

# TEMPERATURAS MÉDIAS PROJETADAS PELOS MODELOS CLIMÁTICOS GLOBAIS PARA O NORDESTE BRASILEIRO

EMÍLIA HAMADA<sup>1</sup>, ALINE DE H. N. MAIA<sup>2</sup>, MARÍLIA C. THOMAZ<sup>3</sup>

1 Eng. Agrícola, Pesquisador, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna – SP, Fone: (0 xx 19) 3311-2700, emilia@cnpma.embrapa.br.

2 Eng. Agrônomo, Pesquisador, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna – SP.

3 Eng. Agrícola, UNICAMP, Campinas – SP.

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia - 18 a 21 de Julho de 2011 - SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari - ES

**RESUMO:** As informações necessárias para avaliação dos impactos das mudanças climáticas são derivadas de projeções de modelos climáticos. As projeções são diferentes para cada região do mundo e variam ao longo das estações do ano. O objetivo deste trabalho foi avaliar a similaridade espacial entre modelos climáticos globais do Quarto Relatório de Avaliação do IPCC, quanto às projeções de temperatura média para a região Nordeste do Brasil, no período de 2071 a 2100, cenário A2. Para tanto, foram realizadas análise de componentes principais e análise de agrupamento hierárquico para identificar os modelos de comportamentos semelhantes. Adotando-se quatro grupos de modelos, a temperatura média projetada para os grupos variou de 28,19°C a 30,28°C de janeiro a junho e de 27,98°C a 30,10°C de julho a dezembro. Todos os modelos indicam aumentos de temperatura no futuro.

**PALAVRAS-CHAVE:** mudanças climáticas, IPCC, análise de agrupamento hierárquico.

## MEAN TEMPERATURE PROJECTED BY THE GLOBAL CLIMATE MODELS AT NORTHEASTERN OF BRAZIL

**ABSTRACT:** Projections of climate models are necessary in order to evaluate the impacts of climate change and they are different and vary considering the region of the world and along the seasons of the year. The objective of this study was to evaluate the spatial similarity among projections of global climate models provided by the IPCC-AR4 for mean temperature at northeastern region of Brazil, from 2071 to 2100, scenario A2. Principal component analysis and cluster analysis were applied for grouping models with similar performance. Adopting four groups of models, the mean temperature ranged from 28,19°C to 30,28°C from January to June and from 27,98°C to 30,10°C from July to December. All the models indicate increasing temperature in the future.

**KEYWORDS:** climate change, IPCC, cluster analysis.

**INTRODUÇÃO:** Modelos de circulação global ou modelos climáticos globais (GCMs) são utilizados para projetar prováveis panoramas de evolução do clima para cenários de emissões dos gases de efeito estufa (NOBRE et al., 2008). Como principais fontes de incerteza ao utilizar esses modelos, esses autores destacam a imprecisão da trajetória futura das emissões dos gases de efeito estufa e a incerteza advinda da representação imperfeita da natureza nos modelos matemáticos; e observam que uma maneira de abordar essas duas incertezas é a

utilização de vários cenários de emissões de gases de efeito estufa e diferentes modelos climáticos. Hamada et al. (2008) analisando dados disponibilizados pelos seis modelos do Terceiro Relatório de Avaliação do IPCC, observaram que quando se analisa a distribuição geográfica de temperatura média e precipitação no Brasil em cenários climáticos futuro o comportamento é diferenciado nas diversas regiões do país e ao longo dos meses do ano. O Quarto Relatório de Avaliação (AR4) do IPCC (2007) apresenta um número de simulações muito maior que o TAR, com uma gama ainda maior de modelos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a similaridade espacial entre modelos climáticos globais do IPCC-AR4, quanto às projeções de temperatura média semestral para a região Nordeste do Brasil, no período de 2071 a 2100, cenário A2.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Foram analisados dados de temperatura média do período de 2071 a 2100, do cenário A2 (pessimista), de 15 GCMs, disponibilizados no AR4 (IPCC, 2007). Foram adotados os GCMs dos países: BCCR-BCM2.0 - Noruega; CGCM3.1.T47 - Canadá; CNRM-CM3 - França; CSIRO-Mk3.0 - Austrália; ECHO-G - Alemanha/Coréia; GFDL-CM2.0 - EUA; GISS-ER - EUA; UKMO-HadCM3 - Reino Unido; UKMO-HadGEM1 Reino Unido; INM-CM3.0 - Rússia; MIROC3.2.medres Japão; ECHAM5 - Alemanha; MRI-CGCM2.3.2 - Japão; CCSM3 - EUA; e PCM - EUA. Foi realizado procedimento de interpolação no software Surfer a fim de se obter uma mesma resolução espacial de  $0,5^\circ \times 0,5^\circ$  de latitude e longitude. A seguir, essas informações foram trabalhadas no SIG Idrisi, delimitando-as para os limites geográficos da região de interesse. A região Nordeste foi composta de 517 pixels para cada mês e modelo. Foram obtidos valores médios, máximos e mínimos para os meses e modelos. A similaridade entre os modelos foi avaliada utilizando análise de componentes principais e análise de agrupamento hierárquico, utilizando os procedimentos PRINCOMP e CLUSTER do software estatístico SAS/STAT (SAS, 2004), considerando os períodos de janeiro a junho e de julho a dezembro, períodos que abrangem os meses de estação chuvosa e estação seca, respectivamente em grande parte do Nordeste.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Na Figura 1, é apresentado o dendograma com os agrupamentos dos modelos, com base nas projeções para temperatura média semestral (janeiro a junho e de julho a dezembro) para o período de 2071 a 2100, cenário A2. Os modelos agrupados e os valores médios das temperaturas médias semestrais para os quatro grupos são apresentados na Tabela 1. As Figuras 2 e 3 apresentam a temperatura média do período de referência 1961 a 1990 e dos 15 modelos para o período de 2071-2100, com barras verticais representando os valores máximos e mínimos na região. As temperaturas médias projetadas variaram de  $28,19^\circ\text{C}$  a  $30,28^\circ\text{C}$  (jan-jun) e de  $27,98^\circ\text{C}$  a  $30,10^\circ\text{C}$  (jul-dez), dentre os quatro grupos de modelos. Todos os modelos projetam aumentos de temperatura no futuro, com destaque para os modelos PCM e MIROC3.2.medres por estimarem a menor e a maior anomalia positiva, respectivamente, para os dois semestres.

