



PYTHON E R COMO FERRAMENTAS DE ANÁLISE DA PRECIPITAÇÃO EM RONDÔNIA

Luiz Augusto Ferreira Monteiro ¹

RESUMO

Ao longo da discussão, exploramos diversos fenômenos climáticos que exercem impacto na região amazônica, com foco em Rondônia. Destacamos a influência do El Niño Oscilação Sul (ENOS), Oscilação Multidecadal do Atlântico (OMA), e Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) nas variações climáticas, principalmente na temperatura da superfície do oceano e nos padrões atmosféricos. Na análise específica de séries temporais de chuva em municípios como Porto Velho (Santo Antônio Br-364), Mirante da Serra e Cerejeiras, observamos diferentes comportamentos em relação ao regime de chuvas. Porto Velho, surpreendentemente, registra seus maiores índices durante anos de El Niño, enquanto Mirante da Serra mantém um volume semelhante ao longo do tempo, apesar das flutuações na quantidade de dias chuvosos. Cerejeiras, por sua vez, mostra uma configuração mais complexa, com uma redução nos dias chuvosos a partir dos anos 2000, mas com um índice pluviométrico total semelhante aos anos anteriores. Essa análise, feita através do acesso a base de dados observacional adquirida através da plataforma HidroWeb da Agência Nacional de Águas (ANA) em uma série temporal de 1980 até 2020, reforça a importância de compreender a interação entre diferentes fenômenos climáticos e sua influência específica em diversas localidades, destacando a complexidade dos padrões de chuva na região amazônica. O entendimento desses processos é essencial para a construção de modelos climáticos precisos e para desenvolver estratégias de adaptação diante das mudanças climáticas em curso.

Palavras-chave: Chuva, Fenômenos Oceano-Atmosféricos, Rondônia, Eventos Extremos

ABSTRACT

Throughout the discussion, we explored various climatic phenomena that have an impact on the Amazon region, with a focus on Rondônia. We highlight the influence of the El Niño Southern Oscillation (ENOS), the Atlantic Multidecadal Oscillation (AMO), and the Pacific Decadal Oscillation (PDO) on climate variations, especially on ocean surface temperatures and atmospheric patterns. In the specific analysis of rainfall time series in municipalities such as Porto Velho (Santo Antônio Br-364), Mirante da Serra and Cerejeiras, we observed different behaviors in relation to the rainfall regime. Porto Velho, surprisingly, records its highest levels during El Niño years, while Mirante da Serra maintains a similar volume over time, despite fluctuations in the number of rainy days. Cerejeiras, on the other hand, shows a more complex configuration, with a reduction in rainy days from the 2000s onwards, but with a total rainfall similar to previous years. This analysis, made by accessing the observational database acquired through the HidroWeb platform of the National Water Agency (ANA) in a time series from 1980 to 2020, reinforces the importance of understanding the interaction between different climatic phenomena and their specific influence on various locations, highlighting the complexity of rainfall patterns in the Amazon region. Understanding these processes is essential for building accurate climate models and for developing adaptation strategies in the face of ongoing climate change.

Keywords: Rain, Ocean-Atmospheric Phenomena, Rondônia, Extreme Events.

¹ Pós - Graduando do Curso de Geografia da Fundação Universidade Federal de Rondônia - UNIR, lfmonteiro.88@gmail.com;

Devido à ampla disponibilidade de informações, a sociedade demonstra uma crescente preocupação em relação aos extremos climáticos, como os longos períodos de seca e as enchentes que têm afetado o país. Estes eventos acarretam sérias consequências, como o aumento de incêndios em áreas florestais e a destruição de propriedades devido a eventos hidrometeorológicos. Sua complexidade reside no fato de que não podem ser atribuídos somente aos índices pluviométricos da região, estando associados a padrões e fenômenos atmosférico-oceânicos, como o El Niño Oscilação Sul (ENOS), a Oscilação Multidecadal do Atlântico (OMA) e a Oscilação Decadal do Pacífico (ODP), como ocorreu nas secas de 2005 e 2010 (ALMEIDA et al., 2017).

