

## Avaliação da precipitação projetada pelos modelos do IPCC-AR4 para o Nordeste e o Sudeste do Brasil

### Assessment of predicted precipitation by IPCC-AR4 models for Northeastern and Southeastern Brazil

Emília Hamada<sup>1</sup>;  
Aline de Holanda Nunes Maia<sup>1</sup>

#### Resumo

Alterações na precipitação e na temperatura levam a modificações no escoamento superficial e na disponibilidade de água. Para se projetar prováveis cenários de alterações climáticas no futuro, os modelos de circulação global (GCMs) são considerados a melhor ferramenta, apesar das suas incertezas. As projeções de precipitação pluviométrica de quinze GCMs do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) - Fourth Assessment Report (AR4) foram avaliadas para as regiões Nordeste e Sudeste do Brasil, no período de 2071 a 2100, cenário de emissão A2. Foram realizadas análise de componentes principais e análise de agrupamento hierárquico para agrupar os modelos quanto à similaridade espacial das projeções da chuva acumulada, após correção de viés, para cada estação. Similaridades espaciais variaram entre as estações.

Termos para indexação: modelos de circulação global, análise de similaridade espacial, análise de agrupamento, análise de componentes principais.

#### Abstract

*Changes in rainfall and temperature lead to alterations in runoff and water availability. Global circulation models (GCM) are considered the best tool to*

<sup>1</sup> Embrapa Meio Ambiente, {emilia.hamada;aline.maia}@embrapa.br

*project climate change scenarios, despite their uncertainties. Projections of precipitation from fifteen GCMs provided by the IPCC-AR4 (Intergovernmental Panel on Climate Change - Fourth Assessment Report) were evaluated for Northeastern and Southeastern Brazil from 2071 to 2100 period, for the A2 emission scenario. Principal component and cluster analysis were applied for grouping models with similar performance, based on rainfall projections, after bias correction. Models were clustered accordingly to spatial similarity of projections, for each season. Spatial similarities varied among seasons.*

*Index terms: global circulation models, spatial similarity analysis, cluster analysis, principal component analysis.*

#### Introdução

As atuais tensões sobre os recursos hídricos ocasionadas pelo crescimento populacional e econômico e pela mudança do uso da terra podem tornar-se mais intensas com as mudanças climáticas (PACHAURI; REISINGER, 2007). Ainda, segundo esses autores, projeta-se que áreas afetadas pela seca aumentem em extensão, com potencial para impactos adversos em vários setores, por exemplo, na agricultura, no fornecimento de água, na produção de energia e na saúde; e, regionalmente, como efeito das mudanças climáticas é projetado grande aumento na demanda de água para irrigação.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a similaridade entre as projeções de precipitação de quinze GCMs do IPCC-AR4 para as regiões Nordeste e Sudeste do Brasil no período de 2071 a 2100, utilizando técnicas de estatística multivariada.

#### Material e métodos

As informações climáticas de precipitação, provenientes das projeções dos quinze GCMs do IPCC-AR4, do período de 2071 a 2100, para o cenário A2 (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2000) foram inseridas no banco de dados do SIG Idrisi 32, adotando-se o sistema de coordenadas geográficas latitude e longitude, Datum WGS84, com resolução espacial de 0,5° x 0,5°.

A região Nordeste é composta de 517 pixels para cada mês e modelo. A similaridade espacial das projeções de diferentes modelos quanto aos totais semestrais de chuva (janeiro a junho e de julho a dezembro) foi avaliada utilizando análise de componentes principais e análise de agrupamento hierárquico (HAMADA et al., 2012b). Os referidos períodos abrangem as estações chuvosa e seca, respectivamente, em grande parte da região Nordeste. A região Sudeste é composta de 322 pixels para cada mês e modelo e os 15 modelos foram agrupados em cada estação do ano (verão, outono, inverno, primavera), segundo HAMADA et al. (2012a).

A similaridade entre os modelos foi avaliada utilizando análise de componentes principais e análise de agrupamento hierárquico, por meio do software estatístico SAS/STAT. O agrupamento dos modelos foi realizado de acordo com a similaridade espacial da precipitação acumulada em cada estação.

## Resultados

Os agrupamentos dos modelos para a região Nordeste, com base na similaridade espacial de projeções da precipitação semestral (jan-jul e jul-dez) para o cenário A2 (2071 a 2100) são apresentados na Tabela 1. As projeções de precipitação dos GCMs apresentaram tendências divergentes de aumento ou diminuição no futuro, porém reproduziram o comportamento sazonal típico da região. Os valores das médias da precipitação acumulada em cada semestre, nos quatro agrupamentos de modelos, variaram de 528,26 mm a 964,94 mm, de janeiro a junho (estação chuvosa), e de 137,59 mm a 324,06 mm, de julho a dezembro (estação seca).

Para a região Sudeste, os agrupamentos dos modelos, com base na similaridade espacial da precipitação acumulada por estação (verão, outono, inverno e primavera) para o cenário A2 (2071 a 2100) são apresentados na Tabela 2. As projeções nessa região, na média dos sete agrupamentos dos 15 GCMs,

**Tabela 1.** Agrupamentos dos 15 modelos de circulação global para a região Nordeste, por semestre, de acordo com a similaridade espacial das projeções de precipitação para o período de 2071 a 2100, cenário A2.

