

## Aplicação de metodologias distintas no comportamento pluviométrico de Maceió/AL

As variações na precipitação refletem claramente a dinâmica atmosférica de uma determinada região. Tal conhecimento permite o auxílio na execução de atividades humanas como agricultura, monitoramento ambiental, defesa civil, entre outras. O objetivo deste estudo foi verificar os elementos climatológicos relacionados com o aumento/redução nos valores pluviométricos para a cidade de Maceió, no período de 1961 a 2015. As séries de dados de precipitação de duas estações próximas foram cedidas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e pela Usina Utinga Leão. A metodologia consistiu em utilizar o filtro paramétrico Hodrick-Prescott (HP) para detectar tendências na série de dados, o método de análise de ondeletas para verificar a influência de escalas temporais na precipitação de Maceió e ainda a utilização do Índice Multivariado de ENOS (IME) e o Índice da Oscilação Decadal do Pacífico (IPDO) para verificar a atuação das anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (ATSM) na variabilidade do índice pluviométrico. A partir dos resultados, observou-se através da análise de tendência, uma redução na precipitação principalmente no início da década de 1980, e de forma mais acentuada no final da década de 1990. As ondeletas identificaram a influência da escala sazonal na precipitação local e por meio da associação dos índices IPDO e IME, constatou-se um aumento no número de eventos extremos de precipitação quando a Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) se configura na fase fria e redução relativa do índice de precipitação quando o IME apresenta valores elevados. De modo geral o estudo detalhado do comportamento pluviométrico de Maceió aprimora o entendimento climático visando mitigar os possíveis impactos hidrometeorológicos, podendo auxiliar o planejamento urbano e ambiental da cidade.

**Palavras-chave:** Filtro HP, IPDO, IME.

## Application of different methodologies in the pluviometric behavior of Maceió/AL

The precipitation variation clearly reflects the atmospheric dynamics of a determined region. It knowledge allows the aid in the execution of human activities such as agriculture, environmental monitoring, civil defense, among others. The main objective of this study was to verify the climatological elements related to the increase/reduction in pluviometric values for Maceió city during the period from 1961 to 2015. Daily precipitation data series have been provided by two nearby stations, the National Institute of Meteorology (INMET) and Utinga Leão plant. The data was analyzed by applying the parametric filter Hodrick-Prescott (HP), to detect trends in the data series, wavelet analysis method to verify the influence of time scales on precipitation. Furthermore, The ENSO Multivariate Index (EMI) and the Pacific Decadal Oscillation Index (PDOI) were used to verify Sea Surface Temperature Anomalies (SSTA) performance in rainfall variability. From the results, a reduction in precipitation was observed through the trend analysis, mainly in the early 1980s, and more sharply in the late 1990s. Wavelet identified the influence of the seasonal scale of local precipitation and through the association of IPDO and EMI, the number of extreme precipitation events increased when the Pacific Decadal Oscillation (PDO) is in cold phase, on the other hand, relative reduction of the precipitation index were observed when the EMI presents high values. In general, the detailed study of rainfall behavior in Maceió improves the climate understanding in order to mitigate the possible hydrometeorological impacts, which can contribute with the city's urban and environmental planning.

**Keywords:** HP Filter; PDOI; EMI.

Topic: **Meteorologia, Climatologia e Mudanças Climáticas**

Received: **10/02/2018**

Approved: **24/03/2018**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

**Matheus José Arruda Lyra** 

Universidade Federal de Alagoas, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/0276487637942612>  
<http://orcid.org/0000-0003-0890-762X>  
[matheuslyraa@gmail.com](mailto:matheuslyraa@gmail.com)

**Osmar Evandro Toledo Bonfim**

Universidade Federal de Alagoas, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/0484953092563459>  
[osmartoledob@gmail.com](mailto:osmartoledob@gmail.com)

**Italo Ramon Januário**

Universidade Federal de Alagoas, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/6649065017829919>  
[italojanuario@hotmail.com](mailto:italojanuario@hotmail.com)

**Yasmin Uchôa da Silva** 

Universidade Federal de Alagoas, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/6259908115669852>  
<http://orcid.org/0000-0002-3984-1195>  
[yuchoa.icat@gmail.com](mailto:yuchoa.icat@gmail.com)

