

# ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE A PRECIPITAÇÃO SAZONAL DE CAMPINA GRANDE E AS OSCILAÇÕES INTERANUAIS E INTERDECADAL DOS OCEANOS ATLÂNTICO E PACIFICO

Ávila, P.L.R. <sup>1</sup>, BRITO, J. I. B. <sup>2</sup>, Figueira, W.S. <sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Universidade Federal de Campina Grande, [panloly@hotmail.com](mailto:panloly@hotmail.com)

<sup>2</sup> Universidade Federal de Campina Grande, [ivaldo@dca.ufcg.edu.br](mailto:ivaldo@dca.ufcg.edu.br)

<sup>3</sup> Universidade Federal de Campina Grande, [wal.figueira@gmail.com](mailto:wal.figueira@gmail.com)

**Resumo:** Este trabalho tem por objetivo conhecer a correlação entre as oscilações interanuais e interdecadal dos oceanos atlântico e pacífico sobre a variabilidade interanual da precipitação sazonal de Campina Grande a partir de uma série de mais de 50 anos de dados de cada variável analisada. De posse destes dados fez-se um estudo da climatologia pluviométrica e análise temporal do comportamento da precipitação sazonal através de gráficos confeccionados no Excel e posteriormente buscou-se através do estudo da análise de componentes principais verificar as correlações obtidas entre a precipitação sazonal e os seguintes eventos: Oscilação Multidecadal do Atlântico (AMO), Índice Multivariado do ENSO (MEI), Oscilação do Atlântico Norte (NAO), Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) e Niño 3.4 utilizando o SPSS para realizar as correlações e confecção dos gráficos. Os resultados mostram que a variabilidade da precipitação sazonal de Campina Grande, em escala interanual, não sofre influência direta destes campos estudados.

Palavras-chave: Precipitação, interanual e interdecadal.

**Abstract:** This work aims to understand the correlation between the interannual and interdecadal oscillations of the atlantic and pacific oceans on interannual variability of seasonal rainfall of Campina Grande from a series of more than 50 years of data for each variable. Using these data we carried out a study of rainfall climatology and analyze the temporal behavior of the seasonal rainfall through graphs made in Excel and then sought through the study of principal component analysis to verify the correlations between seasonal precipitation and the following events: the Atlantic Multidecadal Oscillation (AMO), the Multivariate ENSO Index (MEI), the North Atlantic Oscillation (NAO), the Pacific Decadal Oscillation (PDO) and Niño 3.4 using SPSS to perform correlations and graph creation. The results show that the variability of seasonal rainfall of Campina Grande, scale interannual not directly influenced by these fields studied.

## 1- Introdução

Nos últimos anos, a humanidade tem se preocupado cada vez mais no que diz respeito às alterações climáticas globais. No caso de Campina Grande, a existência de séries históricas de observações meteorológicas com mais de 50 anos permite a realização de estudos que busquem identificar a influência de fatores que influenciam na precipitação desta.

O El Niño é um fenômeno atmosférico-ocênico caracterizado por um aquecimento anormal das águas superficiais no Oceano Pacífico Equatorial e que pode afetar o clima regional e global, mudando os padrões de vento em nível mundial e, afetando, assim, os regimes de chuva em regiões tropicais e de latitudes médias.

Outra medida da intensidade do El Niño é o Índice Multivariado do El Niño Oscilação Sul (MEI), que pode ser descrito como o índice numérico que integra a ação de diferentes fatores que caracterizam o fenômeno e que oscila entre valores positivos para a fase quente, o El Niño, e negativo para a fase fria, a La Niña, e que considera, na sua composição, as seguintes variáveis: pressão ao nível do mar, as componentes zonal e meridional do vento em superfície, a temperatura da superfície do mar, a temperatura do ar em superfície e um indicador de nebulosidade (Lay & Aiello, 2001).