O estudo da precipitação é uma das variáveis meteorológicas mais críticas, já que influencia outras variáveis e pode alterá-las. Entretanto, conduzir estudos de observação na Amazônia Legal (AL) é desafiador devido à escassez de dados confiáveis e possíveis erros de entrada. Para preencher as lacunas nos dados, é viável recorrer a técnicas de imputação de dados, que envolvem o preenchimento de valores faltantes no conjunto de dados. Uma abordagem simples para substituir esses dados ausentes é o uso da média ou mediana, como sugerido por Nunes et al. (2010).

Assim, conduzimos uma análise detalhada dos registros diários de precipitação no estado de Rondônia ao longo de um período de 40 anos (1980-2020) com o propósito de identificar padrões, anomalias e tendências. Além disso, exploramos a relação entre os fenômenos climáticos, como El Niño Oscilação Sul, Oscilação Multidecadal do Atlântico e Oscilação Decadal do Pacífico, e as variações na quantidade de chuva registrada no estado.

REFERENCIAL TEÓRICO

Eventos extremos – inundações e estiagens prolongadas – tem um grande impacto na sociedade. Durante o período de chuvas intensas, especialmente na estação chuvosa, os rios podem transbordar, resultando em inundações em áreas ribeirinhas e causando danos às comunidades locais e à infraestrutura (DE SOUZA et al., 2014).

Por outro lado, as estiagens, caracterizadas pela falta prolongada de chuvas, podem levar à diminuição dos níveis dos rios e afetar a disponibilidade de água para consumo humano,

agricultura e outros usos. Isso pode desencadear desafios como escassez de água, impactos na produção agrícola e preocupações ambientais (SERRÃO, 2017).

A variabilidade climática na região amazônica, consequentemente em Rondônia, é intrinsecamente influenciada pela presença de diversos sistemas atmosféricos, abrangendo tanto níveis zonais quanto regionais. Como enfatizado por Foley et al. (2002), "Variações no clima tropical podem ter impactos significativos nos ecossistemas e sistemas de água doce da Amazônia". Esta percepção ressalta a importância dos estudos conduzidos para compreender os efeitos dos sistemas atmosféricos que incidem sobre a região. Nesta pesquisa, dedicaremos atenção a três deles: El Niño Oscilação Sul (ENOS), Oscilação Multidecadal do Atlântico (OMA) e Oscilação Decadal do Pacífico (ODP).

O El Niño refere-se às temperaturas excepcionalmente elevadas da superfície do mar no Pacífico tropical, desencadeando, na Amazônia Legal (AL), um período prolongado de estiagem. Além disso, está vinculado a significativas modificações na atmosfera por meio do fenômeno conhecido como Oscilação Sul (OS). Em virtude dessa conexão, é denominado como El Niño-Oscilação Sul (ENSO) (MCGREGOR e EBI, 2018). Contrariamente, pode ocorrer o oposto, onde a superfície do oceano experimenta baixas temperaturas, dando origem à La Niña, conhecida como a fase fria do ENSO. Durante essa fase, é comum observar um aumento nos índices de chuva nos estados da AL (ALVES, CABRAL e NASCIMENTO, 2022).

A AL, segundo Machado et al. (2021), constitui uma região específica no Brasil, delimitada com o objetivo de integrar o desenvolvimento econômico com a conservação ambiental. Essa área abrange parte da Amazônia, a maior floresta tropical do mundo, e compreende nove estados brasileiros: Acre, Amapá, Amazonas, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins. A criação da Amazônia Legal foi estabelecida por meio de legislação, visando fomentar políticas específicas voltadas para essa extensa região.

O surgimento desses fenômenos decorre das intrincadas interações acopladas entre a atmosfera e o oceano, onde os ventos desencadeiam alterações nas temperaturas do mar. Essas mudanças, por sua vez, determinam a localização da principal atividade de convecção tropical e tempestades, exercendo influência sobre os padrões de vento (DE OLIVEIRA et al., 2020).

O fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS), geralmente iniciado no outono, possui uma duração aproximada de um ano, atingindo seu auge durante no verão (KIST e GEBERT, 2022). Entretanto, sua variabilidade não segue um padrão claramente definido, podendo manifestar-se a cada 3 ou 7 anos, aproximadamente. Após a ocorrência de um evento El Niño, as temperaturas da superfície do oceano (SST) podem passar por modificações, resultando em um episódio de

La Niña, ou podem permanecer em um estado neutro, sem exercer uma influência significativa na SST (CAI et al., 2020).

