INFLUÊNCIA DOS EVENTOS DE TELECONEXÃO EL NIÑO-OSCILAÇÃO SUL E DIPOLO DO ATLÂNTICO TROPICAL NA OCORRÊNCIA DE ANOS SECOS EM UM MUNICÍPIO DO SÃO FRANCISCO PERNAMBUCANO

ARIADNE FERNANDA FERRAZ VIEIRA[1]
DANIEL RODRIGUES DE LIRA[2]

RESUMO

A variabilidade pluviométrica no Nordeste do Brasil responde a perspectiva sistêmica da climatologia e está atrelada a efeitos de macro e mesoescala, como é o caso das teleconexões oceano-atmosfera apresentadas pelas anomalias de temperatura de superfície do mar. Assim, o presente trabalho realizou de forma comparativa, a relação existente entre os resultados classificados como anos secos pelo conceituado Índice de Anomalia de Chuva (IAC) e os eventos de teleconexão ENOS e Dipolo, atrelados respectivamente aos oceanos Pacífico e Atlântico, por meio dos índices ONI e TSA, para a série histórica de 1994 a 2023. Aferiu-se neste trabalho a influência preponderante do El Niño na secura da área de estudo, bem como, os efeitos do Dipolo Positivo para região quando comparado com o Dipolo Negativo. Foi verificada também, a complexidade existente nesta análise comparativa, visto que as oscilações térmicas registradas pelos índices demandaram generalizações para classificar a teleconexão ano a ano, sugerindo, portanto, estudos posteriores cujas técnicas estatísticas possam correlacionar as variações com maior detalhe.

Palavras-chave: Variabilidade pluviométrica; ATSM; IAC; Afrânio-PE; Semiárido.

ABSTRACT

Rainfall variability in Northeast Brazil responds to the systemic perspective of climatology and is linked to macro- and mesoscale effects, such as ocean-atmosphere teleconnections manifested by sea surface temperature anomalies. Thus, this study comparatively analyzed the relationship between years classified as dry by the well-established Rainfall Anomaly Index (RAI) and the teleconnection events of ENSO and the Dipole, associated with the Pacific and Atlantic Oceans, respectively, using the ONI and TSA indices for the historical period from 1994 to 2023. This work determined the predominant influence of El Niño on the dryness of the study area, as well as the effects of the positive Dipole for the region when compared to the negative Dipole. The complexity inherent in this comparative analysis was also verified, given that the thermal oscillations recorded by the indices required generalizations to classify the teleconnection year by year, suggesting, therefore, future studies whose statistical techniques can correlate the variations in greater detail.

Keywords: Rainfall variability; SSTA; RAI; Afrânio-PE; Semiarid.

[1] Mestranda pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Bolsista CAPES, https://orcid.org/0000-0003-4293-2167. Email: ariadnevieiraf@gmail.com.
[2] Doutor em Geografia, Professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). https://orcid.org/0000-0001-9559-2480. E-mail: daniel.rlira@ufpe.br.

1. Introdução

A ótica sistêmica permite perceber os aspectos climáticos como uma constante troca de matéria e energia, principalmente quando se trata de um sistema dinâmico, complexo e não-linear, com uma grande quantidade de elementos interligados a trocar informações. Nesse sentido está compreendida a relação oceano e atmosfera apresentada nesta pesquisa, visto que os diferentes arranjos existentes entre a pressão atmosférica, temperatura, umidade, radiação solar, por exemplo, influenciam diretamente no comportamento dos sistemas sinóticos, além das características geográficas locais da área de estudo. Esse contexto leva a crer que, diferentes *inputs* geram diferentes *feedbacks*, pois o equilíbrio dinâmico dos sistemas atmosféricos se dá sob a interação complexa dos elementos climáticos em distintas escalas (Scheidegger, 1992; Barros, 2014).

A dinâmica sinótica revela a variabilidade pluviométrica de uma região. No contexto do semiárido nordestino por exemplo, essa variabilidade se dá no espaço e no tempo, visto que o potencial energético de um sistema dita até onde se dará sua atuação e a sazonalidade de ocorrência evidenciará, entre outros, as quadras secas e chuvosas (Chaves e Cavalcanti, 2001; Alvares et al., 2013; Monteiro, 2016).

O contexto climático do Nordeste do Brasil (NEB) é complexo e responde aos mecanismos de macro e mesoescala atuantes, que caracterizam a pluviosidade abundante ou deficitária (Nimer, 1979). No contexto semiárido do Sertão do São Francisco, têm-se a irregular distribuição espaço-temporal das chuvas, que está atrelada aos sistemas atmosféricos e oceânicos desde a escala global a local (Molion e Bernardo, 2002).

O controle climático semiárido concentra a estação chuvosa no verão, com 80% a 90% da pluviosidade registrada nessa quadra, em função da dinâmica sinótica dos sistemas atuantes, que são os de maior destaque, a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN), visto que estabelecem padrões sazonais de atuação – mesmo diante da hodierna emergência climática (Molion e Bernardo, 2002; Girão, 2012; Zanella, 2014).