Na segunda metade da década de 1990, foi identificada outra oscilação na temperatura do Oceano Pacífico, diferente em escala espacial e temporal do ENOS (Mantua et al., 1997) – com duração de 20 a 30 anos, ou seja, muito superior a do ENOS – e, por isso, foi denominada de Oscilação Decenal do Pacífico (ODP). Assim, estudos posteriores vieram a caracterizar as fases

quentes e frias no Oceano Pacífico Norte como “Oscilação Decadal do Pacífico (ODP)”. Na fase fria, ocorrem anomalias negativas da TSM no Pacífico Tropical e positivas no Pacífico Extratropical, nos dois hemisférios, enquanto, na fase quente, as alterações da TSM são opostas, com anomalias positivas no Pacífico Tropical e negativas nas duas regiões Extratropicais do Pacífico (Mantua et al., 1997). Durante o século 20, foi identificada uma fase fria (1947–1976) que separou duas fases quentes (1925–1946 e 1977–1998) da ODP (Mantua, 2002). O período anterior a 1925 não está bem definido quanto à ODP (Mantua, 2002), e o período após 1998 ainda é curto para ser caracterizado quanto à ODP, mas há uma expectativa crescente de que possa ser uma nova fase fria (Molion, 2004).

A Oscilação do Atlântico Norte - OAN se constitui num modo, de grande escala, de variabilidade climática natural com impactos no tempo, no clima e no ambiente marinho (e em sistemas biológicos), na região do Oceano Atlântico Norte e nos continentes próximos. Ela é responsável por flutuações climáticas interanuais, de grande amplitude, e é conhecida como um fenômeno atmosférico há pelo menos 200 anos.

O índice OAN é considerado positivo quando a Alta Pressão dos Açores e a Baixa Pressão da Islândia mostram-se mais intensas do que o usual. Quanto mais intensas essas variáveis, mais positivo o índice se apresenta. Já o OAN é negativo no momento em que as referidas pressões estão pouco intensas, ou seja, quando a Baixa Pressão da Islândia e a Alta Pressão dos Açores estão mais fracas do que o normal.

A TSM do Atlântico Norte mostra, desde o início das observações instrumentais, um ciclo de 65-75 anos (amplitude de  $\sim 0,4^{\circ}\text{C}$ ), com fases aparentemente quentes entre 1860-1880 e 1930-1960 e fases frias entre 1905-1925 e 1965-1990, (Schlesinger e Ramankutty, 1994). Aparentemente, a AMO modula a intensidade e frequência de furacões, secas no NE brasileiro e no Sahel, as teleconexões do ENSO e pode até mesmo estar contribuindo para o aquecimento global constatado nos últimos anos (Kerr, 2000 e 2005; Enfield et al., 2001).

Este trabalho tem por objetivo analisar a influencia das oscilações interanuais e interdecenais na variabilidade interanual da precipitação sazonal de campina grande-PB.

## **2- Matérias e Métodos**

A cidade de Campina Grande localiza-se no interior do estado da Paraíba, na região do agreste, na parte oriental do Planalto da Borborema. Sua altitude média é de 555 metros acima do nível do mar. A área do município abrange 594 km<sup>2</sup> e está incluído na área geográfica do semiárido brasileiro, mas apresenta clima tropical de altitude. As temperaturas máximas durante o ano ficam em torno de 30°C, no verão e 25°C, no inverno; e as mínimas entre 20°C no verão e 18°C no inverno. O período chuvoso tem início em março e término em agosto apresentando totais pluviométricos por volta de 776,2 mm/ano.

### **2.1- Dados**

Os dados meteorológicos utilizados na presente pesquisa foram as séries temporais de precipitação de Campina Grande (PRP), no período de 1950 a 2011, obtida na Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas (UACA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) obtido no site [www.washington.edu/pdo](http://www.washington.edu/pdo), Oscilação do Atlântico Norte (NAO) obtida no NOAA Climate Prediction Center (CPC), Índice Multivariado do ENSO (MEI) obtida no site [www.esrl.noaa.gov/psd/data/correlation/mei.data](http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/correlation/mei.data) e Oscilação Multivariado do Atlântico (AMO) obtida no site [www.esrl.noaa.gov/psd/data/correlation/amon.sm.data](http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/correlation/amon.sm.data). Todos no período de 1950 a 2011.

