

INTERAÇÃO OCEANO ATMOSFERA E SE SEUS IMPACTOS NAS SECAS DOS ÚLTIMOS 1000 ANOS. UMA ANÁLISE PALEOCLIMÁTICA.

Tyhago Araújo Dias¹; Francisco de Assis Souza Filho²; Luiz Martins Araujo Junior³; Cleiton da Silva Silveira⁴

Resumo – O presente trabalho tem como objetivo analisar os eventos de seca ocorridos nos últimos mil anos no Nordeste Brasileiro (NEB) a evolução temporal dos eventos de secas segundo os modelos do PMIP3 e a capacidade de representar mudanças climatológicas forçadas por mecanismos de baixa frequência e com a componente oceânica se correlaciona, os modelos podem ser utilizados para sinalizar a ocorrência dos eventos de seca no NEB fomentando o conhecimento de mais longo prazo e assim aumentar o nível de confiança em projeções futuras.

Palavras-Chave – Paleoclimatologia, Paleosecas.

INTERACTION OCEAN ATMOSPHERE AND ITS IMPACTS ON DRY OF THE LAST 1000 YEARS. A PALEOCLIMATIC ANALYSIS.

Abstract – The present work has the objective of analyzing the drought events occurring in the last thousand years in the Brazilian Northeast (NEB) the temporal evolution of drought events according to the PMIP3 models and the capacity to represent climatological changes forced by low frequency mechanisms and with the Oceanic component correlates, models can be used to signal the occurrence of drought events in the NEB by fostering longer-term knowledge and thus increase the level of confidence in future projections.

Keywords – Paleoclimatology, Paleodry.

INTRODUÇÃO

O Nordeste Brasileiro (NEB) é uma região muito suscetível climatologicamente a eventos de seca, segundo Keyantash e Dracup (2002) secas são os desastres naturais com maior custo no mundo, eventos caracterizados por uma longa duração e relativamente de baixa previsibilidade, a história do NEB é marcada por eventos de grandes secas causando um alto custo financeiro devido a perda da produção agrícola e inibição da industrialização, por falta de segurança hídrica e social devido a migração da população a procura de terra mais produtivas ou na sua maioria migrando para os grandes centro urbanos.

Esse impacto é amplificado quando os eventos são sucessivos, anos seguidos de seca, agravando a situação dos reservatórios impossibilitando a sua recarga tornando o sistema de alocação entre todos os usuários mais complexo.

¹Universidade Federal do Ceará - Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental: Bloco 713 - 1.º Andar - Centro de Tecnologia
CEP 60451-970 - Fone: +55 (85) 3366 9624

²

As projeções climáticas para o final do século sobre o Nordeste Brasileiro (NEB) segundo o conjunto de modelos do Coupled Model Intercomparison Project (CMIP5) mostram uma grande dispersão, enquanto modelos mostram um viés de aumento na média de precipitação anual, outros não mostram mudanças significativas enquanto alguns apresentam uma diminuição, três cenários distintos com uma política pública de longo prazo diferente para cada um deles.

Fica claro que ainda se tem muito a desenvolver sobre o conhecimento do clima no NEB e os eventos de seca, como os mecanismos forçantes do clima de baixa frequência atuam a longo prazo e o papel da ação antropogenética na mudança do equilíbrio climático.

Uma alternativa para melhor entender a mudança do clima forçado por esses mecanismos de baixa frequência e os impactos que esse processos tem na duração e intensidade dos fenômenos de seca é o estudo paleoclimático que pode ajudar a contar a história do clima como a resposta a essas mudanças, com essa intenção Paleoclimate Modelling Intercomparison Project (PMIP) tem a proposta de compreender os mecanismos de mudança do clima, identificar os fatores climáticos que moldam o nosso ambiente e avaliar a capacidade dos modelos em reproduzir diferentes respostas ao clima (Braconnot et al., 2012).