Além da ZCIT e do VCAN, outros sistemas atuam de forma conjunta ou isolada, e também contribuem para a configuração climática. São eles, os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM), os Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL) e os Sistemas Frontais (FF) –

quando têm disponibilidade energética suficiente, capaz de adentrar ao continente (Ferreira e Mello, 2009; Reboita et al., 2010).

Composto pela atmosfera, oceano, criosfera, continentes com sua hidrologia e biosfera, o sistema climático de superfície-atmosfera se caracteriza pela interação constante entre esses componentes. Essa interação ocorre por meio de processos de retroalimentação, tanto positivos quanto negativos, nos quais há armazenamento e troca de energia (Kagan, 1995). Um exemplo dessa dinâmica energética é a relação entre a temperatura da superfície do mar (TSM) e os fenômenos atmosféricos (Wells, 1998), que influencia a atuação dos sistemas sinóticos formadores de tempo em diferentes escalas de temporais e espaciais.

As trocas de energia entre o oceano e a atmosfera levam à formação de Anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (ATSM), cruciais para entender fenômenos atmosféricos e seus efeitos secundários na variabilidade climática (Limberger, 2016). As ATSM podem afetar áreas distantes da sua origem, pois o transporte de calor pelas correntes marítimas e na circulação atmosférica vertical, influenciado por vento, nebulosidade e umidade (Deser et al., 2010), estabelece conexões remotas, chamadas teleconexões.

Uma teleconexão é um padrão de anomalia de pressão e circulação de baixa frequência que abrange vastas áreas geográficas, ligando ATSM a sistemas atmosféricos (Ambrizzi, 2003). A correlação entre padrões de circulação atmosférica em áreas amplas e não contíguas é diretamente ou indiretamente ligada a essas teleconexões (Bridgman e Oliver, 2006), sendo o El Niño-Oscilação Sul (ENOS) um dos principais padrões de variabilidade global associados (Ambrizzi, 2003).

A temperatura de superfície do mar (TSM), rege além da migração N-S da ZCIT, o sistema oceano-atmosfera global, sendo o El Niño-Oscilação Sul a teleconexão de grande relevância para o semiárido, tanto para os pulsos chuvosos (fase fria – La Niña) quanto para a periodicidade de seca meteorológica (fase quente – El Niño). Assim, quando a TSM do Oceano Pacífico está anomalamente fria, há um potencial energético de atuação dos sistemas promotores de chuva, enquanto que quando a anomalia se trata do aquecimento superficial, as células de circulação atmosféricas corroboram o enfraquecimento desses sistemas, a formar o cenário de déficit pluvial (Caviedes, 2001; Souza e Reboita, 2021; Santos, 2024).

Além do ENOS, o Dipolo do Atlântico Tropical (DAT) é uma teleconexão atrelada a TSM do Oceano Atlântico Tropical que é relevante e influente no gradiente pluviométrico da América do Sul. O DAT modula a ZCIT, impactando a chuva no Nordeste do Brasil (NEB),

isso porque a fase positiva (negativa) do Dipolo é o padrão de anomalias de TSM com sinal positivo (negativo) no Atlântico Norte e negativo (positivo) no Atlântico Sul, sendo desfavorável (favorável) a precipitação no NEB (Moura e Shukla, 1981).

Para analisar o DAT junto ao El Niño-Oscilação Sul (ENOS), são utilizados os índices Tropical North Atlantic Index (TNA) e Tropical South Atlantic Index (TSA), sendo o TSA mais relevante para o Brasil (Reboita et al., 2021). Na fase negativa do DAT (TSA positivo), o aquecimento do Atlântico Sul tropical desloca a ZCIT para sul, elevando a evaporação e a umidade, o que aumenta a chuva no NEB (Nóbrega e Santiago, 2014). Já na fase positiva do DAT (TSA negativo), o resfriamento do Atlântico Sul inibe a formação de chuva no NEB (Enfield et al., 1999).

Deste modo, este trabalho visa de forma comparativa, parametrizar a relação existente entre os resultados classificados como anos secos pelo conceituado Índice de Anomalia de Chuva (IAC) e os eventos de teleconexão oceano-atmosfera atrelados as Anomalias de Temperatura de Superfície do Mar (ATSM) nos oceanos Atlântico e Pacífico.

Assim, sob a ótica do clima semiárido, Afrânio - no São Francisco Pernambucano - exibe uma notável instabilidade pluviométrica, aliada a elevadas temperaturas e alta evapotranspiração potencial. Essa condição climática peculiar fomenta investigações aprofundadas sobre sua dinâmica complexa, crucial para a compreensão do clima no Nordeste brasileiro. Tais estudos se revelam essenciais para discernir as implicações dessa variabilidade no ambiente, tornando-se ferramentas valiosas na formulação de estratégias para mitigar eventos extremos. Estes, por sua vez, caracterizam fenômenos como a recorrência de secas severas, a progressiva degradação do solo e as alterações na cobertura vegetal que impactam significativamente a região (Morais e Abreu, 2021).