### **2.2- Metodologia**

A partir dos dados obtidos das variáveis citadas trabalhou-se inicialmente no excel, pois foram feitas a climatologia e as séries sazonais da precipitação e das demais variáveis. Estas séries foram correlacionadas fazendo uso da análise de componentes principais no SPSS.

As Componentes Principais (CPs) constituem uma técnica estatística multivariada alternativamente chamada de Funções Ortogonais Empíricas (FOE) bastante utilizada em Meteorologia e Oceanografia (Wilks, 1995). O objetivo das CPs é reduzir o número de variáveis de um conjunto de dados, preservando a sua variância total, o que permite identificar padrões e processos associados às variáveis observadas. Assim sendo, as CPs são obtidas através de combinações lineares das variáveis originais utilizadas, o que conduz a maior parte da informação para as primeiras componentes.

### 3- Resultados

#### 3.1- Análise climatológica e sazonal

Será apresentada uma análise da climatologia pluviométrica de Campina. Onde de acordo com a figura 1 podemos observar que este regime é regido praticamente por dois regimes pluviométricos um chuvoso (que vai de março a agosto) e outro menos chuvoso (que vai de setembro a fevereiro) com pico máximo de 118,3 mm em abril e mínimo de 11,2 mm em outubro.

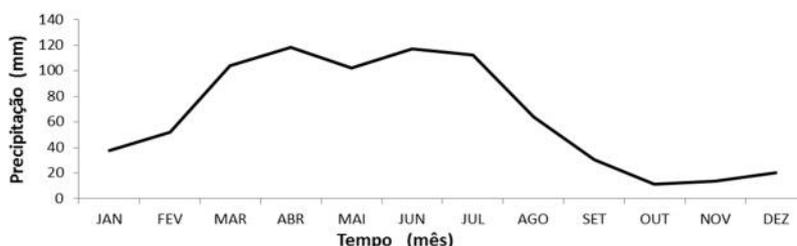


Figura 1- Climatologia da precipitação de Campina Grande para o período de 1950 a 2011.

A figura 2 mostra uma análise temporal da sazonalidade da precipitação de Campina Grande, onde inicialmente podemos verificar que de acordo com a análise feita da climatologia os trimestres de MAM e JJA apresentam comportamento pluviométrico similar ao longo do período estudado. Assim como os trimestres de SON e DJF também apresentam comportamento similar com exceção de alguns anos em DJF apresentam grandes picos de precipitação.

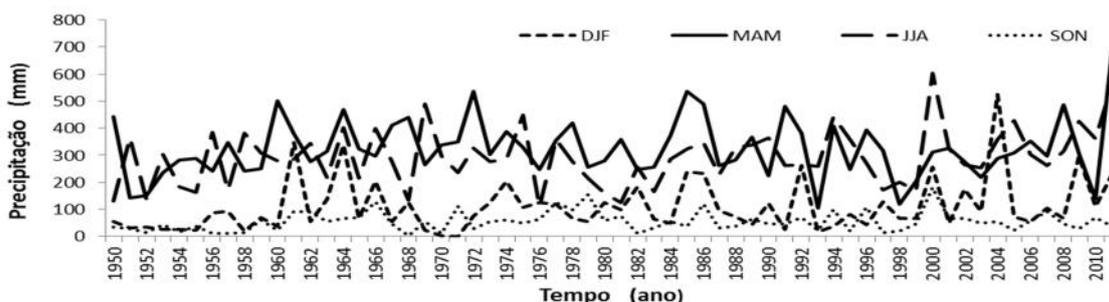


Figura 2- Análise sazonal da precipitação de Campina Grande para o período de 1950 a 2011.

#### 3.2- Análises das correlações sazonais

Após análise climatológica da precipitação iremos analisar o comportamento sazonal desta em relação aos campos de AMO, MEI, NAO, NINO 3.4 e ODP. Assim de acordo com a Tabela 1 que mostra a matriz de correlação entre estes variáveis podemos verificar que a precipitação em termos sazonais não é influenciada pelos campos estudados aqui, pois elas apresentam correlações baixas e em alguns casos até negativa.

**Tabela 1-** Matriz de correlação da precipitação sazonal de Campina Grande com as variáveis AMO, MEI, NAO, NINO 3.4 e ODP.