Reconhecer a importância da exploração de outras características, como diferentes sistemas e modos oceano-atmosféricos, torna-se crucial para obter uma compreensão mais abrangente do padrão de chuvas na região amazônica brasileira (DOS SANTOS, SIQUEIRA e DE MELO, 2016; LIMA, DA SILVA e SILVA, 2018). Ampliar a análise para além do ENOS pode revelar outros impulsionadores climáticos e suas interações, proporcionando insights valiosos e abrangentes sobre o regime de chuvas em Rondônia (DE OLIVEIRA et al., 2020).

Existem dois principais modos multidecais que exercem influência sobre a variabilidade climática em distintas regiões do mundo: a Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) e a Oscilação Multidecadal do Atlântico (OMA). Ambos desempenham um papel significativo na alteração da temperatura da superfície do oceano (SST) em suas respectivas localidades (LIMBERGER e SILVA, 2016; DA SILVA LINDEMANN et al., 2019).

A ODP, de certa forma, guarda semelhanças com o ENOS, embora sua influência seja mais direcionada para a América do Norte, ainda assim afeta as chuvas na AL. Além disso, a OMA e o ODP podem atuar concomitantemente com o ENOS em determinados anos, provocando, desse modo, mudanças na variabilidade da precipitação nas regiões sob a influência desses modos oceano-atmosféricos (KAYANO, ANDREOLI, SOUZA, 2019).

Conforme observado por Kayano e Capistrano (2014), "O OMA apresenta quase o mesmo sinal de anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (SST) no Atlântico Norte, com um centro principal em 55N e outro em 15N". Desde sua descoberta na década de 90, a Oscilação Multidecadal do Atlântico tem sido objeto de análises mais aprofundadas, acompanhando o avanço da disponibilidade e melhoria na qualidade dos dados relacionados à SST. Esse fenômeno, que ocorre em períodos superiores a 10 anos, manifesta-se em duas fases distintas: quente (positiva) e fria (negativa).

A Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) provoca anomalias na SST, e essas variações podem estar associadas a mudanças na precipitação em diversas regiões, incluindo o estado de Rondônia (BORGES, FUJITA e BINDA, 2021). Uma característica distintiva da ODP é sua notável persistência em comparação com outros modos oceano-atmosféricos próximos. Seus ciclos se repetem aproximadamente a cada 20 ou 30 anos (DA SILVA et al., 2022).

Assim como o ENOS e a OMA, a ODP também apresenta dois períodos distintos: um quente, associado ao aumento da precipitação pluviométrica; e um frio, que tem efeito contrário (JÚNIOR, NETO, 2016). Esta interligação complexa entre diferentes fenômenos oceânicos pode influenciar consideravelmente os padrões de precipitação em Rondônia.



Então, de acordo com Fang e Xie (2020), a compreensão dos fenômenos oceânicos como a Oscilação Decadal do Pacífico (ODP), Oscilação Multidecadal do Atlântico (OMA), e El Niño Oscilação Sul (ENOS) desempenha um papel crucial na análise da variabilidade climática, especialmente na região amazônica. Esses fenômenos, ao influenciar as temperaturas da superfície do oceano e os padrões atmosféricos, têm implicações significativas na distribuição da precipitação pluviométrica ao longo do tempo (HASZPRA et al., 2020).

A persistência da ODP destaca-se, proporcionando ciclos previsíveis que ocorrem a cada duas a três décadas. Além disso, a interação complexa entre esses fenômenos pode desencadear variações climáticas significativas, impactando não apenas as condições locais, mas também reverberando globalmente (GENG et al., 2019).

Dessa forma, a consideração abrangente desses fenômenos oceânicos é essencial para a construção de modelos climáticos mais precisos e para antecipar os potenciais impactos nas condições meteorológicas, particularmente em regiões sensíveis como a Amazônia Legal (TANG et al., 2018). Avançar nesse entendimento é crucial para aprimorar estratégias de adaptação e mitigação diante das mudanças climáticas em curso.

METODOLOGIA

A base de dados foi formada a partir do Sistema de Informações Hidrológicas (HidroWeb) da Agência Nacional de Águas (ANA), no seguinte endereço eletrônico: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>. De todas as coordenadas de estações pluviométricas que foram pesquisados, algumas não retornaram nenhuma entrada por estarem indisponíveis, de acordo com a mensagem da HidroWeb. As outras estações que foram processadas, as informações foram armazenadas em arquivos do Excel; para, assim, serem modeladas para a construção das bases de dados mensais e anuais.