Semestre	Grupo	Modelos de circulação global	Precipitação do semestre (mm)
janeiro a junho (estação chuvosa)	G1	UKMO-HadCM3, MIROC3.2.medres	528,26
	G2	CGCM3.1.T47, CSIRO-Mk3.0, ECHO-G, GFDL-CM2.0, INM-CM3.0, MRI-CGCM2.3.2, CCSM3, PCM	744,63
	G3	UKMO-HadGEM1	964,94
	G4	BCCR-BCM2.0, CNRM-CM3, GISS-ER, ECHAM5	886,86
julho a dezembro (estação seca)	G1	PCM	300,67
	G2	CGCM3.1.T47, CNRM-CM3, MIROC3.2.medres, ECHAM5	324,06
	G3	UKMO-HadCM3	197,59
	G4	BCCR-BCM2.0, CSIRO-Mk3.0, ECHO-G, GFDL-CM2.0, GISS-ER, UKMO-HadGEM1, INM-CM3.0, MRI-CGCM2.3.2, CCSM3	301,98

Fonte: Hamada et al. (2011).

**Tabela 2.** Agrupamentos dos 15 modelos de circulação global para a região Sudeste, por estação do ano, de acordo com a similaridade espacial das projeções da precipitação para o período de 2071 a 2100, cenário A2.

Estação	Grupo	Modelos de circulação global	Precipitação da estação (mm)
verão	G1	CGCM3.1.T47, GISS-ER, CCSM3, PCM	634,12
	G2	BCCR-BCM2.0, CNRM-CM3, CSIRO-mk3.0, ECHAM5, MRI-CGCM2.3.2	707,07
	G3	GFDL-CM2.0, MIROC3.2.medres	478,82
	G4	INM-CM3.0	564,98
	G5	ECHO-G	705,36
	G6	UKMO-HadGEM1	799,65
	G7	UKMO-HadCM3	673,80
outono	G1	CGCM3.1.T47, GISS-ER, MRI-CGCM2.3.2, CCSM3	253,72
	G2	ECHO-G	270,77
	G3	CSIRO-Mk3.0, PCM	282,12
	G4	BCCR-BCM2.0, CNRM-CM3, ECHAM5	290,30
	G5	UKMO-HadCM3	285,32
	G6	UKMO-HadGEM1	284,80
	G7	GFDL-CM2.0, INM-CM3.0, MIROC3.2.medres	218,22
inverno	G1	INM-CM3.0	47,19
	G2	CGCM3.1.T47	51,44
	G3	CNRM-CM3, GFDL-CM2.0, GISS-ER, ECHAM5, CCSM3	78,86
	G4	BCCR-BCM2.0, CSIRO-Mk3.0, UKMO-HadCM3, MIROC3.2.medres, PCM	63,99
	G5	ECHO-G	65,27
	G6	MRI-CGCM2.3.2	98,27
	G7	UKMO-HadGEM1	33,92
primavera	G1	BCCR-BCM2.0, CSIRO-Mk3.0, ECHAM5, MRI-CGCM2.3.2, CCSM3	368,10
	G2	UKMO-HadCM3	388,62
	G3	CGCM3.1.T47, GFDL-CM2.0, GISS-ER, MIROC3.2.medres, PCM	321,02
	G4	UKMO-HadGEM1	307,75
	G5	ECHO-G	410,47
	G6	INM-CM3.0	256,32
	G7	CNRM-CM3	453,97

Fonte: Hamada et al. (2011).

variaram de 564,98 mm a 799,65 mm no verão, 218,22 mm a 290,30 mm no outono, 33,92 mm a 98,27 mm no inverno e de 256,32 mm a 453,97 mm na primavera, apresentando comportamento sazonal típico.

## Conclusão

Para o Nordeste, a similaridade entre os modelos no período de 2071 a 2100, para o cenário A2, variou de acordo com os semestres (estação chuvosa ou seca), com tendências divergentes de aumento ou diminuição das precipitações no futuro. O mesmo foi verificado para a região Sudeste, com projeções de precipitação dos GCMs variáveis entre si, apresentando tendência discordante no futuro. As similaridades espaciais variaram nos semestres/estações do ano, porém, as projeções de precipitação dos modelos, na média, reproduziram comportamento sazonal típico.

## Referências

HAMADA, E.; GHINI, R.; MARENGO, J. A.; THOMAZ, M. C. Projeções de mudanças climáticas para o Brasil no final do século XXI. In: GHINI, R.; HAMADA, E.; BETTIOL, W. (Ed.). **Impactos das mudanças climáticas sobre doenças de importantes culturas no Brasil**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2011. p. 42-74.

HAMADA, E.; MAIA, A. de H. N.; GHINI, R.; THOMAZ, M. C.; GONÇALVES, R. R. V.; LANA, J. T. de O.; ALMEIDA, E. G. Precipitações projetadas pelos modelos climáticos globais do Quarto Relatório do IPCC para o Sudeste do Brasil. In: WORKSHOP SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E PROBLEMAS FITOSSANITÁRIOS, 2012, Jaguariúna. **Anais...** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2012a. 9 p.

HAMADA, E.; MAIA, A. de H. N.; THOMAZ, M. C. Precipitações projetadas pelos modelos climáticos globais do Quarto Relatório do IPCC para o Nordeste brasileiro. In: WORKSHOP SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E PROBLEMAS FITOSSANITÁRIOS, 2012, Jaguariúna. **Anais...** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2012b. 6 p.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Emission scenarios: summary for policymakers**. Geneva, 2000. 20 p. IPCC Special Report. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/sres-en.pdf>>.

PACHAURI, R. K.; REISINGER, A. (Ed.). **Climate change 2007: synthesis report**. 2007. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponível em < [http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/syr/en/contents.html](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/contents.html)>. Acesso em: 10 jan. 2014.