

## **SIMULAÇÕES PALEOCLIMÁTICAS DO PMIP PARA O HOLOCENO MÉDIO E ÚLTIMO MÁXIMO GLACIAL: ANÁLISE SOBRE A AMÉRICA DO SUL**

**Tyhago Aragão Dias<sup>1</sup>; Alexandre Araujo Costa<sup>1</sup>; Felipe Viana Pimentel<sup>2</sup>; Francisco Franklin Sousa Rios<sup>3</sup>**  
**tyhago86@gmail.com**

<sup>1</sup>- UECE – Universidade Estadual do Ceará ;

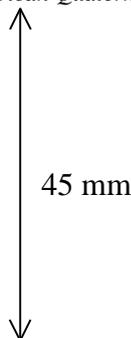
Universidade Estadual do Ceará – Av. Paranjana, 1700 – Fortaleza-CE, Brasil.

*Palavras-chave: Paleoclimatologia, América do Sul, Holoceno médio*

### **1. INTRODUÇÃO**

A busca pela elucidação da evolução do clima na Terra, procurando uma melhor compreensão da mudança climática antropogênica tem chamado a atenção da sociedade e das esferas governamentais. Na comunidade científica, tem ficado claro que grande contribuição para tal virá dos estudos paleoclimáticos, que levam em consideração uma escala temporal muito mais longa do que a do registro instrumental. O quarto relatório IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) de 2007 já traz um capítulo com a temática de tais estudos, mostrando sua relevância na incorporação da investigação da variabilidade e ciclos climáticos em escalas de tempo superiores à do último século.

Entender os mecanismos determinantes para a variabilidade do clima a fim de estimar a capacidade dos modelos climáticos em representar diferentes condições é crucial. Assim, um teste fundamental para esses modelos é verificar a capacidade dos mesmos em reproduzir condições do clima do passado, checando seus resultados contra testemunhos paleoclimáticos diversos. Nesse contexto, o PMIP (*Paleoclimate Modelling Intercomparison Project*) tem como objetivo representar o clima na Terra através de reconstruções climáticas utilizando vários modelos numéricos, sendo que estes modelos são adaptados à realidade paleoclimática, através de parâmetros como concentrações de gases de efeito estufa, cobertura de água e terra, parâmetros orbitais, etc. O banco de dados do PMIP é formado pelos resultados de 22 modelos diferentes, apresentados na tabela 01. Para o presente trabalho foram selecionadas as variáveis de precipitação em (mm/dia), temperatura do ar (°C), cobertura de nuvens em (%) para os períodos pré-industrial, Holoceno médio e último máximo glacial sobre as regiões Sul do Brasil (40W-65W;15S-35S), Nordeste Brasileiro (34W-46W;2S-16S) e região Amazônica (45W-85W;12N-12S).



