011; CAPOZZOLI *et al.*, 2017; ASHRAF *et al.*, 2022). O monitoramento de fenômenos hidrológicos e a análise da variabilidade espaço-temporal da precipitação são instrumentos significativos no gerenciamento de recursos naturais (GURJÃO *et al.*, 2012). Além disso, uma importante ferramenta para minimizar os efeitos negativos de eventos extremos sobre regimes hidrológicos, é ter conhecimento sobre alguns sistemas climáticos que influenciam nas precipitações pluviométricas e algumas de suas anomalias.

Um dos principais fenômenos que ocorrem por todo o globo terrestre e que exercem forte influência sobre o regime de precipitações trata-se do El Niño Oscilação Sul (ENOS) (ROPELEWSKI e HALPERT, 1987). O El Niño é marcado pela diminuição da intensidade dos ventos alísios, concedendo às águas do oceano pacífico temperaturas mais elevadas, além de influenciar no posicionamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que tende a ficar posicionada mais ao norte (FERREIRA e MELLO, 2005). De modo contrário, Chen *et al.* (2015) apontam que em períodos marcados pela ocorrência de La Niña, os ventos alísios se fortalecem, proporcionando o reaparecimento de águas mais geladas à superfície do mar.

Na bacia amazônica é observado, considerando precipitação e vazão, que os anos em que ocorrem El Niño possuem um menor índice pluviométrico em comparação aos períodos de ocorrência de La Niña (COELHO *et al.*, 2012). Outro fenômeno que exerce influência no posicionamento da ZCIT é o Dipolo Atlântico. A ocorrência deste evento é resultante da diferença de temperatura entre o Oceano Atlântico Equatorial Norte e Sul, onde um aquecimento do Atlântico Tropical Norte relativo ao Sul leva a uma mudança para o norte da ZCIT, ocasionando na diminuição das precipitações pluviométricas na região amazônica. Em contrapartida, um acréscimo da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) do Atlântico Equatorial Sul em relação ao norte leva a formação de chuvas mais intensas (FU *et al.*, 2001).

Diante do exposto, o presente estudo possui como objetivo analisar a influência dos fenômenos climáticos ENOS e Dipolo Atlântico sobre o regime de vazões, obtidos por meio de curvas de permanência, nas sub-bacias que compõem a Bacia

Hidrográfica do Rio Tapajós. A presente pesquisa justifica-se pelo número pequeno de trabalhos analisando diretamente a relação entre os índices que ditam a ocorrência de fenômenos climáticos com dados de vazões. Tais estudos vêm ganhando cada vez mais atenção da comunidade científica mundial, acarretando uma série de discussões e preocupações relacionadas aos impactos que podem ser causados também pelas mudanças climáticas, principalmente pela falta de políticas de adaptação e mitigação.

Assim, com os dados poder-se-á prever valores maiores ou menores de vazão, conhecendo-se a variação das anomalias climáticas. E, se tendências de mudanças climáticas forem percebidas, ações de prevenção ou remediação poderão ser estabelecidas. Os dados também irão auxiliar futuros estudos na área de conservação de solos, planejamento para uso e ocupação do solo, prevenção de eventos extremos (inundações, grandes secas, etc.), gestão dos recursos hídricos e variações climáticas.