**CONCLUSÕES:** As previsões dos modelos para o período de 2071 a 2100, A2, apresentam tendências de aumento de temperatura média para o Nordeste brasileiro. A similaridade espacial entre modelos varia de acordo com o semestre.

**AGRADECIMENTOS:** À Embrapa-Macroprograma 1 pelo suporte financeiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HAMADA, E.; GONÇALVES, R.R.V.; MARENGO, J.; GHINI, R. Cenários climáticos futuros para o Brasil. In: GHINI, R.; HAMADA, E. (Ed.). **Mudanças climáticas: impactos sobre doenças de plantas no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 27-73.

IPCC. **Climate change 2007: the physical science basis**. 2007. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/ipcreports/ar4-wg1.htm>>. Acesso em: 23 fev. 2011.

NOBRE, C.A.; SAMPAIO, G.; SALAZAR, L. Cenários de mudança climática para a América do Sul para o final do século 21. **Parcerias Estratégicas**, n. 27, p. 19-42, 2008. (Edição especial “Mudanças do clima no Brasil: vulnerabilidade, impactos e adaptação”).

SAS INSTITUTE INC. **SAS/STAT® User's Guide**, Version 9.1, v.1-7. SAS Institute Inc., Cary, NC, 2004.

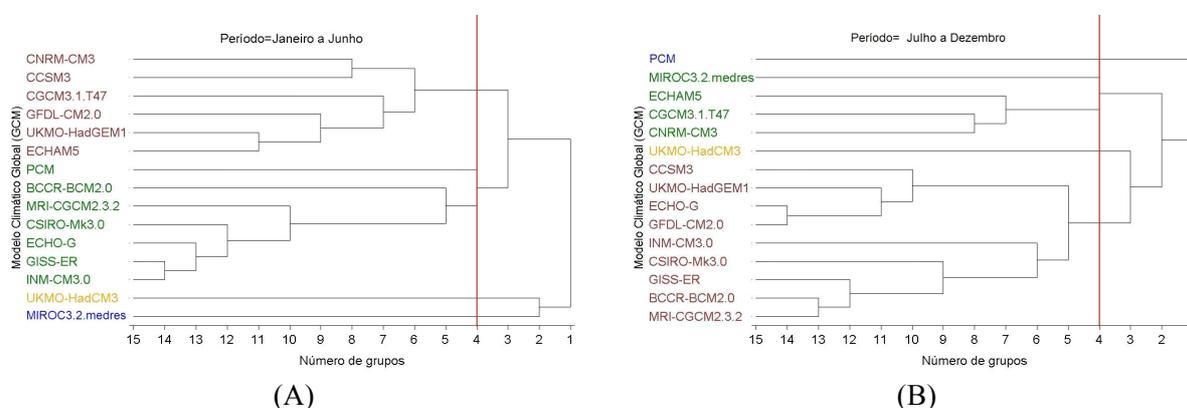


Figura 1. Dendogramas resultantes da análise de agrupamento hierárquico dos modelos do IPCC-AR4, para temperatura média nos meses de janeiro a junho (A) e de julho a dezembro (B) do período de 2071 a 2100, cenário A2, na região Nordeste do Brasil. A linha vermelha separa os modelos em quatro grupos.