**Gabriel Augusto Larramendi Mesquita**

Universidade Federal de Alagoas, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/4472590951716187>  
[gabriel.mendi@gmail.com](mailto:gabriel.mendi@gmail.com)

**Lucas Carvalho Vieira Cavalcante** 

Universidade Federal de Alagoas, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/8282005760215891>  
<http://orcid.org/0000-0002-2258-2270>  
[lucasxave@hotmail.com](mailto:lucasxave@hotmail.com)



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2018.003.0009

### Referencing this:

LYRA, M. J. A.; BONFIM, O. E. T.; JANUÁRIO, I. R.; SILVA, Y. U.; MESQUITA, G. A. L.; CAVALCANTE, L. C. V.. Aplicação de metodologias distintas no comportamento pluviométrico de Maceió/AL. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.9, n.3, p.104-112, 2018. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2018.003.0009>

## **INTRODUÇÃO**

O clima tem variado ao longo da existência do planeta, assim as alterações climáticas podem gerar significativos impactos sobre regime hidrológico (MILLY et al., 2005), regime pluviométrico (MARENGO et al., 2007), agricultura (ASSAD et al., 2004) e as florestas (COX et al., 2008) trazendo consequências como inundações, secas, erosão, deterioração da qualidade das águas e perdas de culturas (ADAM et al., 2013). Segundo Silva et al. (2014), uma investigação detalhada da climatologia de uma determinada região é fundamental tanto para a percepção das características atmosféricas médias, quanto para a compreensão de suas flutuações no decorrer do tempo.

Em relação ao histórico de ocorrência de eventos climáticos extremos, Ambrizzi et al. (2007) e Marengo (2014) relataram que na Região Nordeste do Brasil (NEB), o semiárido tenderá a tornar-se mais árido aumentando a frequência e a intensidade das secas e reduzindo a disponibilidade de recursos hídricos, agravando o problema da falta de água em algumas localidades.

De acordo com Molion et al. (2002), os mecanismos dinâmicos que produzem chuvas no NEB podem ser classificados em mecanismos de grande escala, que dependendo do local, podem ser responsáveis por cerca de 30% a 80% da precipitação observada, e mecanismos de meso e microescalas, que completam os totais observados. Dentre os mecanismos de grande escala, destacam-se os Sistemas Frontais, a Zona de Convergência Intertropical e perturbações ondulatórias no campo dos ventos Alísios. Complexos convectivos e brisas marítima e terrestre fazem parte da mesoescala, enquanto circulações orográficas e pequenas células convectivas constituem-se fenômenos da microescala.

No NEB, mesmo sendo caracterizada por ser uma região semiárida, houve relatos de eventos de enchentes, inundação e deslizamento de encostas causadas por excesso de chuvas, principalmente na costa leste da região. Em um estudo realizado para Maceió (BERNARDO, 1999) mostrou que a cidade sofreu mudanças em suas variáveis climáticas quando comparadas as normais do período 1931-60 com as do período 1961-90. O total anual da precipitação pluviométrica, por exemplo, aumentou em 31% com relação ao primeiro período.

Para análise de tendências pluviométricas, o Filtro de Hodrick-Prescott (HP), também utilizado em estudo de economia, constrói uma análise elaborada na série de dados de precipitação através do uso do parâmetro penalizador 14.400, gerando duas novas séries com base na série temporal original. Já a análise de ondaletas se torna um método eficaz para identificar os mecanismos que influenciam na precipitação de uma determinada localidade. E por fim, a associação da série de precipitação com índices oceânicos permite analisar as influências das Anomalias na Temperatura da Superfície do Mar (ATSM) na variabilidade pluviometria da região.

A aplicação de diversas metodologias visa auxiliar o planejamento e execução das atividades humanas como agricultura, geração de energia, defesa civil, monitoramento ambiental, além de mitigar possíveis efeitos adversos como secas e excessos de precipitações. Diante disso, o objetivo deste estudo foi

realizar uma análise climatológica elaborada na pluviometria da cidade de Maceió, a fim de identificar tendências, escalas temporais e a atuação das ATSM ao longo de toda a série de precipitação.