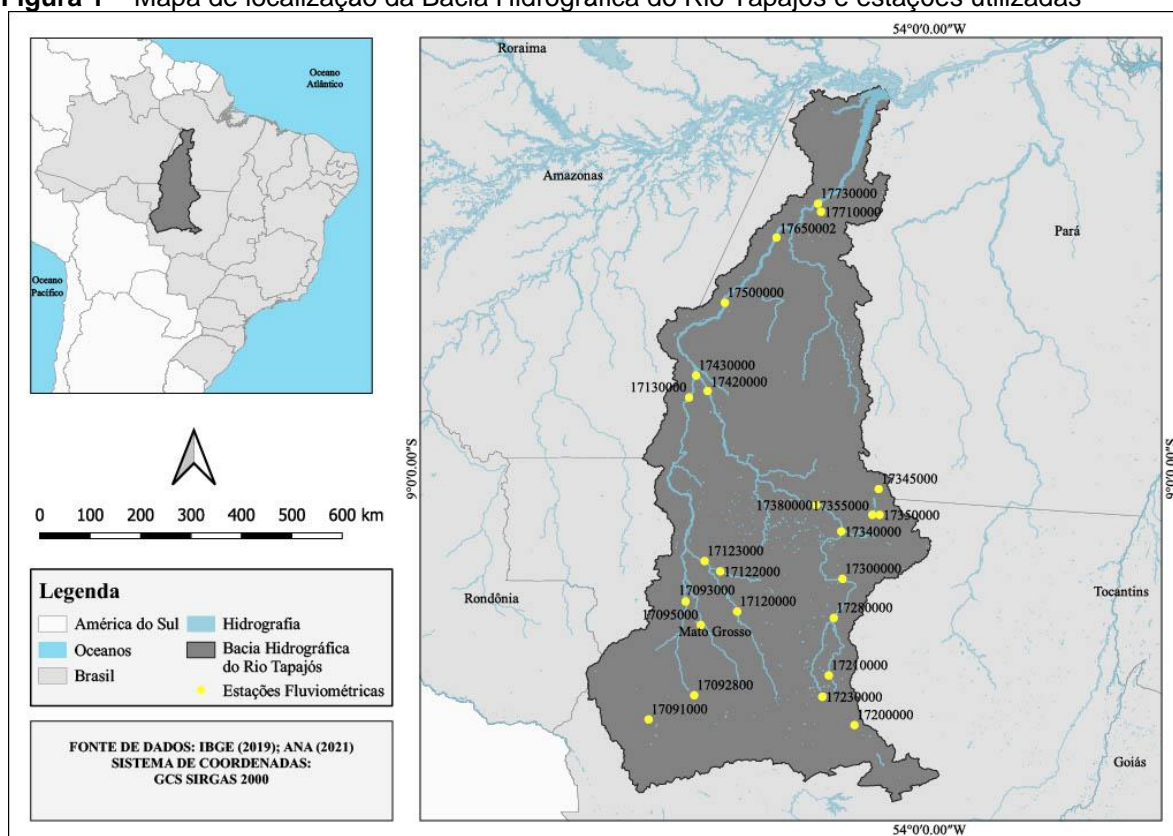
## **2 METODOLOGIA**

O presente trabalho teve como área de estudo a Bacia Hidrográfica do Rio Tapajós (BHRT), apresentada pela Figura 1. A BHRT possui uma área de drenagem de 493.200 km<sup>2</sup> e está localizada nos estados do Pará, Mato Grosso e uma pequena parcela no estado do Amazonas. Os rios afluentes principais do Tapajós denominam-se Juruena e Teles Pires (ANA, 2009). Os dados referentes às estações fluviométricas trabalhadas foram coletados junto ao banco de dados da Agência Nacional de Águas (ANA) via HIDROWEB, utilizando-se como critério de escolha a disponibilidade de séries históricas superiores a 10 anos de extensão, a partir do ano de 1974.

No que se refere aos dados relativos ao Índice Oceânico do Niño (ION) e aos índices climáticos Tropical Northern Atlantic (TNA) e Tropical Southern Atlantic (TSA), estes são oriundos da National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) considerando o período de 1950 a 2020.

Para alcançar os objetivos propostos neste estudo, elaborou-se, conforme o método proposto por ELETROBRÁS (2000), as respectivas curvas de permanência analisando as vazões máximas e mínimas com probabilidade de ocorrência para maiores e menores vazões os valores de 5% e 95% respectivamente.

**Figura 1** – Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio Tapajós e estações utilizadas



**Fonte:** Elaborado pelos autores.

A classificação e estratificação dos eventos ENOS conforme a sua intensidade teve como base os critérios apresentados pelo Golden Gate Service (2012), apresentados no Quadro 1.

**Quadro 1** - Classificação da Intensidade do Fenômeno ENOS.

Evento	Valor do ION (°C)	Intensidade
El Niño	≥1,5	Forte
	1 a 1,4	Moderado
	0,5 a 0,9	Fraco
Neutralidade	-0,4 a 0,4	Neutralidade
La Niña	-0,5 a -0,9	Fraco
	-1 a -1,4	Moderado
	≤-1,5	Forte

**Fonte:** Golden Gate Service (2012).

As fases do Dipolo do Atlântico foram obtidas a partir dos gradientes inter-hemisféricos (GIH) de Temperatura da Superfície do Mar (TSM), por meio da diferença entre o TNA-TSA. O método utilizado para determinação das fases do gradiente seguiu os critérios apresentados por Souza et al. (2005), no qual expõem que os anos

de Dipolo Positivo/Negativo ocorrem quando a diferença TNA-TSA evidencia valores consecutivos iguais/acima de 0,2 °C ou iguais/abaixo de -0,2 °C em pelo menos 4 meses.

Para se obter o grau de associação entre os valores de vazões mensais e os índices climáticos, realizou-se a Correlação de Correlação Pearson e análises de regressão linear, fazendo-se o cálculo para cada ano da série histórica.