Tabela 1. Agrupamentos dos modelos climáticos para a região Nordeste, por estação do ano, de acordo com a similaridade espacial das projeções de temperaturas médias semestrais.

Período	Grupo	Modelos climáticos	Temperatura média mensal (°C)
Janeiro a Junho	G1	CGCM3.1.T47, CNRM-CM3, GFDL-CM2.0, UKMO-HadGEM1, ECHAM5, CCSM3	29.06
	G2	BCCR-BCM2.0, CSIRO-Mk3.0, ECHO-G, GISS-ER, INM-CM3.0, MRI-CGCM2.3.2, PCM	28.19
	G3	UKMO-HadCM3	29.85
	G4	MIROC3.2.medres	30.28
Julho a Dezembro	G1	PCM	27.98
	G2	CGCM3.1.T47, CNRM-CM3, MIROC3.2.medres, ECHAM5	30.10
	G3	UKMO-HadCM3	29.73
	G4	BCCR-BCM2.0, CSIRO-Mk3.0, ECHO-G, GFDL-CM2.0, GISS-ER, UKMO-HadGEM1, INM-CM3.0, MRI-CGCM2.3.2, CCSM3	29.01

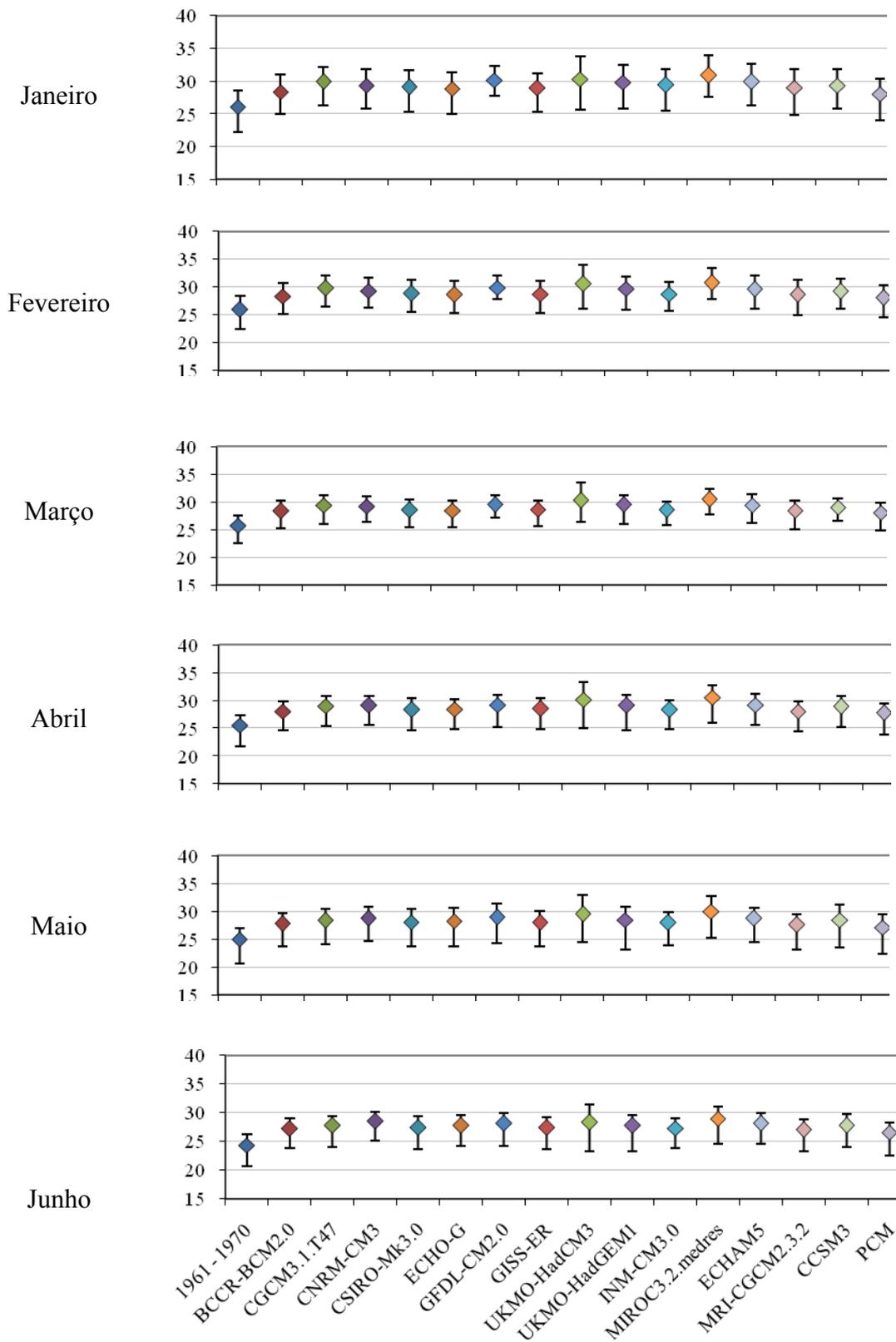


Figura 2. Temperaturas médias (°C) de janeiro a junho da normal climatológica de 1961 a 1990 e de 15 modelos climáticos globais do período de 2071 a 2100, cenário A2 do IPCC-AR4 para a região Nordeste do Brasil. A barra vertical une os valores máximo e mínimo na região em cada mês e modelo.