Para esse estudo foi analisado a variável precipitação pluviométrica para as simulações Historical (1850 a 2005) e Last Millennium (850 a 1850) dos modelos CMIP5/PMIP3 descrito segundo Taylor et al., (2009) sobre o NEB setentrional e os dados do Climatic Reserch Unit (CRU). Uma investigação sobre as paleosecas ocorridas no ultimo século analisadas por dados observados do CRU e uma comparação com os dados simulados pelos modelos do PMIP3 utilizando Standard Precipitation Índex (SPI).

MATERIAIS E MÉTODOS

Mudanças nos parâmetros orbitais da Terra são introduzidas (obliquidade, excentricidade e posição do periélio), pois elas implicam uma mudança da distribuição da insolação, levando a uma mudança significativa da circulação geral da atmosfera, tornando as condições do clima diferente da atual, para o estudo realizado os parâmetros orbitais nas simulações *historical* e *past1000* são os mesmos como mostrado na tabela 01, foi utilizada a insolação conforme Berger (1978).

Tabela 01. Sumário das condições de contorno.

Parâmetros orbitais	[ecc= 0.016724] - [obl= 23.446°] - [peri-180°= 102.04°]
Concentração de Gases	[CO ₂ = 280 ppm] - [CH ₄ = 760 ppb] - [N ₂ O= 0.2658 ppm] - [CFC= 0] - [O ₃ = Modern - 10 DU]

Fonte: (Taylor et al., 2009)

Tabela 02. Lista dos nomes dos modelos, resolução e sigla de referencia para o PMIP. : Beijing Climate Centre System Model (BCC-CSM); Community Climate System Model (CCSM); Centre National de Recherches Météorologiques (CNRM); Common wealth Science and Industrial Research Organization Mark version 3 (CSIRO Mk3); Hadley Centre Global Environment Model version 2 (HadGEM2); L'Institut Pierre-Simon Laplace Coupled

Model (IPSL-CM); Max Plank Institute –Earth System Model (MPI-ESM); Meteorological Research Institute Coupled General Circulation Model (MRI-CGCM).

Modelos	Atmosférico Lat. x Lon.	Oceânico Lat. x Lon.	Referência
BCC-CSM-1	T42L26	360 x 384 L40	Wu (2012)
CCSM4	0.9° x 1,25° L26	320 x 384 L60	Gent et al. (2011)
CNRM-CM5	T127 x L31	362 x 292 L42	Voldoire et al (2012)
CSIRO-MK3-6-0	T63 x L18	192 x 192 L31	Collier et al. (2011)
EC-EARTH-2-2	T159 X L62	362 x 293 L31	Martijn Brandt (2010)
HadGEM2-CC	1.25° x 1.875° L38	360 x 216 L40	Martin et al. (2011)
HadGEM2-ES	1.25° x 1.875° L38	360 x 216 L40	Martin et al. (2011)
IPSL-CM5A-LR	1.875° x 3.75° L39	182 x 149 L31	Dufresne et al. (2012)
MPI-ESM-P	T63L47	256 x 220 L40	Giorgetta et al. (2012)
MRI-CGCM3	T159L48	364 x 368 L51	Yukimoto et al. (2012)

Também foi calculado o SPI (*Standardized Precipitation Index*) proposto por McKee *et al.*, (1993) que tem como objetivo identificar períodos de seca em múltiplas escalas temporais, o SPI é fundamentado na distribuição de probabilidade da precipitação e demonstra o desvio relativamente as condições tidas como normais.

Tabela 03 – Classificação dos valores de SPI de acordo do o Monitor da Seca.

SPI	Classificação	Categoria
0 a -0,99	D0	Seca Ligeira
-1,00 a -1,49	D1	Seca Moderada
-1,50 a -1,99	D2	Seca Severa
≤ -2,00	D3	Seca Extrema

Uma análise sobre a decomposição das series temporais dos dados estudados aplicando técnicas de transformada wavelet para separar a componente do sinal decompondo as funções no domínio da frequência.