Acronym	Model Designation	PMIP Group	PMIP Contact	Location
bmrc	BMRC Version 3.2 (R21 L9) 1993	Bureau of Meteorology Research Centre	B. McAvaney	Melbourne, Australia
ccc2.0	CCCMA Version 2 (T32 L10) 1992	Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis	G. Vettoretti, N. McFarlane	Toronto, Canada Victoria, Canada
ccm1	NCAR CCM1 (R15 L12) 1992	IES-Center for Climatic Research	J. Kutzbach	Madison, Wisconsin, USA
ccm3	NCAR CCM3 (T42 L18) 1992	IES-Center for Climatic Research	J. Kutzbach	Madison, Wisconsin, USA
ccsr1	CCSR1/NIES 5.4 02 (T21 L20) 1995	Center for Climate System Research	A. Abe-Ouchi	Tokyo, Japan
climber2	PIK CLIMBER-2 (7x18) 1998	Potsdam Institute for Climate Impact Research	A. Ganopolski	Potsdam, Germany
cnrm-2	CNRM ARPEGE Cy14c(T31 L19) 1996	Centre National de Recherches Météorologiques	M. Deque J.-F. Royer	Toulouse, France
csiro	CSIRO V4-7 (R21 L9) 1992	Commonwealth Scientific & Industrial Research Organization	J. Syktus	Mordialloc, Australia
echam3	MPI ECHAM3 (T42 L19) 1994	University of Bremen	B. Grieger S. Lorenz U. Wyputta	Bremen, Germany
gen1	GENESIS1 (R15 L12) 1992	Program for Climate Model Diagnosis and Intercomparison	K. Taylor L. Sloan S. Thompson D. Pollard	Livermore, California, USA
gen2	GENESIS2 (T31 L18) 1995	Pennsylvania State University	D. Pollard, S. Thompson, J. Kutzbach	Boulder, Colorado, USA
gfdl	GFDL CDG (R30 L20) 1997	Geophysical Fluid Dynamics Laboratory	A. Broccoli	Princeton, New Jersey, USA
giss-iip	GISS Model II Prime (4x5 L9) 1997	Goddard Institute for Space Studies	R. Webb, R. Healy	New York, New York USA
lln_nh_1	LLN 2-D NH (7 sectors) 1995	Institut d'astronomie et de géophysique G. Lemaître	M.F. Loutre	Louvain-la-Neuve, BELGIUM
lmcelmd4	LMCE LMD4.3 (sin(lat)x7.5 L11) 1991	Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement	P. Braconnot, G. Ramstein	Gif sur Yvette, France
lmcelmd5	LMCE LMD5.3 (sin(lat)x5.6 L11) 1994	Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement	P. Braconnot, G. Ramstein	Gif sur Yvette, France
mri2	MRI GCM-Iib (4x5 L15) 1995	Meteorological Research Institute	A. Kitoh, H. Koide	Tsukuba, Japan
msu	MSU	Moscow State University	A. Kislov	Moscow, Russia
ugamp	UGAMP UGCM Version 2 (T42 L19) 1994	The UK Universities' Global Atmospheric Modelling Programme	P. Valdes, B. Dong	Reading, England
uiuc11	UIUC MLAM-PMIP (4x5 L11) 1996	University of Illinois at Urbana-Champaign	M. Schlesinger	Urbana, Illinois, USA
ukmo	UKMO HADAM2 (2.5x3.75 L19) 1997	United Kingdom Meteorological Office	C. Hewitt	Bracknell, England
yonu	YONU T7 (4x5 L7) 1997	Yonsei University	J.-W. Kim	Seoul, Korea

**Tabela 01 – Lista dos modelos do PMIP, com resolução especial, centro de pesquisa, pesquisador responsável e país-sede**

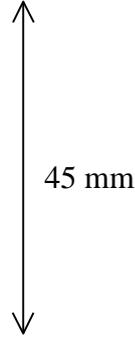
## 2. METODOLOGIA

A comparação das variáveis dos modelos se deu por período, considerando-se sempre a diferença no valor de cada variável entre o período a ser comparado e o período pré-industrial, definindo uma anomalia, lembrando-se haver duas simulações para o período pré-industrial, com a TSM (temperatura da superfície do mar) fixa e outra calculada pelo modelo. Ressalte-se também que nem sempre todos os modelos podem ser comparados pois alguns não simularam os mesmos períodos que outros.

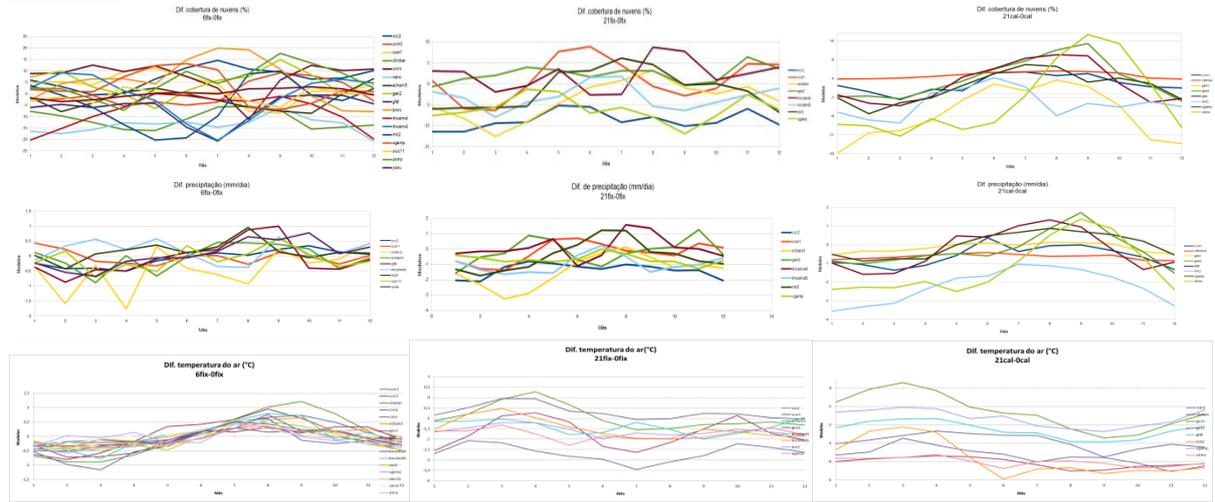
## 3 RESULTADOS

Foi calculada uma média climatologia mensal para cada variável de cada modelo para cada região e depois foi computada a diferença entre os mesmos. É perceptível que os modelos apresentam grande disparidade, que podem estar associadas às diferentes parametrizações físicas e aos diferentes níveis de resolução espacial.