A escolha do melhor método de imputação de dados, neste estudo baseia-se na técnica sugerida por Harrel (2001), em que os percentuais de dados faltantes da variável chuva sobre análise devem seguir os seguintes parâmetros:

- Percentual $\leq 0,05$: Aplica-se a imputação única ou analisar somente os dados completos;
- Percentual entre 0,05 e 0,15: Imputação única pode ser usada aqui provavelmente sem problemas, entretanto o uso da imputação múltipla é indicado;
- Percentual $\geq 0,15$: A imputação múltipla é indicada na maior parte dos casos.



Vale ressaltar que se houverem diversos preditores com dados faltantes devem ser feitas as mesmas considerações acima, mas os efeitos da imputação de dados serão mais pronunciados.

A fim de diminuir a quantidade de postos pluviométricos estudados de forma conjunta, o estado de Rondônia foi dividido em duas mesorregiões segundo os dados do IBGE acessados a partir do seguinte endereço: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/divisaoregional/15778-divisoes-regionais-do-brasil.html?=&t=acesso-ao-produto>.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), “o recorte das Regiões Geográficas Imediatas e Intermediárias de 2017 incorpora as mudanças ocorridas no Brasil ao longo das últimas três décadas”. Essa classificação feita pelo IBGE serão tratadas aqui como Região Geográfica Imediata (microrregião) e Região Geográfica Intermediária (mesorregião) a fim de uma melhor compreensão.

A análise de todos os postos pluviométricos são divididos em etapas: imputação dos dados faltantes através da média da chuva; construção da correlação de Pearson entre a chuva e os fenômenos meteorológicos (ENOS, OMA, ODP); visualização da série histórica com dados diários; visualização dos dias acima do padrão pluviométrico; visualização dos dias sem precipitação (fazendo um recorte para os meses considerados como verão amazônico) e, da mesma, para os dias chuvosos (com recorte para o inverno).

A análise das diversas series temporais modeladas será para identificar – na Amazônia Legal – padrões, anomalias e tendencias relacionadas a precipitação pluviométrica. Para tanto foi utilizado diversas técnicas e tecnologias para auxiliar na análise e compreensão dessas series temporais. As técnicas utilizadas para análise foram realizadas através da programação de algoritmos em *Python* com o auxílio de bibliotecas voltadas para a ciências de dados (*Pandas* e *Matplotlib*).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estado de Rondônia, representado pelos postos pluviométricos destacados na figura 1, se destaca por registrar uma quantidade significativa de chuvas, consistentemente ultrapassando os 100 mm diários ao longo de toda a série temporal, conforme evidenciado na figura 2. A intensidade das chuvas observadas na pesquisa, corrobora o que foi visto por De Souza (2014), onde percebeu-se que a média anual das chuvas em Rondônia fica entre 1.400 e 2.600 mm. Para uma análise mais detalhada, os gráficos podem ser acessados através do link:

q1&dl=0. As características pluviométricas no estado são sensíveis às influências de diversos fenômenos oceânicos-atmosféricos.

É notável o padrão climático durante o inverno, nos meses de junho, julho e agosto (JJA), que se caracteriza por um extenso período de estiagem, especialmente sob a influência do El Niño. Essa influência do El Niño foi corroborada pelo estudo de De Oliveira et al. (2020), que observou um extenso período sem chuvas durante os anos em destaque da sua pesquisa. Esse cenário provocou uma significativa diminuição na produção de energia da usina hidrelétrica de Curuá-una, evidenciando os impactos diretos desse fenômeno climático na disponibilidade hídrica e na geração de energia na região.