2. Metodologia

2.1 Área de estudo

O município de Afrânio (Figura 01) está localizado no extremo oeste do estado de Pernambuco, na mesorregião do São Francisco, atual região imediata de Petrolina. Com 18.674 habitantes distribuídos nos 1490,594 km² (IBGE, 2022).

Figura 01 – Mapa de localização do município de Afrânio-PE

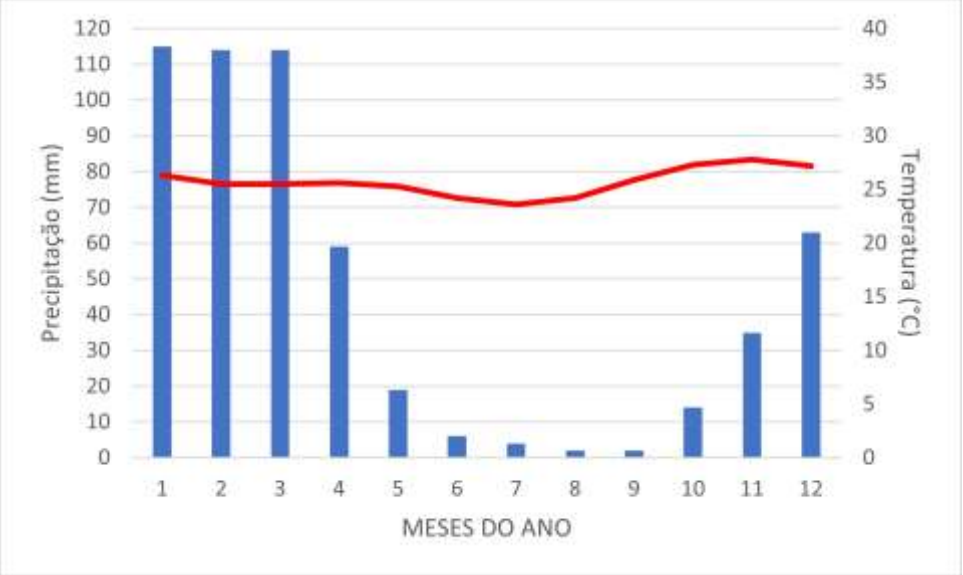


Fonte: Organização dos autores (2025)

Com altitude média superior a 500 metros acima do nível do mar, Afrânio compõe a unidade geoambiental da Depressão Sertaneja, com relevo suave-ondulado e tem uma paisagem característica do semiárido nordestino, cuja vegetação é dominada pelas fitofisionomias de Caatinga hiperxerófila, com árvores baixas e retorcidas, cactos e arbustos adaptados à escassez hídrica, dadas as configurações climáticas (Beltrão et al., 2005).

A dinâmica climática do município corresponde ao domínio semiárido do Nordeste do Brasil (NEB), mundialmente destacado por sua singularidade climática de “terras secas”, atreladas aos mecanismos sinóticos de macro e mesoescala que configuram a irregular distribuição espaço-temporal da precipitação, sendo a concentração das chuvas no verão (Figura 02), a intensa insolação intra-anual e o alto fotoperíodo, características influentes aos eventos recorrentes de secas e aos episódicos superávits de chuva registrados para a região (Linhares et al., 2021; Silva e Farias, 2021).

Figura 02 – Climograma do município de Afrânio-PE (1991-2021)



Fonte: *Climate-Data.org*

Os sistemas meteorológicos de maior destaque pluviométrico para Afrânio são a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN), visto que estabelecem padrões sazonais de atuação, além dos Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM) e dos Sistemas Frontais (FF) (Reboita et al., 2010).

2.2 Procedimentos metodológicos

Para a análise da variação temporal da precipitação, delimitou-se a série histórica entre os anos de 1994 e 2023, sendo os dados de chuva obtidos na Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC), disponível através do site oficial da agência (http://old.apac.pe.gov.br/meteorologia/monitoramentopluvio.php). Para tal, realizou-se o seguinte fluxograma: i) coleta dos dados mensais; ii) tratamento dos dados; iii) estabelecimento dos totais anuais.

Após a coleta e tratamento dos dados, foi realizado o Índice de Anomalia de Chuva – IAC (Rooy e Van, 1965) a partir das fórmulas:

Para anomalias positivas:

$$IAC = 3\left[\frac{(N - \bar{N})}{(\bar{M} - \bar{N})}\right]$$

Para anomalias negativas:

$$IAC = -3\left[\frac{(N - \bar{N})}{(\bar{X} - \bar{N})}\right]$$

Onde **N** a precipitação total (mm) do ano em que será gerado o IAC; $\bar{\mathbf{N}}$ a média anual da série histórica (mm) obtida após a soma de todos os totais pluviométricos divididos pela quantidade de anos da série. $\bar{\mathbf{M}}$ corresponde à média das dez maiores precipitações da série histórica (mm) e $\bar{\mathbf{X}}$ corresponde à média das dez menores precipitações da série histórica (mm). Após a obtenção do resultado das equações, observou-se o valor, e se este está acima ou abaixo da média de cada grau de intensidade, de acordo com a tabela (1) abaixo:

Tabela 01 - Classes de Intensidade do Índice de Anomalia de Chuva

	Faixa do IAC	Classe de Intensidade
Índice de Anomalia de Chuva (IAC)	De 4 acima	Extremamente úmido
	2 a 4	Muito Úmido
	0 a 2	Úmido
	0 a -2	Seco
	-2 a -4	Muito Seco
	De -4 abaixo	Extremamente Seco

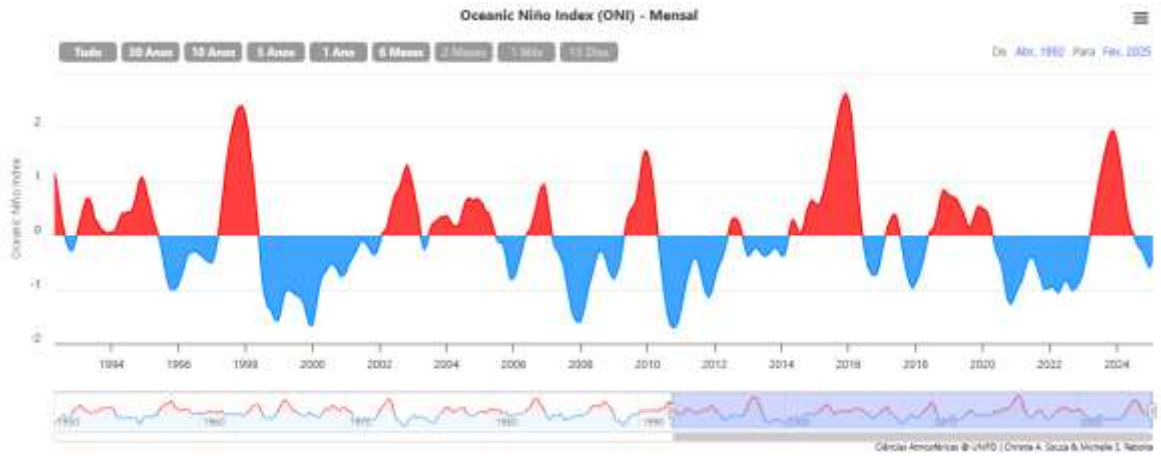
Fonte: Adaptado de Araújo *et. al.* (2007)

Após a realização do cálculo de IAC, foram utilizados apenas os anos considerados secos, ou seja, classificados como seco, muito seco ou extremamente seco, a fim de verificar a influência das teleconexões atreladas a ocorrência da secura desse município.

Os dados referentes a classificação das teleconexões para os anos da série histórica, foram do *Climate Prediction Center* (CPC) da NOAA, disponíveis online pela Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) por meio da Ferramenta para o Monitoramento dos Padrões de Teleconexão na América do Sul (https://meteorologia.unifei.edu.br/teleconexoes/) de Souza e Reboita (2021).

Para avaliar a variabilidade da TSM no Pacífico e identificar a fase ENOS, foi utilizado o Oceanic Niño Index (ONI), apresentado na Figura 03, visto que segundo Reboita e Santos (2014), esse índice é comumente utilizado como um indicador por refletirem bem as anomalias de temperatura da superfície do mar (ATSM) que caracterizam os eventos de ENOS e os impactos de sua atuação na região Nordeste do Brasil (NEB). Para classificação, considerou-se a anomalia positiva como El Niño e a negativa como La Niña, tendo sido generalizados na classificação ano a ano.

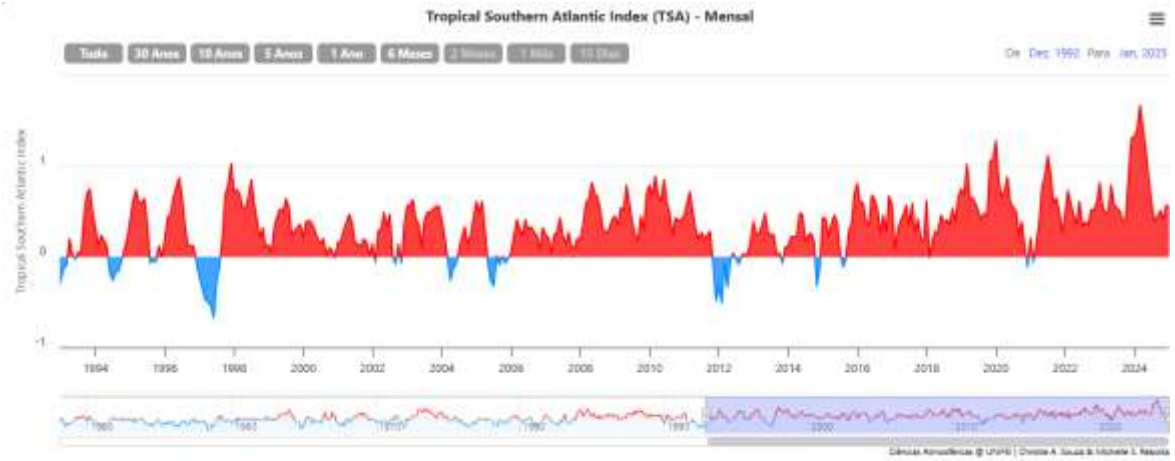
Figura 03 – Monitoramento dos Padrões de Teleconexão ONI (1994-2023)