## METODOLOGIA

Os dados diários de precipitação foram obtidos através do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) da estação meteorológica localizada aproximadamente em 9.55 S, 35.76 W, e também do banco de dados da estação meteorológica da Usina Utinga Leão, localizada em 9.54 S, 35.85 W entre os anos de 1961 a 2015 (54 anos). Estes dados diários foram transformados em dados mensais para análise da série temporal de precipitação.

O filtro HP (Hodrick et al., 1997), é uma ferramenta estatística prática, uma vez que separa a componente cíclica da componente de tendência em uma série de dados. Assim, o filtro HP cria duas novas séries a partir da série temporal original, a série da componente da tendência e a série da componente cíclica/aleatória. O filtro HP busca extrair a tendência, que é considerada estocástica, mas com variações suaves ao longo do tempo e não correlacionadas com o ciclo, através da minimização com respeito t da seguinte expressão:

$$\left[ \sum_{t=1}^T (y_t - t_t)^2 + \lambda \sum_{t=2}^{T-1} ((t_{t+1} - t_t) - (t_t - t_{t-1}))^2 \right] \quad (1)$$

a qual pode ser reescrita da seguinte forma:

$$\left[ \sum_{t=1}^T c_t^2 + \lambda \sum_{t=3}^T (\Delta^2 t_t)^2 \right] \quad (2)$$

Onde  $c_t = y_t - t_t$  e  $\Delta^2 t_t = (1 - L)^2 t_t$ , com L sendo o operador de defasagens,  $t = t-1$  Lx x.

Nas expressões (1) e (2), T é o tamanho da amostra e  $\lambda$  é um parâmetro que penaliza a variabilidade da tendência. O parâmetro  $\lambda$  é o parâmetro de suavidade com o qual se controla a aceleração do componente de tendência, isto é, as variações na taxa de crescimento do componente de tendência. O primeiro termo da equação (1) é a soma dos desvios das séries com respeito à tendência ao quadrado, e é uma medida do grau de ajuste. O segundo termo é a soma de quadrados das segundas diferenças dos componentes de tendência e é uma medida do grau de suavidade.

Através das equações para determinação das ações do software chegamos até  $\lambda$  que é um número positivo que penaliza a variabilidade da componente de tendência, denominado de parâmetro penalizador e, quanto maior o valor de  $\lambda$  escolhido, mais suave será a componente de tendência fornecida como o resultado da filtragem. Por outro lado, se  $\lambda$  tender a 0 a componente de tendência não vai existir. Os típicos valores de  $\lambda$  recomendados por Hodrick et al. (1997) são  $\lambda = 1600$  para dados trimestrais,  $\lambda=400$  para dados anuais e 6400 para dados mensais. Mas, outros autores (BALCILAR, 2009; SIQUEIRA et al., 2012) sugerem valores diferentes para esses parâmetros. Por exemplo, o valor de 14400 mais adequado para dados mensais. O problema crucial do filtro HP, portanto, é identificar os valores mais adequados para tratar os dados geofísicos mensais e anuais.

Neste trabalho utilizou-se o parâmetro penalizador  $\lambda=14400$  para tratar os dados da série em estudo. Os valores da precipitação mensal foram padronizados de modo a gerar um índice de precipitação (IP) em seguida foi aplicado o filtro HP através do programa estatístico R nas séries de IP para separar as tendências (variabilidade de longo prazo) da série e sua parte cíclica/aleatória (variabilidade de curto prazo).

Foram submetidas à análise de ondaletas (AO) as séries de precipitação para todo o período de dados, com intuito de identificar escalas temporais que causam a variabilidade da precipitação. Estas análises preliminares de ondaletas podem fornecer uma indicação mais clara de qual escala temporal domina os sistemas meteorológicos ao longo da série. Os índices de precipitação primeiramente devem ser tratados antes de submetidos à AO. Esses índices são anomalias das variáveis, calculadas a partir da climatologia mensal e normalizada pelos desvios padrão (SILVA, 2009):