**Correlation Matrix<sup>a</sup>**

	PRP_DJF	AMO	MEI	NAO	ODP	NINO3.4	
Correlation	PRP_DJF	1,000	-,003	-,043	-,046	,064	-,029
	AMO	-,003	1,000	-,012	-,131	-,069	,058
	MEI	-,043	-,012	1,000	-,037	,524	,975
	NAO	-,046	-,131	-,037	1,000	-,031	-,102
	ODP	,064	-,069	,524	-,031	1,000	,475
	NINO3.4	-,029	,058	,975	-,102	,475	1,000
Sig. (1-tailed)	PRP_DJF		,491	,371	,363	,313	,411
	AMO	,491		,463	,156	,298	,329
	MEI	,371	,463		,387	,000	,000
	NAO	,363	,156	,387		,406	,217
	ODP	,313	,298	,000	,406		,000
	NINO3.4	,411	,329	,000	,217	,000	

a. Determinant = ,028

**Correlation Matrix<sup>a</sup>**

	PRP_MAM	AMO	MEI	NAO	ODP	NINO3.4	
Correlation	PRP_MAM	1,000	-,365	-,376	,216	-,167	-,386
	AMO	-,365	1,000	,287	-,304	,189	,331
	MEI	-,376	,287	1,000	,104	,707	,914
	NAO	,216	-,304	,104	1,000	,056	,090
	ODP	-,167	,189	,707	,056	1,000	,554
	NINO3.4	-,386	,331	,914	,090	,554	1,000
Sig. (1-tailed)	PRP_MAM		,002	,001	,046	,097	,001
	AMO	,002		,012	,008	,070	,004
	MEI	,001	,012		,210	,000	,000
	NAO	,046	,008	,210		,333	,244
	ODP	,097	,070	,000	,333		,000
	NINO3.4	,001	,004	,000	,244	,000	

a. Determinant = ,042

**Correlation Matrix<sup>a</sup>**

	PRP_JJA	AMO	MEI	NAO	ODP	NINO3.4	
Correlation	PRP_JJA	1,000	,083	-,080	-,160	-,170	-,045
	AMO	,083	1,000	,017	-,372	,009	,052
	MEI	-,080	,017	1,000	,035	,633	,897
	NAO	-,160	-,372	,035	1,000	,027	-,018
	ODP	-,170	,009	,633	,027	1,000	,480
	NINO3.4	-,045	,052	,897	-,018	,480	1,000
Sig. (1-tailed)	PRP_JJA		,259	,269	,107	,093	,364
	AMO	,259		,448	,001	,472	,343
	MEI	,269	,448		,395	,000	,000
	NAO	,107	,001	,395		,418	,445
	ODP	,093	,472	,000	,418		,000
	NINO3.4	,364	,343	,000	,445	,000	

a. Determinant = ,087

**Correlation Matrix<sup>a</sup>**

	PRP_SON	AMO	MEI	NAO	ODP	NINO3.4	
Correlation	PRP_SON	1,000	-,131	-,082	,171	-,131	-,091
	AMO	-,131	1,000	-,061	-,281	-,281	-,020
	MEI	-,082	-,061	1,000	,048	,636	,960
	NAO	,171	-,281	,048	1,000	-,004	,061
	ODP	-,131	-,281	,636	-,004	1,000	,561
	NINO3.4	-,091	-,020	,960	,061	,561	1,000
Sig. (1-tailed)	PRP_SON		,155	,264	,092	,155	,241
	AMO	,155		,320	,014	,013	,438
	MEI	,264	,320		,356	,000	,000
	NAO	,092	,014	,356		,486	,319
	ODP	,155	,013	,000	,486		,000
	NINO3.4	,241	,438	,000	,319	,000	

a. Determinant = ,033

A Tabela 2 mostra a matriz da variância explicada obtida a partir da análise de componentes principais, é possível verificar que de acordo com os resultados obtidos ela não mostra uma boa explicação, pois as variâncias explicadas variam entre 75,4% utilizando 3 componentes no para o trimestre de DJF e 63,89% utilizando duas componentes no trimestre de JJA

**Tabela 2-** Matriz da variância explicada precipitação sazonal de Campina Grande com os Campos de AMO, MEI, NAO, NINO 3.4 e ODP.