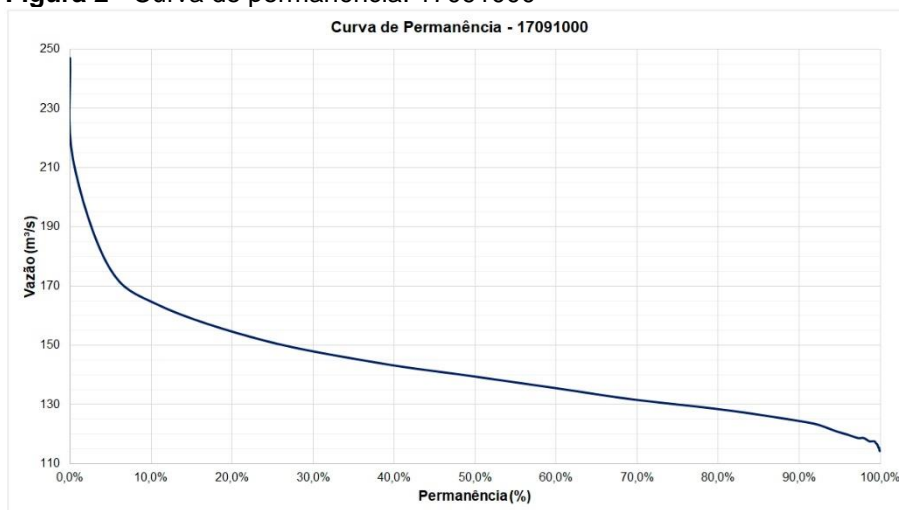
Valores do coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) entre 0,10 e 0,29 significam uma correlação fraca; valores entre 0,30 e 0,49 podem ser considerados como correlação moderada; e valores entre 0,50 e 1 podem ser interpretados como correlação forte (COHEN, 1988). Neste estudo, considerou-se a classificação proposta por Dancey e Reidy (2006), no qual é determinado uma correlação fraca para valores entre 0,10 e 0,39; correlação média de 0,40 a 0,69; e correlação forte de 0,70 a 1.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A partir do levantamento de informações sobre as estações fluviométricas localizadas na BHRT, pode-se obter dados de 24 postos fluviométricos localizados ao longo da área de estudo, conforme apresentado na Figura 1.

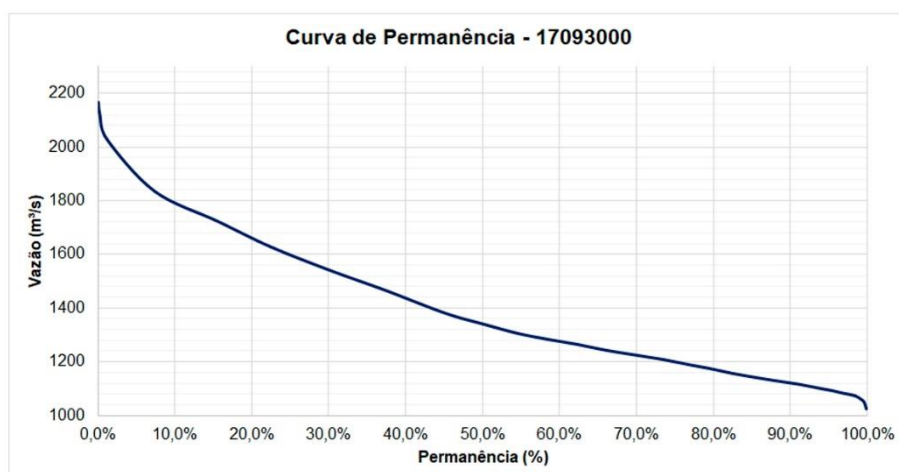
Para todas as estações foram geradas curvas de permanência. Em suma, a grande maioria das 24 curvas de permanência seguiam o padrão de comportamento semelhante ao apresentado nas Figuras 2 e 3. No entanto, uma estação fluviométrica apresentou comportamento atípico, se comparado as demais. Este é exposto na Figura 4.

**Figura 2 - Curva de permanência: 17091000**



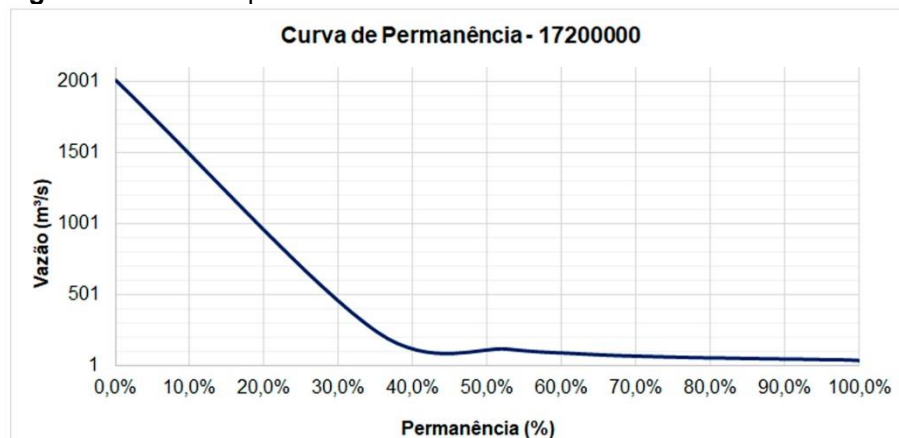
Fonte: Elaborado pelos autores.