$$AVar_{i,j} = (Var_{i,j} - \overline{Var}_i) / \sigma_i \quad (1)$$

Em que:  $AVar_{i,j}$  é a anomalia da variável, no ano  $j = 1, 2, 3, \dots, N$  e mês  $i = 1, 2, 3, \dots, 12$ ;  $Var_{i,j}$  é a variável no ano  $j = 1, 2, 3, \dots, N$  e mês  $i = 1, 2, 3, \dots, 12$ , o qual foi calculado sua anomalia;  $\overline{Var}_i$  é a média climatológica do mês a ser calculado a anomalia e  $\sigma_i$  é o desvio padrão utilizado para cada mês  $i$  específico. O termo ondaleta estende-se a um conjunto de funções com forma de pequenas ondas produzidas por dilatações (a) e translações (b) de uma função simples  $\psi(t)$  de variável real  $t$ , eventualmente chamada de ondaleta-mãe ou ondaleta básica. As funções resultantes da ondaleta-mãe são denominadas ondaletas filhas ou ondaletas simples. Esta função deve ser quadraticamente integrável dentro de um intervalo real, ou espaço  $[L^2(\mathbb{R})]$ , ou seja, deve apresentar energia infinita. A função ondaleta caracteriza-se matematicamente numa escala  $a$  e posição  $b$ , onde  $a$  e  $b$  são valores reais, e  $a > 0$ , como sendo (WENG et al., 1994):

$$\psi_{a,b}(t) = \frac{1}{\sqrt{a}} \psi(t - b/a) \quad (2)$$

A ondaleta Morlet é complexa e possui características semelhantes às de sinais meteorológicos, tais como simetria ou assimetria e variação temporal brusca ou suave. Sendo estes critérios adotados para a utilização da ondaleta para identificações de variações em escalas sinóticas, oscilações intra-sazonais e entre outras variações meteorológicas (WENG et al., 1994). A função de Morlet é definida pela seguinte expressão:

$$\psi(t) = e^{iW_0t} e^{-t^2/2} \quad (3)$$

Que representa uma onda modulada por um envelope Gaussiano. Em que:  $i$  = parâmetro de dilatação e compressão da onda;  $W_0$  = parâmetro de frequência e  $t$  = tempo. Todos introduzidos no 'script' de programação do software Matlab. A vantagem real da AO é verificada quando às variações na escala da ondaleta causam mudanças em sua largura. Para determinar ciclos curtos ou longos respectivamente, necessita-se alterar o tipo de onda para Morlet ou Gaussiana (SILVA, 2009).

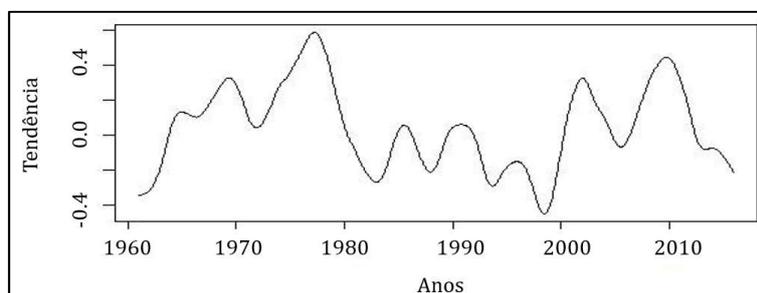
Para averiguar a influência da ATSM foram comparados o Índice Multivariado de ENOS (IME) e o Índice da Oscilação Decadal do Pacífico (IPDO). O IME (WOLTER et al., 2011) leva em consideração seis variáveis para caracterizar o comportamento da interação oceano-atmosfera sobre o Pacífico Centro-equatorial. Em caso de valores positivos, evidenciam-se os El Niños; se negativos, os La Niñas. Usando o IME, Molion (2005) mostrou que a frequência de eventos El Niño (La Niña) foi maior durante a fase quente (fria).

Já o IPDO foi desenvolvido Zhang et al. (1997) e é definido como a diferença entre as anomalias de TSM no Oceano Pacífico observadas e a média mensal global da anomalia da TSM. O índice da ODP foi coletado no site do Earth System Research Laboratory (ESRL/PSD/NOAA).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio da aplicação do Filtro HP identificou-se uma tendência oscilatória quando comparados com a normal climatológica (0.0) (Figura 1). Entre 1965 a 1980 a tendência de precipitação se mostrou positiva, demonstrando aumento de precipitação na série de dados para este período. Entretanto, de 1980 a 2000, a tendência de precipitação apresentou-se de normal a negativa quando comparados a normal climatológica (0.0), ocorrendo de forma mais acentuada no final da década de 1990. Após o ano de 2000, a tendência voltou a se mostrar de normal a positiva, contudo nos últimos anos, a partir de 2010, houve redução na tendência de precipitação.