**Total Variance Explained**

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	2,353	39,222	39,222	2,353	39,222	39,222	2,347	39,124	39,124
2	1,144	19,070	58,292	1,144	19,070	58,292	1,148	19,127	58,250
3	1,026	17,106	75,398	1,026	17,106	75,398	1,029	17,148	75,398
4	,857	14,277	89,675						
5	,600	9,995	99,670						
6	,020	,330	100,000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

**Total Variance Explained**

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	2,819	46,991	46,991	2,819	46,991	46,991	2,624	43,735	43,735
2	1,410	23,495	70,486	1,410	23,495	70,486	1,605	26,750	70,486
3	,705	11,748	82,234						
4	,601	10,020	92,254						
5	,403	6,722	98,976						
6	,061	1,024	100,000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

**Total Variance Explained**

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	2,377	39,621	39,621	2,377	39,621	39,621	2,372	39,537	39,537
2	1,444	24,065	63,686	1,444	24,065	63,686	1,449	24,149	63,686
3	,941	15,682	79,368						
4	,621	10,347	89,715						
5	,536	8,936	98,652						
6	,081	1,348	100,000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

**Total Variance Explained**

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	2,499	41,646	41,646	2,499	41,646	41,646	2,496	41,598	41,598
2	1,398	23,299	64,945	1,398	23,299	64,945	1,401	23,348	64,945
3	,906	15,106	80,051						
4	,779	12,981	93,032						
5	,383	6,379	99,411						
6	,035	,589	100,000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

## 4- Conclusão

Este estudo vem mostrar através da análise de componentes principais que variabilidade sazonal da precipitação de Campina Grande não é influenciada de maneira direta pelas oscilações interanuais e interdecadal dos Oceanos Atlântico e Pacífico conforme visto através dos resultados obtidos neste estudo neste trabalho.

## 5- Bibliografia

WILKS, D.S. Statistical Methods in the Atmospheric Sciences. Academic Press, San Diego, 1995. 467p.

MANTUA, N. (2002). How Does the Pacific Decadal Oscillation Impact Our Climate?, *The Climate Report*, Vol. 1, Number 1, winter 2000 / *CRS-Climate Risk Solutions*, copyright 2002.

MANTUA, N.J.; HARE, S.R.; ZHANG Y.; WALLACE, J.M.; FRANCIS R.C: A Pacific interdecadal climate oscillation with impacts on salmon production. *Bull. Amer. Meteor. Soc.* v. 78, p. 1069-1079, 1997.

MOLION, L.C.B., BERNARDO S.O.; OLIVEIRA, C.P. Variabilidade da circulação de grande escala sobre o atlântico Subtropical. In: *Anais do XIV CBMET*, 2004, Fortaleza, 2004.

CAYAN, D. R et al, 1998: Decadal Variability of Precipitation over Western North America. *J. Climate*, 11, 3150- 3166.

Lay, J. A.& Aiello, J. L. 2001. Relaciones entre el MEI (Multivariate ENSO Index) y las precipitaciones en la Argentina continental. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE METEOROLOGIA, 9. CONGRESSO ARGENTINO DE METEOROLOGIA, 8. CLIMET 9, COMET 8, Buenos Aires del 7 al 11 de Mayo, 2001 CD-ROM.

Enfield DB, Mestas-Núñez AM, Trimble PJ. 2001. The Atlantic Multi-decadal Oscillation and its relationship to rainfall and river flows in continental U.S.. *Geophysical Research Letters*, 28: 2077-2080.

Kerr R. 2000. A North Atlantic climate pacemaker for the centuries. *Science*, 288(5473): 1984

Gray ST, Graumlich LJ, Betancourt JL, Pederson GT. 2004. A tree-ring based reconstruction of the Atlantic Multidecadal Oscillation since 1567 A.D. *Geophysical Research Letters*, 31: L12205.

Schlesinger ME, Ramankutty N. 1994. An oscillation in the global climate system of period 65-70 years. *Nature*, 367: 723-726.