RESULTADOS

4.1 Validação do Conjunto de modelos do PMIP3

Os modelos tem grade capacidade em representar os sistemas meteorológicos de grande escala como a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) além do regime de estações nesse sentido as simulações do PMIP3 para o período *historical* mostraram uma concordância consistente com a climatologia vigente da região do NEB considerando seus aspectos espaciais e temporais (ciclo anual). Figura 01

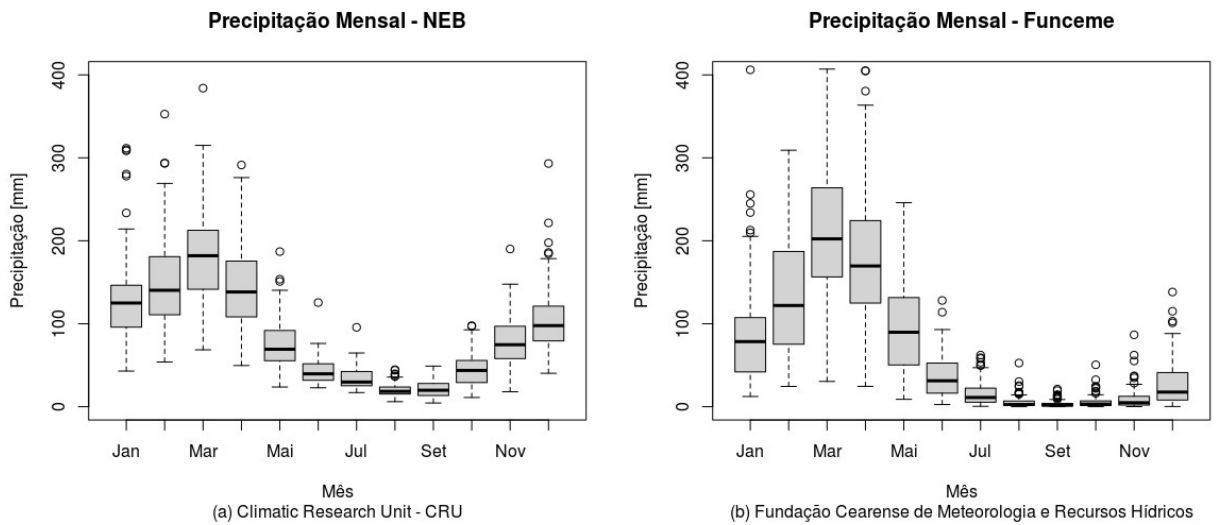


Figura 1: Climatologia do Nordeste Brasileiro

Para o ciclo anual da precipitação em mm/dia os modelos tendem a apresentar valores mais elevados que o observado em destaque o modelo GISS-ER mostra valores muito elevados durante todo o ano assim como o MRI-CGCM3, a média dos modelos acertam a fase do dado observado com grande destreza mesmo que tenha o viés de sobrestimar a precipitação no primeiro semestre em valores em média de 2 mm/dia e sendo para o segundo semestre a curva da média dos modelos e dos valores observados estão quase que sobrepostas. O modelo IPSL-CM5A é o único que permanece todo o ciclo mostrando valores abaixo do observado.

Climatic Research Unit

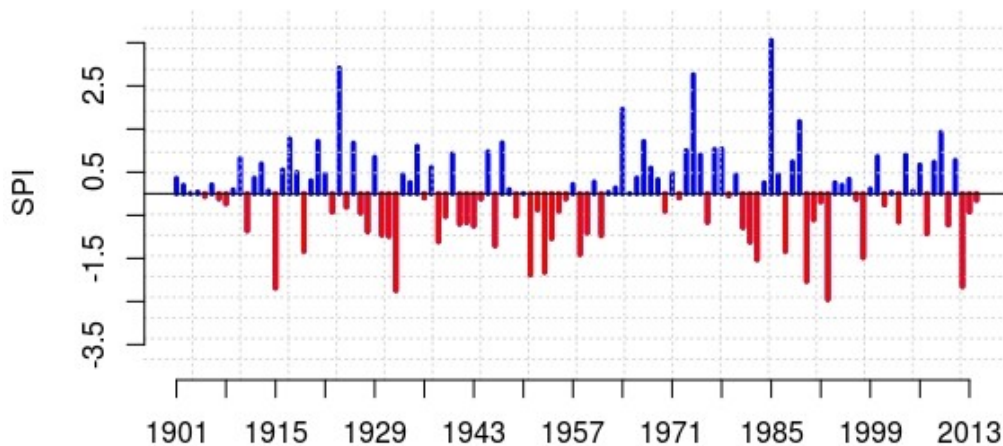


Figura 2: SPI (Standardized Precipitation Index)