**Figura 3 - Curva de permanência: 17093000**



Fonte: Elaborado pelos autores.

**Figura 4 - Curva de permanência: 17200000**



Fonte: Elaborado pelos autores.

Ao analisar os valores máximos e mínimos de vazão, considerando 5% e 95% da probabilidade de ocorrência dentro da série histórica, pode-se desprender que na grande maioria das estações os dias de máximas são agrupados durante os meses de janeiro a maio, enquanto as vazões mínimas encontram-se com maior frequência nos meses de agosto a outubro. Estas variações estão associadas aos regimes de chuva. Em períodos chuvosos, o escoamento superficial é significativo. Em períodos secos, a vazão dos rios é majoritariamente controlada pelo fluxo de base.

De modo geral, os dias de vazões máximas e mínimas seguem a tendência de se agruparem por semanas ou meses consecutivos ao longo da série histórica. No entanto, nas estações 1720000 e 17093000, esse comportamento não é seguido. Os valores de vazões máximas e mínimas não seguem uma sequência longa de dias consecutivos como o esperado.

De posse dos valores dos ION, tem-se que dentro do período de 71 anos analisados, foi possível observar que apenas 4 anos (1960, 1961, 1962 e 2013) foram considerados neutros, e nos 67 anos restantes ocorreram eventos El Niño ou La Niña e, dentre estes, vinte e seis anos classificados com intensidade forte para um ou outro.

No que se refere a determinação das fases do gradiente inter-hemisférico, o menor e maior período de ocorrência para os fenômenos de Dipolo Positivo (temperatura  $\geq 0,2$ ) foram 4 meses (anos de 1950, 1952, 1954, 1956, 1964, 1966, 1967, 2006, 2013, 2014, 2020) e de 20 meses (anos de 1957 a 1959), respectivamente. Tratando-se das anomalias de Dipolo Negativo (Temperatura  $\leq -0,2$ ), o menor e maior período de duração foram de 4 meses (anos de 1993 e 2002) e 35 meses (anos de 1972 a 1974), respectivamente.

A partir da aplicação do método estatístico para cada estação fluviométrica e analisando os dados a cada ano, obteve-se a frequência da intensidade anual do coeficiente  $r$  de Pearson. Ou seja, pôde-se verificar a quantidade de anos em que a correlação Vazão-ION ou Vazão-GIH se estabeleceu como fraca, moderada ou forte nos 24 postos fluviométricos trabalhados, conforme apresentado na Tabela 1.

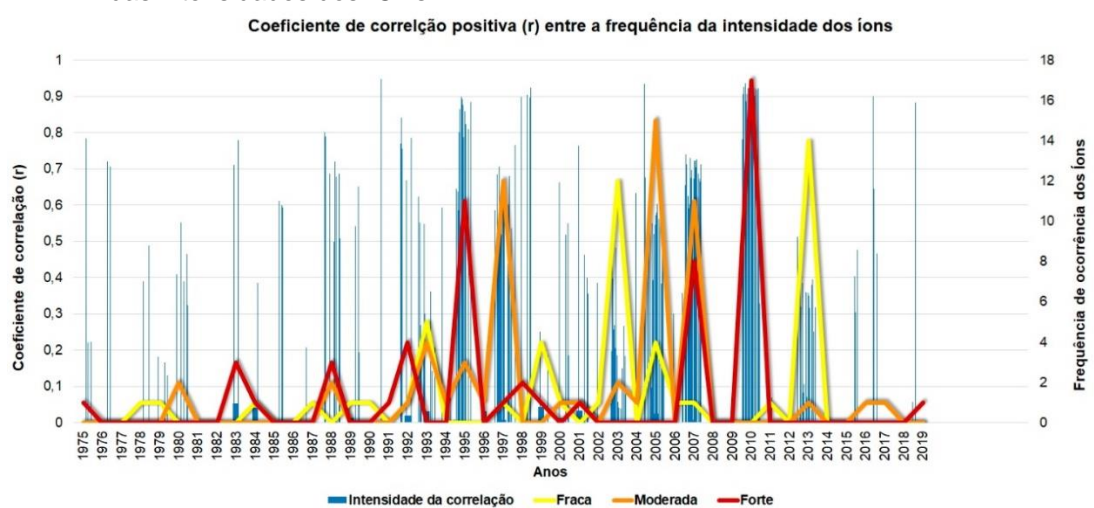
**Tabela 1** – Frequência do r de Pearson na estação fluviométrica de código 17091000.