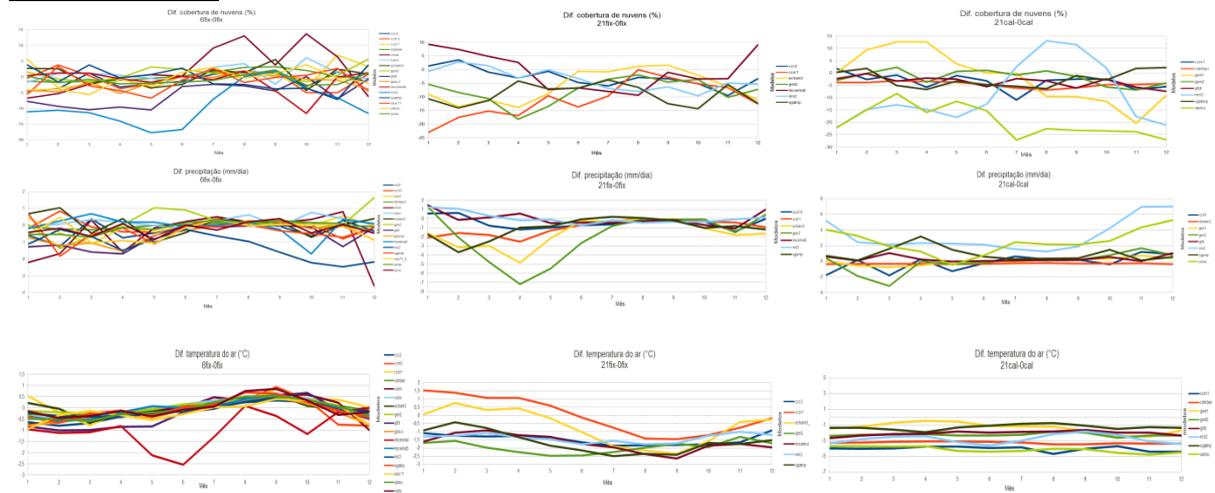
XIII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário ABEQUA  
 III Encontro do Quaternário Sulamericano  
 XIII ABEQUA Congress - The South American Quaternary: Challenges and Perspectives