A variação da tendência de precipitação detectadas através do Filtro HP apresentou compatível com Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) descrita por Mantua et al. (1997). A fase fria da ODP, caracterizada por uma maior intensidade e frequência de eventos de La Niña, ocorreu no período 1947-1976 e a fase quente que se estendeu de 1977 a 1998 denota maior frequência e intensidade de eventos de El Niño (MOLION, 2005). Vários estudos apontam o aumento de precipitação para o NEB em anos de La Niña e redução da precipitação em anos de El Niño (KAYANO et al., 1986; LOPES et al., 2007; ANDREOLI et al., 2013).

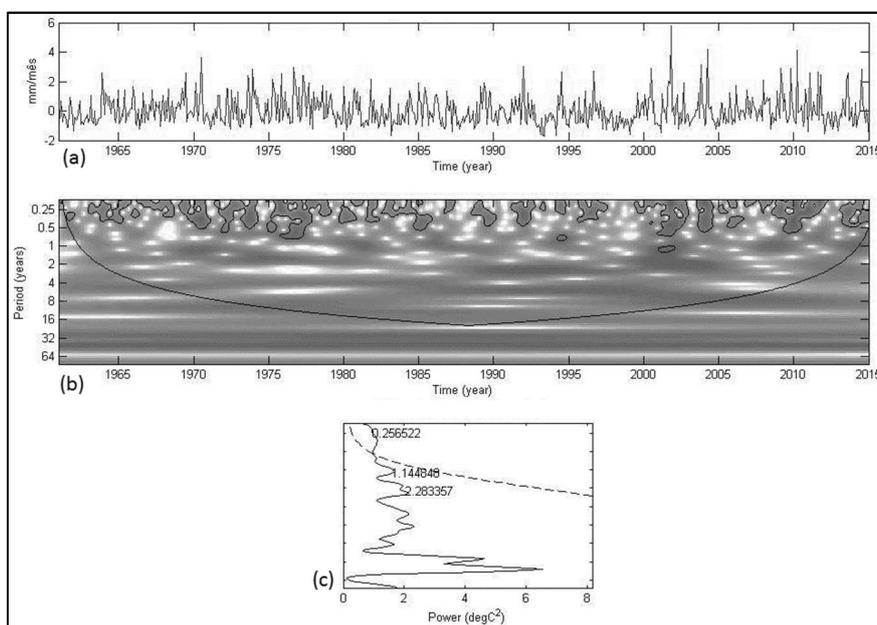


**Figura 1:** Precipitação total filtrada pelo filtro HP com o parâmetro penalizador de 14.400.

Através da aplicação das análises de ondaletas foi identificada a atuação da escala sazonal de 0,25-0,5 anos, atuando na série normalizada de precipitação de Maceió (sem utilização do filtro HP), conforme mostra o Espectro de Potência (EPO) (Figura 2b). Já o Espectro Global (EGO) (Figura 2c) demonstra que a escala sazonal apresentou significância estatística. A interação de fenômenos desfavoráveis à precipitação (ODP, Dipolo do atlântico e ENOS) (ROCKWOOD et al., 1988; SILVA, 2009) propicia a redução da escala sazonal, causando picos negativo de precipitação. A Exemplo o ano de 1997/98 em que não foi verificado a presença da escala sazonal devido um El Niño intenso, que conseqüentemente, causou a redução no índice de precipitação de Maceió (Figura 2a).

A Figura 3 apresenta os valores de precipitação total anual entre os anos de 1961 e 2015. O ano de 1977 foi considerado o mais chuvoso de toda esta série de dados, sendo registrados um total de 2888,8 mm/ano. Após este pico, os valores obtiveram uma queda considerável até o ano de 1983, onde registrou-se 1256,96 mm/ano, sendo um dos anos com maior escassez de chuva no período de estudo. Estes valores

podem estar relacionados ao El Niño que ocorreu entre os anos de 1982/1983 no início da fase quente da ODP, este um dos ENOS mais fortes já registrados. O mesmo impacto do ENOS pode ser observado no ano de 1993, o qual foi o ano com menor registro de chuvas, com apenas 818,6 mm/ano, o mesmo observa-se nos anos de 1997 e 1998.