	<b>Critério</b>	<b>ION</b>	<b>GIH</b>
<b>Positiva</b>	0,00 a 0,39	1	2
	0,40 a 0,69	5	2
	0,7 a 1	1	1
<b>Negativa</b>	0,00 a -0,39	5	4
	-0,40 a -0,69	5	9
	-0,7 a -1	5	4

Fonte: Autores (2021).

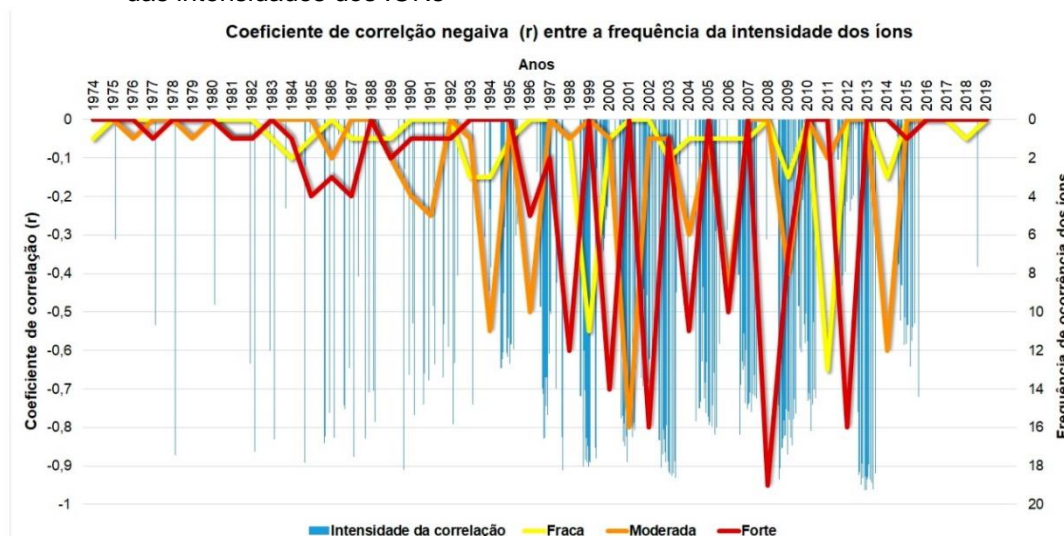
Ainda com base na análise da correlação de Pearson e na frequência das intensidades dos fenômenos climáticos, obteve-se os Gráficos relacionando as três variáveis, como exposto nas Figura 5, 6, 7 e 8.

**Figura 5** – Relação entre o coeficiente positivo de correlação de Pearson e a frequência das intensidades dos IONs



Fonte: Elaborado pelos autores.

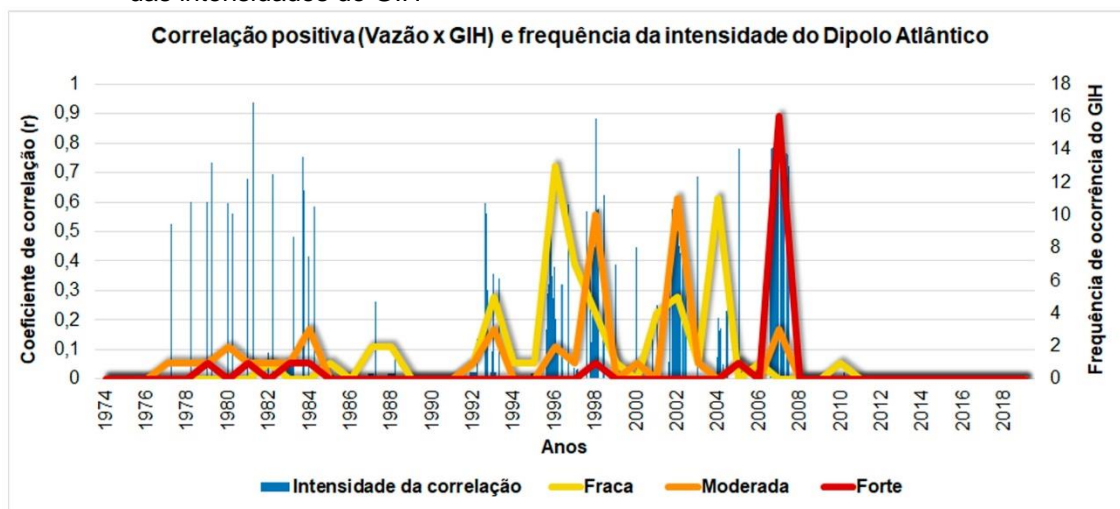
**Figura 6** – Relação entre o coeficiente negativo de correlação de Pearson e a frequência das intensidades dos IONs



Fonte: Elaborado pelos autores.