Fonte: NOAA/UNIFEI

Enquanto que para análise do Dipolo do Atlântico Tropical Sul, foi utilizado o Tropical Southern Atlantic Index (TSA – Figura 04) pois caracteriza a variabilidade da temperatura superficial do Atlântico Sul quanto as anomalias dipolares. Um Dipolo Positivo (negativo) refere-se ao resfriamento (aquecimento) da TSM no Atlântico Sul, ou seja, TSA negativo (positivo) e pode estar associada à diminuição (aumento) na evaporação e umidade disponível, potencialmente, resultando em menos (mais) chuvas para Afrânio-PE (Alves, 2012; Souza, Nogueira e Nogueira (2017); Aragão e Duarte, 2023). Assim como para o ONI, classificou-se o TSA ano a ano.

Figura 04 – Monitoramento dos Padrões de Teleconexão TSA (1994-2023)



Fonte: NOAA/UNIFEI

3. Resultados e discussão

Após a análise dos dados dos totais pluviométricos da série histórica (1994-2023) para o município de Afrânio-PE, foi estabelecida a média pluvial anual ($\bar{N}$) de 529,69mm. Também foram calculadas as outras variáveis, onde: $\bar{M}$ corresponde a 694,15mm e $\bar{X}$ corresponde a 361,4mm. O valor de **N** compreende ao total anual (mm), como disposto na tabela 02 abaixo, sendo os anos em vermelho abaixo da média e em azul, acima da média.

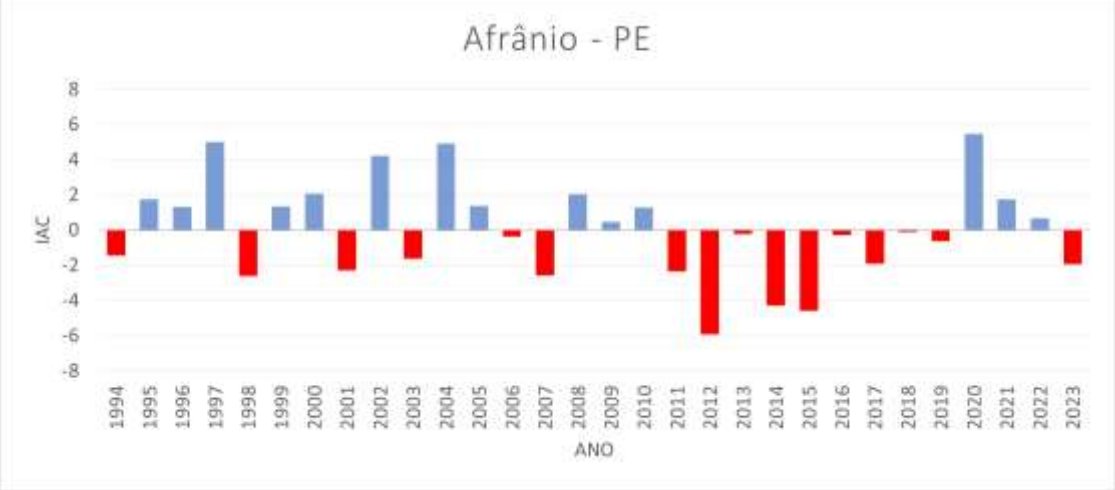
Tabela 02 – Totais pluviométricos anuais (mm) da série histórica (1994-2023) de Afrânio-PE

ANO	TOTAL	ANO	TOTAL	ANO	TOTAL
1994	449,6	2004	800,2	2014	288,4
1995	625,3	2005	605,6	2015	273,4
1996	602	2006	510	2016	514
1997	804,2	2007	385,9	2017	423,3
1998	383,4	2008	641,1	2018	523,3
1999	604,1	2009	556,1	2019	494,9
2000	643,7	2010	600,4	2020	829,7
2001	402	2011	398,6	2021	626,5
2002	761,1	2012	198,4	2022	566,8
2003	439,8	2013	518,3	2023	420,8

Fonte: APAC; Organização dos autores (2025)

Posteriormente, o IAC (Figura 05) foi calculado e obteve-se os seguintes valores:

Figura 05 – IAC de Afrânio-PE (1994-2023).



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Uma vez que o objetivo do trabalho é considerar apenas os anos secos, posteriormente ao cálculo do IAC, delimitou-se os anos correspondentes, observando que o município já registrou todas as intensidades:

Tabela 03 – Classes do IAC para os anos secos

ANO	IAC	CLASSE	ANO	IAC	CLASSE
1994	-1,4277	Seco	2013	-0,203	Seco
1998	-2,6078	Muito Seco	2014	-4,3013	Extremamente Seco
2001	-2,2762	Muito Seco	2015	-4,5687	Extremamente Seco
2003	-1,6024	Seco	2016	-0,2797	Seco
2006	-0,351	Seco	2017	-1,8965	Seco
2007	-2,5633	Muito Seco	2018	-0,1139	Seco
2011	-2,3369	Muito Seco	2019	-0,6202	Seco
2012	-5,9057	Extremamente Seco	2023	-1,9411	Seco

Fonte: Organização dos autores (2025)

Em seguida, foi estabelecida a correlação de cada ano/classe com os registros das teleconexões ONI (Figura 2) e TSA (Figura 3), como consta na Tabela 4.