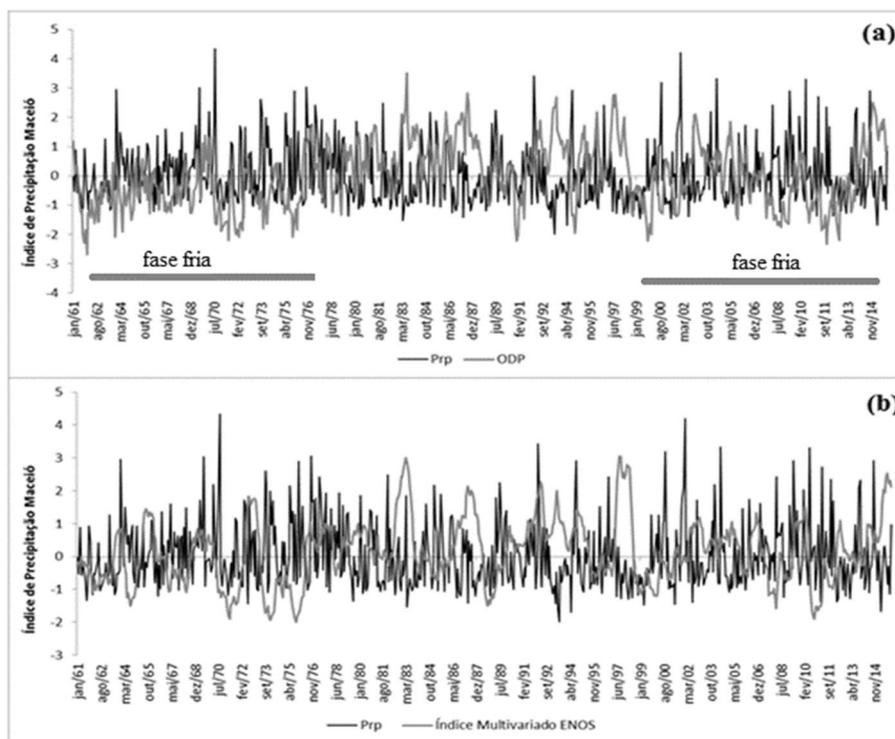
**Figura 2:** Análise de Ondeletas (a) Índice de precipitação Maceió (b) Espectro de Potência EPO (c) Espectro Global EGO.

O período chuvoso de Maceió se estende entre os meses de Abril à Julho (LYRA et al., 2017), que é comprovado na soma total dos valores de precipitação de todos os anos da série para cada mês, onde estes meses possuem mais de 12.000mm registrados. Os níveis de precipitação durante o Verão desta região caracterizam-se, principalmente, pela elevada taxa do Vórtice ciclônico de altos níveis (VCAN), da Zona de convergência intertropical, a qual encontra-se em sua posição mais a sul durante esta estação do ano, assim como os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM), que também compõem a lista de sistemas responsáveis pela precipitação nesta região, conforme descrito por Silva et al. (2011). Porém, o principal componente responsável pelas chuvas durante a chamada quadra chuvosa, que compõe estes quatro meses supracitados, são os Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOLs), caracterizado principalmente durante os meses de Junho e Julho (SILVA et al., 2011).



**Figura 3:** Valores de precipitação total (mm) entre os anos de 1961 e 2015.

Na associação do IPDO com o índice de precipitação de Maceió (Figura 4a), notou-se uma maior periodicidade de extremos de precipitação no período anterior a 1977 e após o ano de 1999, que de acordo com Mantua et al. (1997) e Molion (2005) a ODP se configurava na fase fria, conduzindo a uma maior frequência e intensidade de eventos de La Niña que causa aumento na precipitação do NEB. Já os eventos El Niño foram, em sua maioria, menos intensos e curtos. Respalhando nos trabalhos de Siqueira et al. (2006), Silva (2009) e Silva et al. (2016). Em relação ao IME (Figura 4b), observou-se que os maiores valores do IME (1982-1983, 1993 e 1997-1998) acarretam redução relativa no índice de precipitação de Maceió, devido estes anos representarem eventos de El Niño intensos.