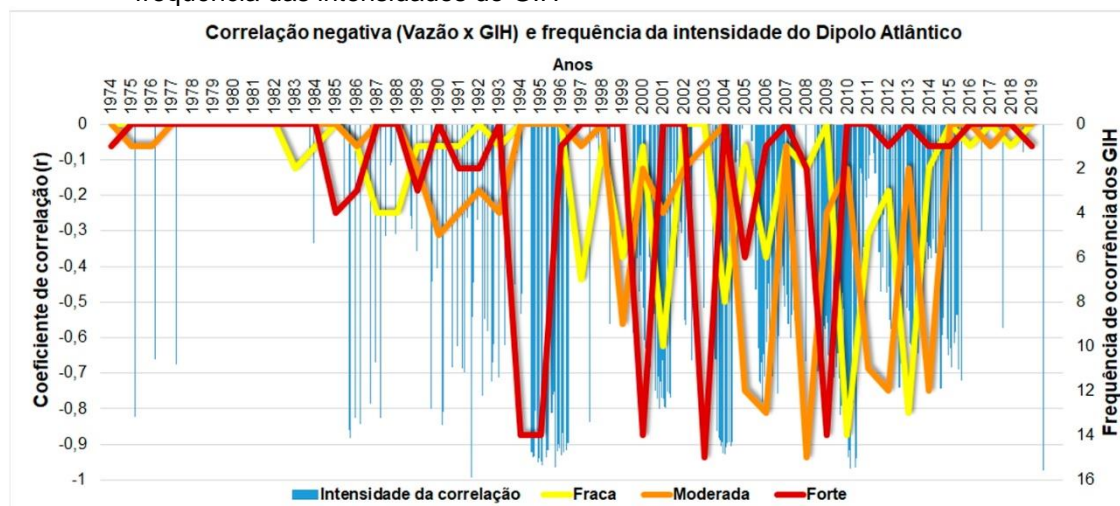


**Figura 7**– Relação entre o coeficiente positivo de correlação de Pearson e a frequência das intensidades do GIH



Fonte: Elaborado pelos autores.

**Figura 8** – Relação entre o coeficiente positivo de correlação de Pearson e a frequência das intensidades do GIH



Fonte: Elaborado pelos autores.

No que se refere a correlação Vazão-ION, a frequência de intensidade positiva moderada foi de 12 estações para o ano de 1997 e 12 postos com correlação negativa forte para o ano de 1998. De maneira similar, 19 postos fluviométricos apresentaram correlação negativa forte no período compreendido entre os anos de 2007 e 2008.

Além disso, considerando as variáveis referentes às vazões e ao gradiente inter-hemisférico, o ano de 2007 obteve uma frequência de 16 estações com correlação positiva forte, bem como o ano de 1998 apresentou uma frequência de 10 estações com intensidade positiva moderada.

Já as curvas de permanência obtidas, estas foram estimadas considerando todo o período de dados da série histórica disponível. Sabe-se que alterações de

ordem natural ou antrópica podem modificar o regime fluviométrico.

Neste cenário, considerando o comportamento atípicos da estação 17200000, uma das possíveis explicações para este acontecimento consiste em, ao considerar toda a série histórica, efeitos da variação entre os anos e da sazonalidade da região em que a estação se encontra são observados. Logo, períodos atipicamente úmidos ou secos ao longo do tempo analisado podem promover grandes alterações no comportamento das curvas de permanência.

Além disso, outro aspecto discutível consiste na localização das estações dentro da bacia hidrográfica. A estação de código 17200000 está localizada nos altos do Rio Teles Pires (afluente do Rio Tapajós) e apresenta maiores variações fluviométricas por estar situada em uma região topograficamente mais acidentada (FARIAS *et al.*, 2017). Há também a presença do Complexo Hidrelétrico do Rio Teles Pires, sendo este composto por quatro hidrelétricas já em operação (UHE Teles Pires, UHE Sinop, UHE São Manoel e UHE Colíder) e outros dois empreendimentos ainda em fase de implantação (UHE Foz do Apicás e UHE Magessi) (FEARNSIDE, 2019). A instalação desses empreendimentos, além de indicar a existência de um alto potencial hidráulico, podem influenciar significativamente o regime hidrológico da bacia hidrográfica.