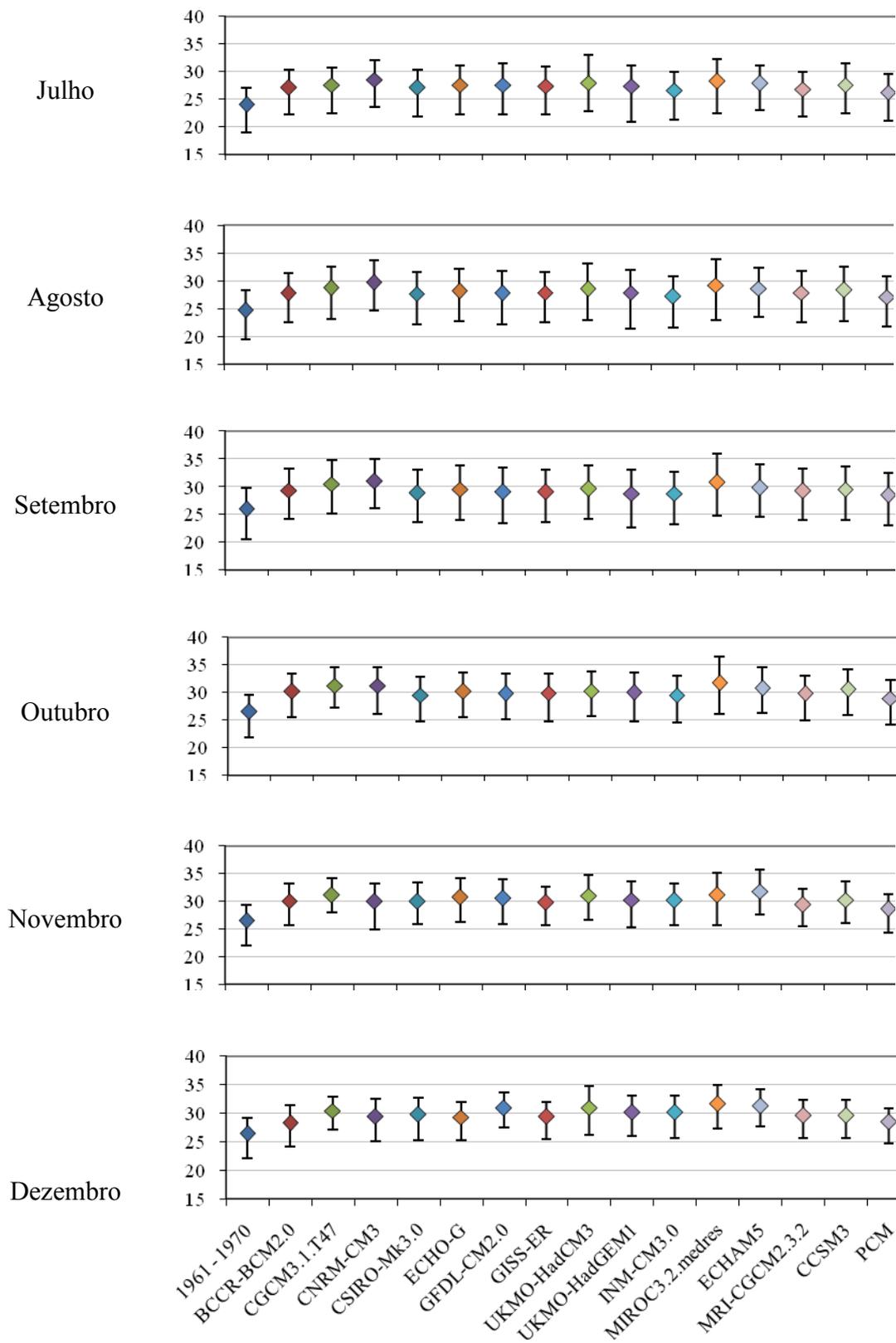


Figura 3. Temperaturas médias (°C) de janeiro a junho da normal climatológica de 1961 a 1990 e de 15 modelos climáticos globais do período de 2071 a 2100, cenário A2 do IPCC-AR4 para a região Nordeste do Brasil. A barra vertical une os valores máximo e mínimo na região em cada mês e modelo.