Figura 1: Postos Pluviométricos de Rondônia

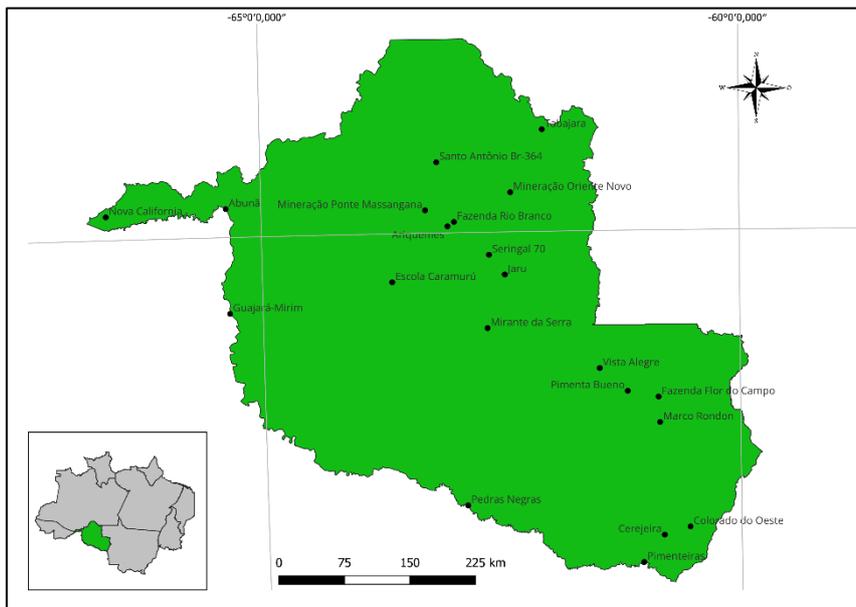
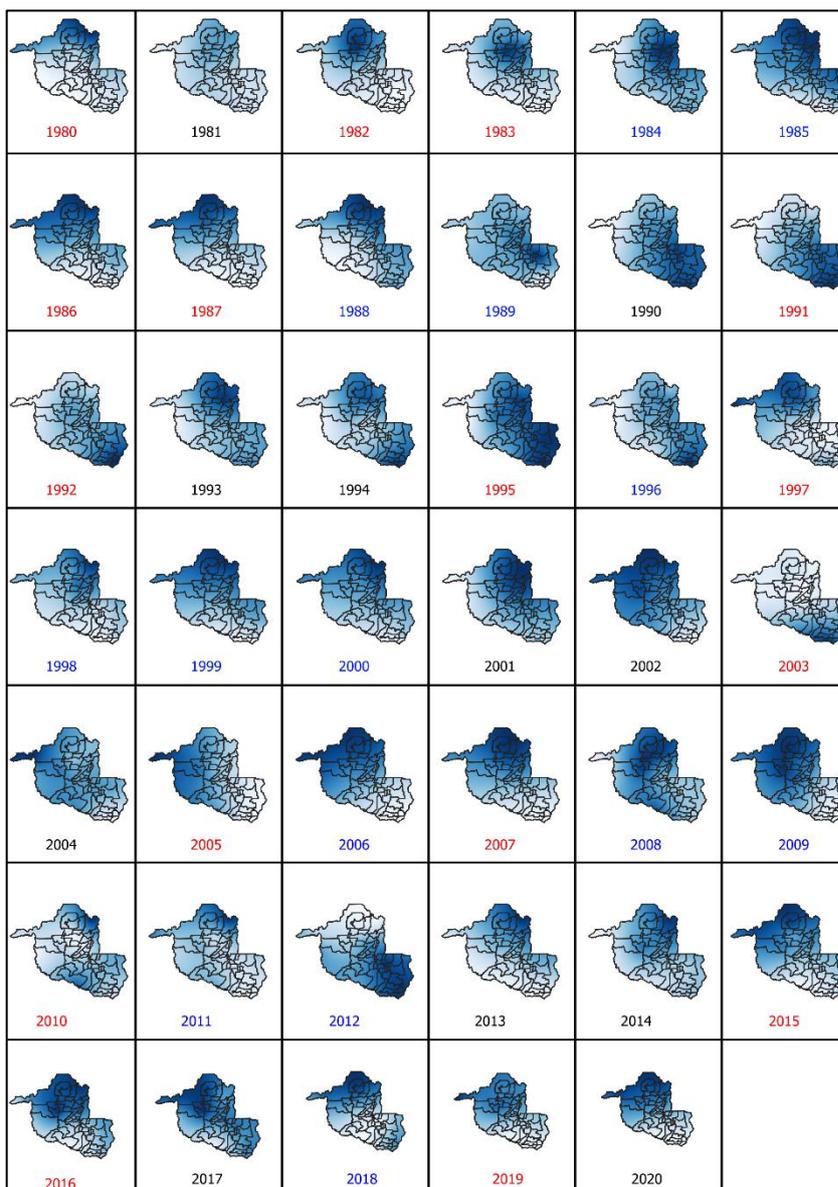