Para analisar a influencia do oceano na precipitação e por consequência os eventos de secas foi estudo o índice *Atlantic Multidecadal Oscillation* (AMO), combinado com uma análise de walet, para identificar os mecanismo físicos prováveis dentro do domínio de frequência conhecido e sua possível mudança, como mostrado na figura 03.

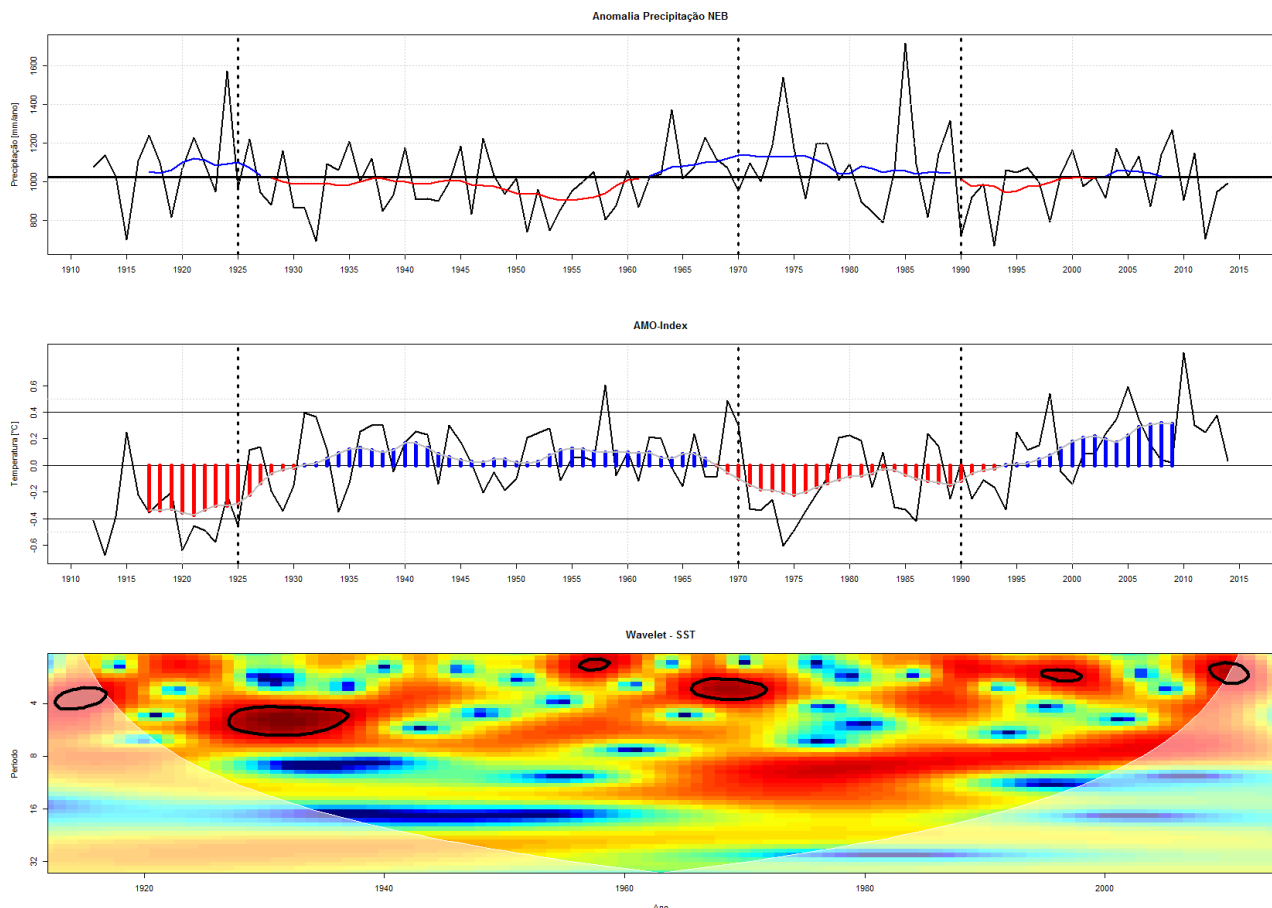


Figura 3: Precipitação Acumulada, SPI-12, Wavelet

CONCLUSÃO.