Tabela 04 – Correlação do IAC dos anos secos da série histórica com as teleconexões ENOS e Dipolo para Afrânio-PE

ANO	TELECONEXÃO	CLASSE IAC	ANO	TELECONEXÃO	CLASSE IAC
1994	TSA Positivo El Niño	Seco	2013	TSA Positivo La Niña	Seco
1998	TSA Positivo El Niño	Muito Seco	2014	TSA Positivo El Niño	Extremamente Seco
2001	TSA Positivo La Niña	Muito Seco	2015	TSA Positivo El Niño	Extremamente Seco
2003	TSA Positivo El Niño	Seco	2016	TSA Positivo El Niño/La Niña	Seco
2006	TSA Positivo La Niña/El Niño	Seco	2017	TSA Positivo La Niña/El Niño	Seco
2007	TSA Positivo El Niño/La Niña	Muito Seco	2018	TSA Positivo La Niña/El Niño	Seco
2011	TSA Positivo La Niña	Muito Seco	2019	TSA Positivo El Niño	Seco
2012	TSA Negativo La Niña	Extremamente Seco	2023	TSA Positivo La Niña/El Niño	Seco

Fonte: Organização dos autores (2025)

Após a análise das correlações, percebeu-se uma combinação entre as classes secas do IAC (seco, muito seco e extremamente seco) e a ocorrência das fases das teleconexões ENOS e Dipolo do Atlântico. Entretanto essa correlação não é simples e direta, pois além da configuração térmica dos oceanos Atlântico e Pacífico, existem outros fatores regionais e locais que influenciam os sistemas sinóticos e consequentemente os totais pluviométricos. Vale ressaltar ainda, que as ATSM podem se iniciar durante ou após a quadra chuvosa semiárida (verão), atuando mais ou menos para os efeitos percebidos nesta pesquisa.

Observou-se, portanto, que a fase quente do ENOS – El Niño - constantemente leva à secura, visto que segundo Caviedes (2001) é o fator motriz das estiagens no NEB. Entretanto, não é via de regra que só ocorra secura em anos de El Niño, visto que também foi registrada a ocorrência de períodos de La Niña (fase fria) nas classes secas da série histórica. Nesse contexto, deve-se perceber – entre outros - o comportamento da fase dipolar de temperatura superficial do Atlântico, que pode se acoplar e/ou sobrepor o efeito do ENOS (Reboita e Santos, 2014).

2001, 2011 e 2013 foram anos de ocorrência da La Niña que tiveram valor de TSA positivo, logo, o aquecimento da TSM no Atlântico Sul (Dipolo Negativo) sugere o favorecimento do cenário de precipitação no leste do NEB. Apesar dessa configuração, os anos apresentaram déficit hídrico. Estudos anteriores semelhantes (Vieira e Rêgo, 2021; Vieira et al., 2023) também evidenciaram um desencontro para a influência do ENOS e Dipolo do Atlântico para os totais pluviométricos, sugerindo assim uma possível atuação atmosférica regional e/ou local específica, ou até mesmo valores brandos de anomalia, incapazes de exercer potencial influência.

Os anos 2006, 2007, 2016, 2017, 2018 e 2023 também registram TSA Positiva e demonstram transição entre as fases El Niño e La Niña ao longo do ano. Em 2006, durante a quadra chuvosa houve efeito da La Niña e o El Niño atuou somente no segundo semestre, sendo um ano menos seco quando comparado com 2007, que teve o El Niño durante a quadra chuvosa e correspondendo assim a um ano muito seco. Os anos de 2016, 2017 e 2018 registraram momentos de resfriamento no Índice ONI, mas se mantiveram como anos secos. 2016 foi predominantemente um ano de El Niño, até que entre seus últimos meses e os primeiros de 2017 foi registrada uma fase de La Niña. Um aquecimento da TSM no ONI foi identificado em 2017, mas descontinuado pela La Niña que perdurou até o fim de 2018. Nesses anos, percebeu-se que os efeitos do El Niño no semiárido são preponderantes a fase

quente do TSA, corroborando Kayano e Andreoli (2009) que afirmaram que o dipolo do Atlântico seria mais influente na costa leste do NEB.

O ano de 2012 apesar de registrar uma La Niña, tem um TSA negativo, ou seja, o resfriamento do Atlântico Sul inibe o potencial de atuação de ZCIT no hemisfério Sul e caracteriza o cenário de secura para o município, indicando que o Dipolo Positivo vem a ter um efeito preponderante sobre o ENOS, diferente de um Dipolo Negativo que segundo Pereira, Moura e Lucena (2020), nem sempre está atrelado a formação de chuva, atuando apenas na manutenção de uma tendência, que nos anos acima (2006, 2007, 2016, 2017, 2018 e 2023) é a do déficit de precipitação.