Estudos realizados por Almeida *et al.* (2019) demonstram que há influência dos efeitos da sazonalidade nas vazões nesta área em que a estação fluviométrica está inserida, bem como comprovam a inexistência de tendência nas séries de vazões analisadas. À vista disso, comportamentos anormais de vazão podem também estar relacionados tanto com ações antropogênicas, quanto eventos climáticos críticos.

Os anos de 1997 e 1998 foram marcados por El Niño forte (mai/97 a mai/98) e La Niña fortes (ago/98 a dez/99), além de apresentar o Dipolo Positivo na maioria dos meses de 1997. Deste modo, a frequência do coeficiente positivo moderado no ano de 1997 e do coeficiente forte negativo apresentados pela correlação de Pearson no ano de 1998 demonstra que as vazões (variável dependente) sofrem influência dos índices de oscilação do El Niño. A partir da ocorrência do Dipolo Positivo no mesmo ano e da intensidade de correlação positiva moderada em 10 estações, pode-se inferir que as vazões são diretamente influenciadas pelo Dipolo positivo.

No período de 2007/2008 houve a ocorrência de La Niña intenso, assim como a presença de um Dipolo Negativo. Tal fato pode explicar a presença de vazões máximas neste mesmo período.

No entanto, é importante mencionar que a existência de correlação estatística pode sofrer a interferência de outras variáveis que não são abordadas na análise, além de não significar necessariamente a presença de uma relação causa-efeito (VIEIRA, 2012).

Além disso, verifica-se a grande frequência de correlações inexistentes ou fracas no método estatístico, fazendo-se necessário que haja uma análise por fenômeno não somente a cada ano. Os fenômenos ENOS e Dipolo Positivo/Negativo, não se restringem a períodos bem definidos, portanto, uma análise considerando essa distribuição tende a apresentar melhores e mais significativas correlações.

Compreender os efeitos de fenômenos climáticos sobre as vazões dos rios é essencial, pois tal fato possui fortes implicações para setores que dependem destas vazões, como navegação, abastecimento e produção de energia. Na Amazônia se faz ainda mais necessária análises destes parâmetros, sendo que esta sofre com carência de infraestruturas, planejamentos técnicos e políticas públicas voltadas para remediação de riscos climáticos. Isso contribui com informações que otimizam projetos e obras, evitando gastos desnecessários e possíveis adversidades, dando suporte aos gestores, já que a região tem grande potencial estratégico para o país, principalmente no que diz respeito também a obras hidráulicas (barragens, navegação, pontes, drenagem etc.).

#### **4 CONCLUSÃO**

Através da análise dos resultados obtidos, pode-se observar que fenômenos climáticos ENOS e Dipolo Atlântico exercem influência sobre o regime fluvial dos rios. Deste modo, o monitoramento destes eventos e o estudo de seus respectivos impactos sobre a bacia hidrográfica são essenciais para o gerenciamento de recursos hídricos.

Supõe-se também que os eventos fortes influenciaram bem mais na vazão do que os eventos moderados e fracos, sendo que a maioria dos anos com correlações fortes teve a ocorrência destes. Com relação às anomalias no Atlântico Equatorial, no geral, os anos que se apresentaram com correlações fortes, havia ocorrência de Dipolo Negativo, o que leva a concluir que este fenômeno possivelmente tem mais influência sobre a erosividade, principalmente, quando coincide com anos em que ocorre-la La Niña.

Por fim, tem-se que as alterações causadas por variabilidades climáticas muitas das vezes se apresentam mais sensíveis de maneira pontual, o que exige uma análise anual, mensal ou até mesmo diária para ser possível perceber alguma mudança. Além disso, pode-se dizer que a vazão sofreu variações, apresentando efeitos que não somente se repetiram como também mostraram fortes correlações com os índices climáticos, mesmo diante da instabilidade climática observada na Bacia Hidrográfica do Rio Tapajós.

## REFERÊNCIAS

ANA - Agência Nacional de Águas. **Sistema de Informações Hidrológicas – HIDROWEB**. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/>. Acesso em: 15 out. 2020.