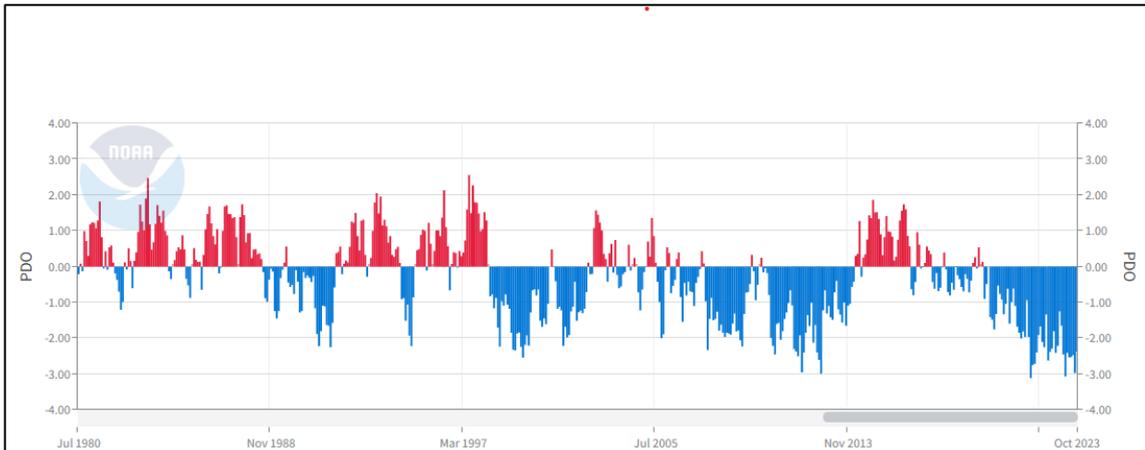
Figura 2: Média da Chuva Anual para o estado de Rondônia



Ao analisar a figura 2, destaca-se que nos anos de 1983 e 1984, durante a presença do El Niño, houve um aumento nas chuvas na região central do estado de Rondônia, ao passo que as áreas mais ao sul experimentaram uma diminuição associada a esse fenômeno. Ao longo dessa década até 1997, a Oscilação Decenal do Pacífico (ODP) e a Oscilação Multidecadal do Atlântico (OMA) encontravam-se em suas fases quente e fria, respectivamente, conforme evidenciado nas figuras 3 e 4. Apesar da influência desses dois fenômenos que contribuíram para a redução das chuvas no estado, ainda foram registradas precipitações intensas, influenciadas pela fase fria da OMA. Além disso, a ocorrência do fenômeno La Niña nos anos

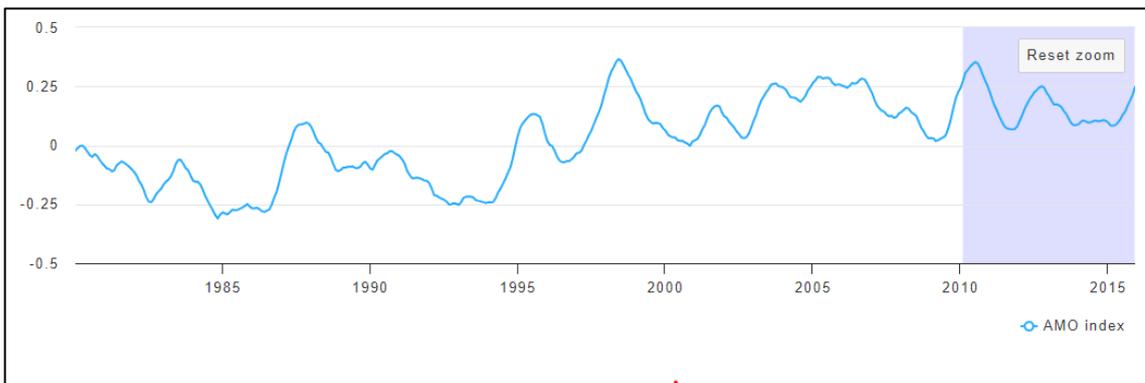
de 1984 a 1985 impactou todo o estado, resultando em um aumento expressivo na quantidade de chuvas durante esse período.