Por fim, a atuação conjunta do El Niño e do Dipolo Negativo (TSA positivo) predomina para os demais anos secos (1994, 2003, 2019), muito seco (1998) e extremamente seco (2014 e 2015), sendo 2014 e 2015 anos atrelados a um El Niño extremamente forte, cujos efeitos dos impactos perduraram nos anos seguintes (2016, 2017, 2018), mesmo com registro de fases de resfriamento no Pacífico.

Logo, a influência do Dipolo Positivo para secura no Nordeste é mais pronunciada sobre a La Niña, enquanto que nesta análise, o Dipolo Negativo não tem ação preponderante sobre o ENOS.

4. Considerações finais

A análise apresentada neste trabalho revela que as correlações observadas entre as classes secas do IAC (precipitação) e os índices de teleconexão ENOS e Dipolo do Atlântico Tropical Sul corroboram as revisões teóricas acerca da relação sistêmica existente entre o comportamento da temperatura superficial dos oceanos Pacífico e Atlântico que estão atreladas ao potencial energético e ao comportamento dos sistemas sinóticos, e consequentemente, têm-se a resposta na precipitação.

As observações indicam que os conceitos não podem estar engessados e que a relação deve ser percebida como uma tendência e não como uma regra, pois em alguns anos são registradas exceções do fluxo lógico esperado, o que valida a complexidade existente na climatologia dinâmica.

A utilização de índices oceânicos para a análise também evidencia que existe um nível de detalhe nas oscilações térmicas registradas, tendo sido necessário fazer generalizações para classificar a teleconexão ano a ano, sugerindo portanto, estudos posteriores cujas técnicas estatísticas possam correlacionar as variações com maior detalhe,

visto que do ponto de vista do atual cenário de mudanças climáticas, o monitoramento das tendências de precipitação pelos índices de teleconexões são importantíssimos para climatologia semiárida no planejamento e gestão das secas.

5. Referências

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ALVES, J. M. B. Recentes variações climáticas no Nordeste do Brasil com ênfase a precipitação: relações com o ENOS, dipolo de temperatura da superfície do mar no Atlântico Tropical ea oscilação decadal do Pacífico. **Revista de Geografia**, v. 29, n. 3, 2012.

AMBRIZZI, T. **El Niño/Oscilação Sul e teleconexões atmosféricas no hemisfério austral**. São Paulo: USP/IAG, 2003. (Tese de Livre-Docência).

ARAÚJO, L. E. de; SILVA, D. F. da; MORAES NETO, J. M. de; SOUSA, F. A. S. Análise da variabilidade espaço-temporal da precipitação na Bacia do Rio Paraíba usando IAC. **Revista de Geografia,** [S. l.], v. 24, n. 1, p. 47–59, 2007.

ARAGÃO, M. L.; DUARTE, C. C. Dinâmica climática, eventos extremos e impactos associados no município do Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 16, n. 2, p. 818-836, 2023.

BARROS, A. C. M. **Avaliação da desconexão encosta-canal na bacia do Riacho Grande/PB**. Recife, 138 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CFCH. Geografia, 2014.

BELTRÃO, B. A.; MASCARENHAS, J. C.; MIRANDA, J. L. F.; SOUZA JUNIOR, L. C.; GALVÃO, M. J. T. G.; PEREIRA, S. N. **Diagnóstico do município de Afrânio**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

BRIDGMAN, H.A.; OLIVER, J.E. The global climate system: pattern, processes, and Teleconnections. Cambridge: **Cambridge University Press**, 2006.

CAVIEDES, C. N. **El Niño in history: storming through the ages**. 2001.

CLIMATE-DATA.ORG. **Clima:** Afrânio. Disponível em: https://en.climate-data.org/south-america/brazil/pernambuco/afranio-42876/. Acesso em: 10 abr. 2025.

CHAVES, R. R.; CAVALCANTI, I. F. A. Atmospheric circulation features associated with rainfall variability over southern Northeast Brazil. **Monthly Weather Review**, v. 129, n. 10, p. 2614-2626, 2001.

DESER, C.; ALEXANDER, M. A.; XIE, S.-P.; PHILLIPS, A.S. Sea Surface Temperature variability: patterns and mechanisms. **Annual Review of Marine Science**. Vol. 2, p. 115-143, 2010.

ENFIELD, D. B. et al. How ubiquitous is the dipole relationship in tropical Atlantic sea surface temperatures?. **Journal of Geophysical Research: Oceans**, v. 104, n. C4, p. 7841-7848, 1999.

FERREIRA, A. G., MELLO, N. G. S. Principais Sistemas Atmosféricos atuantes sobre a Região Nordeste do Brasil e a influência dos Oceanos Pacíficos e Atlântico no clima da Região**. Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, 2005.