ALMEIDA, L. R.; PESSOA, F. C. L.; CRISPIM, D. L.; FERREIRA FILHO, D. F. Analysis of fluviometric trends in the hydrographic region of Calha Norte-PA. **Journal of Hyperspectral Remote Sensing** v, v. 9, n. 2, p. 88-98, 2019. <https://doi.org/10.29150/jhrs.v9.2.p88-98>

ASHRAF, F. B. et al. A method for assessment of sub-daily flow alterations using wavelet analysis for regulated rivers. **Water Resources Research**, p. e2021WR030421, 2022. <https://doi.org/10.1029/2021WR030421>

CAPOZZOLI, C. R.; CARDOSO, A. O.; FERRAZ, S. E. T. Padrões de variabilidade de vazão de rios nas principais bacias brasileiras e associação com índices climáticos. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 32, p. 243-254, 2017. <https://doi.org/10.1590/0102-77863220006>

CHEN, Z.; WEN, Z.; WU, R.; LIN, X.; WANG, J. Relative importance of tropical SST anomalies in maintaining the western North Pacific anomalous anticyclone during El Niño to La Niña transition years. **Climate Dynamics**, v. 46, n. 3, p. 1027-1041, 2016. <https://doi.org/10.1007/s00382-015-2630-1>

COELHO, C. A.; CAVALCANTI, I. A.; COSTA, S. M.; FREITAS, S. R.; ITO, E. R.; LUZ, G.; SANTOS, A. F.; NOBRE, C. A.; MARENGO, J. A.; PEZZA, A. B. Climate diagnostics of three major drought events in the Amazon and illustrations of their seasonal precipitation predictions. **Meteorological Applications**, v. 19, n. 2, p. 237-255, 2012. <https://doi.org/10.1002/met.1324>

COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. second edition., New Jersey: 12 Lawrence Erlbaum Associates Inc. Hillsdale 13, 1988.

ELETRORÁS - Centrais Elétricas Brasileiras. **Diretrizes para estudos e projetos de pequenas centrais hidrelétricas**. Brasília. p. 458, 2000.

DANCEY, C.; REIDY, J. **Estatística sem matemática para psicologia: usando spss para windows**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

FARIAS, O. G.; FRANCISCO, C. N.; ALVES, M. C. Avaliação de métodos de interpolação espacial aplicados à pluviosidade em região montanhoso no litoral sul do estado Rio de

Janeiro. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 21, 201.

<https://doi.org/10.5380/abclima.v21i0.52065>

FEARNSIDE, P. M. A Hidrelétrica de Sinop: Um teste para a legislação ambiental brasileira. **Hidrelétricas na Amazônia: Impactos Ambientais e Sociais na Tomada de Decisões sobre Grandes Obras**, v. 3, p. 133-148, 2019.

FERREIRA, A. G.; SILVA MELLO, N. G. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região Nordeste do Brasil e a influência dos oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, n. 1, 2005.

<https://doi.org/10.5380/abclima.v1i1.25215>

FU, R.; DICKINSON, R. E.; CHEN, M.; WANG, H. How do tropical sea surface temperatures influence the seasonal distribution of precipitation in the equatorial Amazon?. **Journal of Climate**, v. 14, n. 20, p. 4003-4026, 2001. [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2001\)014<4003:HDTSSST>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2001)014<4003:HDTSSST>2.0.CO;2)

GOLDEN GATE WEATHER SERVICES. **ENSO Years based on Oceanic Niño Index (ONI)**. On line. Disponível em: <https://ggweather.com/enso/oni.htm>. Acesso em: 20 nov. 2020.

GURJÃO, C. D. S.; DE FATIMA CORREIA, M.; CHAVES FILHO, J. B.; DA SILVA ARAGÃO, M. R. Influência do Enos (El Niño-Oscilação Sul) no Regime Hidrológico do Rio São Francisco: uma Análise em Regiões com Fortes Pressões Antrópicas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 5, n. 4, p. 774-790, 2012. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v5i4.232857>

LÓPEZ-MORENO, J. I. et al. Impact of climate evolution and land use changes on water yield in the Ebro basin. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 15, n. 1, p. 311-322, 2011. <https://doi.org/10.5194/hess-15-311-2011>

NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration. **Oceanic Niño Index (ONI)**. Disponível em:

[http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml).

Acesso em: 30 nov. 2020.

ROPELEWSKI, C. F.; HALPERT, M. S. Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation. **Monthly Weather Review**, v. 115, n. 8, p. 1606-1626, 1987. [https://doi.org/10.1175/1520-0493\(1987\)115<1606:GARSPP>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0493(1987)115<1606:GARSPP>2.0.CO;2)

SOUZA, E. B.; KAYANO, M. T.; AMBRIZZI, T. Intraseasonal and submonthly variability over the eastern Amazon and Northeast Brazil during the autumn rainy season. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 81, n. 3, p. 177-191, 2005. <https://doi.org/10.1007/s00704-004-0081-4>

VIEIRA, Sonia. **Estatística Básica**. São Paulo: Cengage Learning. Ed. 9, 2012.