Figura 3: Variação da Temperatura da Superfície do Oceano durante a Oscilação Decenal do Pacífico



Fonte: Site da National Centers for Environmental Information¹

Figura 4: Oscilação da Temperatura da Superfície do Oceano durante a Oscilação Multidecadal do Atlântico



Fonte: Site da National Centers for Environmental Information²

Ao longo do tempo, percebe-se uma modificação nesse efeito, onde o El Niño no início dos anos 90 passa a afetar mais a região Sul do estado do que o Norte, invertendo a tendência observada na década de 80. Entretanto, em 1997, durante a transição para as fases quentes de todos os fenômenos, há uma redução nas chuvas, semelhante ao que foi observado na década de 80.

¹ Disponível em: < <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/pdo/>>. Acesso em: 27 out. 2023.

² Disponível em: < https://www.aoml.noaa.gov/ocd/ocdweb/ESR_GOMIEA/amo.html>. Acesso em: 27 out. 2023

Entre 1998 e 2002, ocorre um aumento gradual das chuvas, atingindo o pico em 2002, quando o El Niño Oscilação Sul (ENOS) está em sua fase neutra. Nesse período, os outros dois fenômenos, ODP e OMA, encontram-se em suas fases fria e quente, respectivamente. Isso sugere que, mesmo sem a influência direta do ENOS e da ODP, Rondônia enfrenta um aumento tanto na quantidade quanto na intensidade das chuvas, chegando a ultrapassar os 100 mm em um único dia.

Posteriormente, o ENOS continua a se manifestar em padrões recorrentes, ocorrendo pelo menos a cada dois anos e afetando Rondônia de maneiras diversas. Durante os períodos de El Niño, é mais comum observar uma redução das chuvas na parte sul/sudoeste do estado, enquanto sob a influência de La Niña, as mudanças nas chuvas abrangem todo o estado, com algumas exceções.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a utilização das melhores técnicas de análise de dados e com a base de dados completa, pode-se observar uma correlação entre os fenômenos meteorológicos estudados e as chuvas no estado de Rondônia. Quando há a presença das fases frias, os índices pluviométricos são maiores.

Além disso, a observação dos boxplots mensais demonstra os períodos em que há maior e menor quantidade de chuvas, sendo dezembro, janeiro e fevereiro os meses com maior quantidade e junho, julho e agosto os meses com menor quantidade. O estado de Rondônia apresentou mudanças em seu regime de chuvas ao longo dos anos, principalmente a partir de 2005, e, ao mesmo tempo, os índices pluviométricos aumentaram em frequência durante o mesmo período.

A influência do El Niño Oscilação Sul, da Oscilação Multidecadal do Atlântico e da Oscilação Decadal do Pacífico nas chuvas de Rondônia foi constatada em dias com índices pluviométricos acima de 100 mm. Além disso, há uma tendência de redução na variabilidade das chuvas durante o verão e o inverno. Como sugestão para estudos futuros, pode-se explorar o potencial da inteligência artificial na previsão das chuvas para um período específico.

ALMEIDA, C. T.; OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F.; DELGADO, R. C.; CUBO, P.; RAMOS, M. C. Spatiotemporal rainfall and temperature trends throughout the Brazilian Legal Amazon, 1973-2013. **International Journal Of Climatology** , v. 37, p. 2013-2026, 2017.

ALVES, Washington Silva; CABRAL, João Batista Pereira; NASCIMENTO, Diego Tarley Ferreira. A Participação do El Niño Oscilação Sul (Enos) e da Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) nas Chuvas em Goiás e no Distrito Federal. **RAEGA-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 55, p. 176-200, 2022.

CAI, Wenju et al. Climate impacts of the El Niño–southern oscillation on South America. **Nature Reviews Earth & Environment**, v. 1, n. 4, p. 215-231, 2020.

DA SILVA LINDEMANN, Douglas et al. Oscilações decadais da temperatura do ar na América do Sul durante o período de verão austral e suas relações com o Oceano Atlântico Norte. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, n. 06, p. 2163-2176, 2019.

DE SOUZA, Vinicius Alexandre Sikora et al. Eventos de precipitações extremas na Amazônia Ocidental: Rondônia-Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 14, 2014.