**Figura 4:** (a) Índice da Oscilação Decadal do Pacífico (IPDO) (b) índice Multivariado ENOS (IME) em relação à Precipitação de Maceió/AL.

## CONCLUSÕES

O filtro HP demonstrou ser uma ferramenta compatível para estudar tendências de precipitação em séries temporais de variáveis meteorológicas. Pôde-se observar que a tendência de precipitação não se manteve uniforme, apresentando oscilações características ao sinal da ODP (redução da tendência de precipitação na fase fria e aumento da tendência na fase quente).

Na análise de ondeletas, através do EPO, identificou-se de forma clara a atuação da escala sazonal de 0,25-0,5 anos na precipitação de Maceió, onde é notório que a ausência da escala sazonal contribui para a redução do índice de precipitação. A variabilidade do índice precipitação de Maceió quando comparadas aos índices oceânicos IME e IPDO ocorre de formas distintas. O IME quando se intensifica em consequência de eventos de El Niño intensos ocasiona uma redução na precipitação de Maceió. Já o IPDO influencia na maior frequência de eventos extremos de precipitação quando a ODP se configura na fase fria.

## REFERÊNCIAS

- AMBRIZZI, T.; ROCHA, R.; MARENGO, J.; PISNITCHENKO, A. I.; ALVES, L.; FERNANDEZ, J. P.. **Cenários regionalizados de clima no Brasil para o século XXI**: projeções de clima usando três modelos regionais. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007.
- ANDREOLI, R. V.; ARAÚJO, R. G.; KAYANO, M. T.; SOUZA, R. A. F. D.; CANDIDO, L. A.. A influência do evento El Niño-Oscilação Sul e Atlântico Equatorial na precipitação sobre as regiões norte e nordeste da América do Sul. **Acta Amazônica**, v.43, n.4, p.469-480, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672013000400009>
- ADAM, K. N.; COLLISCHONN, W.. Análise dos impactos de mudanças climáticas nos regimes de precipitação e vazão na bacia hidrográfica do rio Ibicuí. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.18, n.3, p.69-79, 2013.
- ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; ZULLO JUNIOR, J.; ÁVILA, A. M. H.. Impactos das mudanças climáticas no zoneamento agrícola do café no Brasil. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, v.39, n.11, p.1057-1064, 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2004001100001>
- BALCILAR, M.. **Miscellaneous time series filters, mfilterpackage**. Statistical Software, 2009.
- BERNARDO, S. O.. **Clima e suas anomalias para a Cidade de Maceió**. Monografia (Bacharelado em Física) - Universidade Federal de Alagoas, 1999.
- COX, P.; HARRIS, P. P.; HUNTINGFORD, C.; BETTS, R. A.; COLLINS, M.; JONES, C. D.; JUPP, T. E.; MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A.. Increasing risk of Amazonian Drought due to decreasing aerosol pollution. **Nature**, London, v.453, p.212-16, 2008. DOI: <http://doi:10.1038/nature06960>
- HODRICK, R. J.; PRESCOTT, E. C.. Post-war US business cycles: an empirical investigation'. **Journal of Money, Credit and Banking**, v.29, n.1, p.1-16, 1997.
- KAYANO, M. T.; MOURA, A. D.. O El Niño de 1982-83 e a precipitação sobre a América do Sul. **Revista Brasileira de Geofísica**, v.4, p.201-214, 1986.
- LOPES, F. Z.; DINIZ, G. B.; MARQUES, J. R.. Relação entre o Multivariate Enso Index (MEI) e a TSM das Regiões dos Niños com a Precipitação em Regiões Homogêneas do Estado do Rio Grande do Sul. **Anuário do Instituto de Geociências**. v. 30, n. 2, p. 11-22, 2007.
- LYRA, M. J. A.; JANUÁRIO, I. R.; BONFIM, O. E. T.; CAVALCANTE, L. V. C.. Influência do El Niño Oscilação Sul na precipitação mensal de Maceió-AL através da utilização do filtro Hodrick-Prescott. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CLIMATOLOGIA, 7. **Anais**. Petrópolis: SIC, 2017.
- MANTUA, N. J.; HARE, S. R.; ZHANG, Y.; WALLACE, J. M.; FRANCIAS, R. C.. A Pacific Interdecadal Climate Oscillation with impacts on Salmon production. **Bulletin of American Meteorological Society**, v.78, p.1069-1079. DOI: [https://doi.org/10.1175/1520-0477\(1997\)078<1069:APICOW>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0477(1997)078<1069:APICOW>2.0.CO;2)