Os resultados mostram que o NEB durante os últimos mil anos apresentou diferenças na distribuição dos eventos de secas para modelos observados. Mas mesmo que tenha períodos mais úmidos existiram eventos de secas através do SPI podemos estudar a severidade destes eventos e tentar aumentar o nível de conhecimento sobre esses eventos forçados por mecanismos de baixa frequência como se dá no estudo paleoclimático. Conhecer como esses eventos ocorreram no passado sua intensidade e frequência é necessário para poder criar mecanismos de proteção e políticas de combate mais apropriadas para um cenário mais severo.

REFERÊNCIAS

BIRD, Broxton W. et al. Holocene tropical South American hydroclimate revealed from a decadal resolved lake sediment $\delta^{18}\text{O}$ record. **Earth And Planetary Science Letters**, O'hara St., Pittsburgh, v. 130, n. 3-4, p.192-202, 15 Oct. 2011.

CANE, Mark A.. The evolution of El Nino, past and future. **Earth And Planetary Science Letters**, New York, v. 230, n. , p.227-240, 13 Jan. 2005.

CRUZ, F. W., VUILLE, M., BURNS, S. J., WANG, X., CHENG, H., WERNER, M., EDWARDS, R. L., MARMANN, I., AULER, A. S., NGUYEN, H. Orbitally driven east–west antiphasing of South American precipitation. **Nature Geoscience**. DOI: 10.1038/NGEO 444. 2009.

MELO, Maria Luciene Dias de; MARENGO, José Antonio. The influence of changes in orbital parameters over South American climate using the CPTEC AGCM: simulation of climate during the mid Holocene. **The Holocene**, Cachoeira Paulista, p. 501-516. 2008.

MORAN, J.M.; MORGEN, M.D. Meteorology: The atmosphere and the science of weather. Mnneapolis: Burgess Publishing, 1986

PESSENDA, Luiz Carlos Ruiz et al. Late Pleistocene and Holocene vegetation changes in northeastern Brazil determined from carbon isotopes and charcoal records in soils. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Piracicaba, n. 297, p.597-608, 2010.

RAO, V.B; HADA ,K. Characteristics of rainfall over Brazil. Annual variations and connections with the Southern Oscillation. **Theor. Appl. Climatology**, v.42, p. 81-91, 1990

STRÍKIS, Nicolás M. et al. Abrupt variations in South American monsoon rainfall during the Holocene based on a speleothem record from central-eastern Brazil. **Geological Society Of America**, São Paulo, p. 1075-1078. Nov. 2011.

TURCQ, B. et al. Accumulation of organic carbon in five Brazilian lakes during the Holocene. **Sedimentary Geology**, Bondy, p. 319-342. 2002.

UVO, C.B; NOBRE, C.A. A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e a precipitação no norte do Nordeste do Brasil. Parte I: A posição da ZCIT no Atlântico Equatorial. **Climanálise**, v. 4, p. 34-40, 1989a

VETTORETTI, G.; PELTIER, W. R.. Simulations of Mid-Holocene Climate Using an Atmospheric General Circulation Model. **Journal Of Climate**, Toronto, p. 2607-2627. out. 1998.

WHITNEY, Bronwen S. et al. A 45 kyr palaeoclimate record from the lowland interior of tropical South America. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Edinburgh, n. 307, p.177-192, 2011.

QUININO, U.C.; CAMPOS, L.F.; GADELHA, C.L. (2000). “Avaliação da qualidade das águas subterrâneas na bacia do rio Gramame no Estado da Paraíba” in Anais do V Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Natal, Nov. 2000, 1, pp. 162-176