DOS SANTOS, Nayara Arroxelas; SIQUEIRA, Aderlan Henrique Batista; DE MELO, Maria Luciene Dias. Precipitação sobre a América do Sul e suas relações com a oscilação multidecadal do atlântico e a oscilação do atlântico norte. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 18, 2016.

DE OLIVEIRA, Leidiane Leão et al. Influência do El Niño Oscilação Sul–ENOS–(2015/2016) no regime hidrológico e geração de energia na usina hidrelétrica de Curuá-Una, Amazônia central. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 4, p. 136-144, 2020.

FANG, Xianghui; XIE, Ruihuang. A brief review of ENSO theories and prediction. **Science China Earth Sciences**, v. 63, p. 476-491, 2020.

FOLEY, Jonathan A. et al. El Niño–Southern oscillation and the climate, ecosystems and rivers of Amazonia. **Global biogeochemical cycles**, v. 16, n. 4, p. 79-1-79-20, 2002.

GENG, Tao; YANG, Yun; WU, Lixin. On the mechanisms of Pacific decadal oscillation modulation in a warming climate. **Journal of Climate**, v. 32, n. 5, p. 1443-1459, 2019.

HARRELL, Frank E. et al. Regression modeling strategies: with applications to linear models, logistic regression, and survival analysis. **New York: springer**, 2001.

HASZPRA, Tímea; HEREIN, Mátyás; BÓDAI, Tamás. Investigating ENSO and its teleconnections under climate change in an ensemble view—a new perspective. **Earth System Dynamics**, v. 11, n. 1, p. 267-280, 2020.

JÚNIOR, Lindberg Nascimento; NETO, João Lima Sant'Anna. Contribuição aos estudos da precipitação no estado do Paraná: a oscilação decadal do Pacífico-ODP. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 35, p. 314-343, 2016.



KAYANO, Mary Toshie; CAPISTRANO, Vinicius Buscioli. How the Atlantic multidecadal oscillation (OMA) modifies the ENOS influence on the South American rainfall. **International Journal of Climatology**, v. 34, n. 1, p. 162-178, 2014.

KAYANO, Mary Toshie; ANDREOLI, Rita Valéria; SOUZA, Rodrigo Augusto Ferreira de. El Niño–southern oscillation related teleconnections over South America under distinct Atlantic multidecadal oscillation and Pacific Interdecadal oscillation backgrounds: La Niña. **International Journal of Climatology**, v. 39, n. 3, p. 1359-1372, 2019.

KIST, Airton; GEBERT, Deyse Márcia Pacheco. Contribuição aos estudos da influência do El Niño Oscilação Sul sobre a precipitação no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 31, p. 207-229, 2022.

LIMBERGER, Leila; SILVA, Maria Elisa Siqueira. Precipitação na bacia amazônica e sua associação à variabilidade da temperatura da superfície dos oceanos Pacífico e Atlântico: uma revisão. **GEOUSP Espaço e Tempo (Online)**, v. 20, n. 3, p. 657-675, 2016.

LIMA, Bruna Simões; DA SILVA, Carlos Batista; SILVA, Maria Elisa Siqueira. Padrão Sazonal da Precipitação e Circulação na América do Sul Associado à Oscilação Decadal do Pacífico no Período 1970-2003. **Revista do Departamento de Geografia**, p. 140-147, 2018.

MACHADO, Daniel Baldin et al. Diagnóstico Amazônia pelo Clima: Bases para a ação climática nas capitais da Amazônia Legal brasileira. 2021.

MCGREGOR, Glenn R.; EBI, Kristie. El Niño Southern Oscillation (ENSO) and health: An overview for climate and health researchers. **Atmosphere**, 9.7: 282, 2018.

NUNES, Luciana Neves; KLÜCK, Mariza Machado; FACHEL, Jandyra Maria Guimarães. Comparação de métodos de imputação única e múltipla usando como exemplo um modelo de risco para mortalidade cirúrgica. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 13, n. 4, p. 596-606, 2010.

SERRÃO, Edivaldo Afonso de Oliveira et al. INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA NA CALHA DO RIO SOLIMÕES: AVALIANDO A SECA DE 2010 NA AMAZÔNIA. **Acta Geográfica**, 11 (25), 1-16, 2017.

TANG, Youmin et al. Progress in ENSO prediction and predictability study. **National Science Review**, v. 5, n. 6, p. 826-839, 2018.