GIRÃO, O. Reconstrução do clima no Nordeste brasileiro secas e enchentes do século XIX. **Finisterra: Revista Portuguesa de Geografia**, v. 47, n. 93, 2012.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE Cidades** Disponível em: https://www.ibge.gov.br/. Acesso em: 3 abr. 2025.

KAGAN, B. A. Ocean-atmosphere interaction and Climate Modeling. Tradução M. A. Chazin. Cambridge: **Cambrigde University Press**, 1995.

KAYANO, M. T.; ANDREOLI, R. V. Clima da região Nordeste do Brasil. **Tempo e clima no Brasil. São Paulo: Oficina de textos**, p. 213-233, 2009.

LIMBERGER, L. Estudos de teleconexões atmosféricas e possibilidades de avanços na climatologia geográfica: conceitos, fontes de dados e técnicas. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S.l.], v. 19, out. 2016.

LINHARES, L. I. M., XIMENES, A. V. S. F. M., MONTEIRO, J. B. Secas e políticas públicas no semiárido brasileiro: um debate oportuno acerca do binômio combate à seca x convivência com o semiárido. **Geopauta**, 2021.

MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S. O. Uma revisão da dinâmica das chuvas no nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 17, n. 1, p. 1-10, 2002.

MONTEIRO, C. A. F. A Climatologia Geográfica no Brasil e a Proposta de um Novo Paradigma. p. 61-152. In: **A Construção da Climatologia Geográfica no Brasil**. MONTEIRO, C. A. F. (Org.). 194p. Campinas: Alínea, 2016.

MORAIS, R. C. de S.; ABREU, L. P. Análise espacial da variabilidade de precipitação na bacia hidrográfica do rio Parnaíba, Nordeste de Brasil. **Revista da Academia de Ciências do Piauí**, v. 2, n. 2, 2021.

MOURA, A. D.; SHUKLA, J. On the dynamics of droughts in northeast Brazil: Observations, theory and numerical experiments with a general circulation model. **Journal of Atmospheric Sciences**, v. 38, n. 12, p. 2653-2675, 1981.

NIMER, E. Um Modelo Metodológico da Classificação de Climas. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 41, n. 4, p. 59-89, 1979.

NÓBREGA, R. S.; SANTIAGO, G. A. C. F. Sea surface temperature trend in the Atlantic and Pacific Oceans and rainfall variability in Pernambuco. **Mercator (Fortaleza)**, v. 13, p. 107-118, 2014.

REBOITA, M. S.; GAN, M. A.; ROCHA, R. P.; AMBRIZZI, T. Regimes de precipitação na América do Sul: Uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 25, n. 2, p. 185-204, 2010.

REBOITA, M, S.; SANTOS, I. Influência de alguns padrões de teleconexão na precipitação no Norte e Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S.l.], v. 15, abr. 2014.

ROOY, M. P. VAN. A. **Rainfall Anomaly Index Independent of Time and Space**, Notes, v.14, p. 1-43, 1965.

PEREIRA, M. D. B.; MOURA, M. O.; LUCENA, D. B. Análise da variabilidade pluviométrica interanual da zona da mata nordestina e a identificação de anos padrão. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 26, 2020.

SCHEIDEGGER, A. E. **Limitations of the system approach in geomorphology**. Geomorphology, v.5, p. 213-217, 1992.

SANTOS, R. S. **Domínio semiárido da caatinga: uma proposta tipológica e regional através da cartografia de paisagem**. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Tese de Doutorado (Geografia), 2024.

SILVA, G. DE A., FARIAS, C. W. L. DE A. Análise espaço-temporal da vegetação no semiárido do Nordeste brasileiro utilizando parâmetros biofísicos. **Revista Semiárido de Visu,** v. 9, 2021.

SOUZA, C. A. de; REBOITA, M. S. Ferramenta para o monitoramento dos padrões de teleconexão na América do Sul. **Terrae Didatica**, Campinas, SP, v. 17, 2021.

SOUZA, C. L. O.; NOGUEIRA, V. de F. B.; NOGUEIRA, V. Variabilidade interanual da precipitação em cidades do semiárido brasileiro entre os anos de 1984 e 2015. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 4, p. 740-747, 2017.

VIEIRA, A. F. F.; RÊGO, A. N. Uso do Índice de Anomalia de Chuva (IAC) na avaliação das precipitações em Nazaré da Mata-PE de 1993 à 2019. In: **Anais do XIV Simpósio Brasileiro De Climatologia Geográfica - SBCG, João Pessoa – PB**, p. 3154-3166, 2021.

VIEIRA, A. F. F. *et al*. Anomalias de Temperatura da Superfície do Mar dos oceanos Atlântico e Pacífico e a influência na variabilidade pluviométrica de Arcoverde-PE. cap 1 In **Meio Ambiente em Foco – Racismo Ambiental: Conflitos, Territórios e Resistências**, 1 ed. ISSN: E-book. Editora Itacaiúnas, 2023.

WELLS, N. **The atmosphere and ocean: a physical introduction**. 2ªed. Chichester: John Wiley & Sons, 1998.

ZANELLA, M. E. Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 1, n. 36, p. 126-142, 2014.