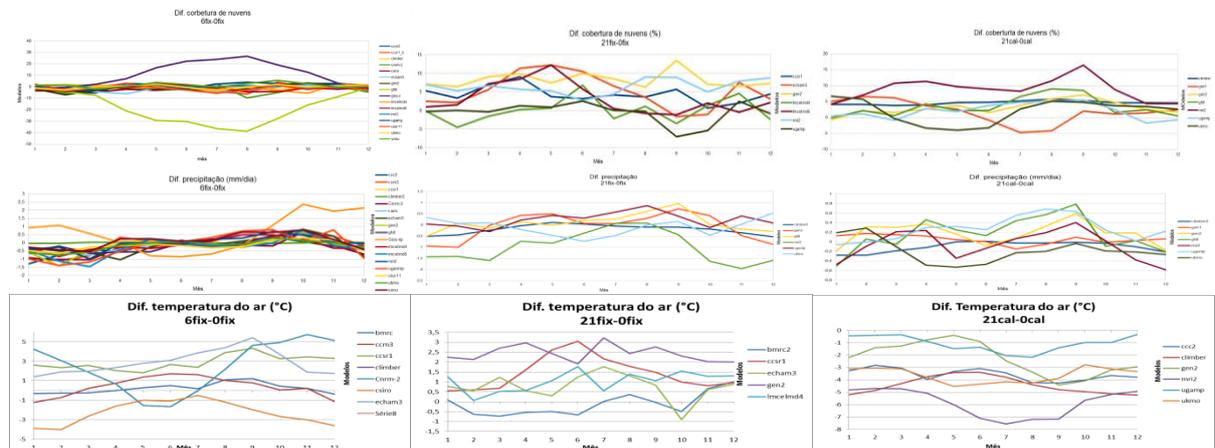
**Amazonia**

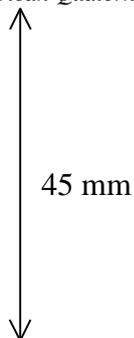


**Nordeste Brasileiro**



**Sul do Brasil**





Observa-se que o clima pré-industrial é muito próximo do clima atual dada a diferença de concentração de gases de efeito estufa assim pode se aproximar com satisfatória precisão a evolução climatológica segundo os modelos observados. No que se diz respeito a cobertura de nuvens em percentagem e precipitação em (mm/dia) onde se espera uma correlação direta, os modelos não apresentam uma unanimidade em dizer que o período do Holoceno médio no NEB foi mais úmido com outros proxies paleoclimáticos mostram mais devido aos diferentes métodos de representação e resolução dos modelos tais resultados já eram de se esperar. Ao fim do último máximo glacial a maioria dos modelos mostram que para o NEB teve uma quadra chuvosa menos intensa isso se mostra para tanto nas simulações com a TSM fixa como na calculada. Para a região Amazônica as simulações mostram em sua maioria que no período do Holoceno médio foi mais seco mesmo que não seja um gradiente muito elevado observa-se as simulações para o último máximo glacial tanto para uma TSM fixa quanto para a calculada mostram um aumento das chuvas nos meses de Junho, Julho e Agosto, mais uma vez percebe-se que a cobertura de nuvens acompanha a precipitação nos modelos como era de se esperar. Por fim a região Sul do Brasil os modelos em sua maioria para o Holoceno médio mostram que o segundo semestre é mais úmido em média, para o último máximo glacial temos que tanto para as simulações de TSM fixa e calculada existe um aumento de precipitação que se destaca maior no mês de Setembro. No que se refere a temperatura do ar em (°C) os modelos em todas as simulações mostraram uma grande disparidade mais quando se observa uma linha de tendência encontra-se uma relativa conformidade.

#### 4 CONCLUSÃO

Diante do desafio de representar bem a atmosfera que por se só é muito difícil fazer isso para um período onde não se tem dados instrumentais diretos é um desafio maior ainda. Sendo os modelos numéricos uma tentativa de representação em nenhum momento se esperou que eles sempre tivessem uma simetria uma vez que tem diferentes mecanismos de fazerem suas simulações e diferentes resoluções temporais e espaciais mais de uma maneira geral mostram uma tendência dos eventos estudados. Tal estudo pretende mostrar como os períodos estudados são representados em modelos globais para que em um futuro breve seja comparado com os resultados de um *Downscaling* das mesmas regiões onde veremos o quanto se mostram próximos ou não.

#### REFERÊNCIAS

BJERKNES, J. Atmospheric teleconnections from the equatorial Pacific. *Monthly Weather Review*, v. 97, p. 163-172, 1969.



45 mm

CANE, M.A. The evolution of El Niño, past and future. **Earth and Planetary Science letters**. v. 230, p. 227-240, 2005

DE GARIDEL-THORON, T., Y. ROSENTHAL, L. BEAUFORT, E. BARD, C. SONZOGNI, and A.C. MIX. A multiproxy assessment of the western equatorial Pacific hydrography during the last 30 kyr. **Paleoceanography**, v. 22, p. 3204, 2009

JOSSAUME, S.; TAYLOR, K. E.: Status of the Paleoclimate Modeling intercomparison Project. in Proceedings of the First international AMIP scientific conference, WCRP (World climate Recherche Programme) – 92. Monterey; p. 425 – 430. 1995.

KIENAST, M., S.S. KIENAST, S.E. CALVERT, T.I. EGLINTON, G. MOLLENHAUER, R. FRANÇOIS, and A.C. MIX. Eastern Pacific cooling and Atlantic overturning circulation during the last deglaciation. **Nature**, v. 443, p. 846 - 849, 2006.

KIM, J.-H., R.R. SCHNEIDER, P.J. MUELLER, and G.WEFER. Interhemispheric comparison of deglacial sea-surface temperature patterns in Atlantic eastern boundary currents. **Earth and Planetary Science Letters**, Vol. 194, p. 383-393, 2002

LEA, D.W., D.K. PAK, L.C. PETERSON, and K.A. HUGHEN. Synchronicity of Tropical and High-Latitude Atlantic Temperatures over the Last Glacial Termination. **Science**, v. 301 Number 5638 p.1361-1364, 2003.

NOBRE, P.; SHUKLA, J. Variations of sea surface temperature, wind stress and rainfall over the tropical Atlantic and South America. **Journal of Climate**, v. 9, p. 2464-2479, 1996.