- MARENGO, J. A.; ALVES, L.; VALVERDE, M.; ROCHA, R.; LABORBE, R.. **Eventos extremos em cenários regionalizados de clima no Brasil e América do Sul para o Século XXI**: Projeções de clima futuro usando três modelos regionais. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007.
- MARENGO, J. A.. O futuro clima do Brasil. **Revista USP**, n.103, p.25-32, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i103p25-32>
- MILLY, P. C. D.; DUNNE, K. A.; VECCHIA, A. V.. Global pattern of trends in streamflow and water availability in a changing climate. **Nature**, v.438, p.347-50, 2005. DOI: <http://10.1038/nature04312>
- MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S. O.. Uma Revisão das chuvas no Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.17, n.01, p.1-10, 2002.
- MOLION, L. C. B.. Aquecimento Global, El Niños, Manchas Solares, Vulcões e Oscilação Decadal do Pacífico. **Revista Climanalise**, 2005.
- ROCKWOOD, A. A.; MADDOX, R. A.. Mesoscale and synoptic scale interactions leading to intense convection: The case of 7 June 1982. **Weather and Forecasting**, v.3, n.1, p.51-68, 1988.
- SILVA, B. F. P.; FEDOROVA, N.; LEVIT, V.; BRITO, B. M. & PERESETSKY, A.. Sistemas sinóticos associados às precipitações intensas no Estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.26, n.3, p.295-310. 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-77862011000300001>.
- SILVA, D. F.. **Análise de aspectos climatológicos, agrônômicos, ambientais e de seus efeitos sobre a bacia hidrográfica do Rio Mundaú (AL e PE)**. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2009.
- SILVA, G; DA SILVA, D. F.. Análise da influência climática sobre a produção agrícola no semiárido cearense. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.9, n.2, p.643-657, 2016.
- SILVA, W. L.; DEREZYNSKI, C. P.. Caracterização Climatológica e Tendências Observadas em Extremos Climáticos no Estado do Rio de Janeiro. **Anuário do Instituto de Geociências**, v.37, n.2, p.123-138, 2014.
- SIQUEIRA, A. H.; MOLION, L. C. B.. Utilização do filtro Hodrick-Prescott nas análises de dados climáticos. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.11, n.2, p.25-41, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v11i0.29224>
- SIQUEIRA, A. H. B.; SOUZA, L. O.; VAZ, J. C. M.; MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S. O.; SALVADOR, M. A.; OLIVEIRA, J. P. P.. Impactos do ENOS no Norte e Nordeste Brasileiros e sua relação com a Oscilação Decadal do Pacífico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14. **Anais**. Florianópolis, 2006.
- WENG, H.; LAU, K-M.. Wavelets, period doubling, and time-frequency localization with application to organization of convection over the Tropical Western Pacific. **Journal of the Atmospheric Sciences**, v.51, n.17, p.2523-2541, 1994. DOI:

[https://doi.org/10.1175/1520-0469\(1994\)051<2523:WPDATL>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0469(1994)051<2523:WPDATL>2.0.CO;2)

WOLTER, K.; TIMLIN, M. S.. El Niño/Southern Oscillation behaviour since 1871 as diagnosed in an extended multivariate ENSO index. **International Journal of**

**Climatology**, v.31, n.7, p.1074-1087, 2011. DOI: <https://10.1002/joc.2336>

ZHANG, Y., WALLACE, J. M.; BATTISTI, D. S.. ENSO-like interdecadal variability: 1900-93. **Journal of Climate**, v.10, p.1004-1020, 1997. DOI: [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(1997\)010<1004:ELIV>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(1997)010<1004:ELIV>2.0.CO;2)

A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detém os direitos materiais desta publicação. Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas sob coordenação da **Sustenere Publishing**, da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.