

ANÁLISES DOS PADRÕES CLIMÁTICOS FUTUROS DE PRECIPITAÇÃO NA REGIÃO SUL DO BRASIL

CLAUDIA G. CAMARGO¹, DANIEL A. MALANDRIN², JOSÉ MARENGO³,
HUGO BRAGA⁴, CRISTINA PANDOLFO⁵, ANGELO MASSIGNAM⁶

¹ Meteorologista, Dra., Bolsista, EPAGRI/CIRAM, C.P. 502, 88034-901, Florianópolis, SC, Fone: (48) 3239 8144, cgcampos@yahoo.com.br

² Meteorologista, Dr., Pesquisador, CCST/INPE, Cachoeira Paulista/SP

³ Graduando em Geografia, Bolsista EPAGRI/CIRAM, Florianópolis/SC

⁴ Eng. Agr., Dr., Pesquisador, EPAGRI/CIRAM, Florianópolis/SC

⁵ Eng. Agr., Dra., Pesquisadora, EPAGRI/CIRAM, Florianópolis/SC

⁶ Eng. Agr., Dr., Pesquisador, EPAGRI/CIRAM, Florianópolis/SC

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

RESUMO

Com o propósito de contribuir para um melhor desenvolvimento econômico da Região Sul do Brasil, o presente estudo visa servir de subsídio para uma compreensão maior das alterações nos padrões climáticos futuros em nível regional e seus possíveis impactos. Para tanto, o objetivo principal deste estudo foi de obter conhecimentos detalhados das condições climáticas futuras de precipitação da Região Sul do Brasil, em níveis sazonal e anual, gerando cenários futuros simulados pelo modelo climático regional HadRM3P. De modo geral, os resultados apresentaram algumas peculiaridades regionais, com aumento dos totais de chuva na maioria das estações do ano e um pequeno decréscimo nos meses de inverno no Oeste do RS e de SC e no Estado do PR.

PALAVRAS-CHAVE: Mudanças climáticas, PRECIS, Modelo HadRM3P.

ANALYSIS OF WEATHER PATTERNS FUTURE RAINFALL IN SOUTHERN BRAZIL

ABSTRACT

With the aim of contributing to a better economic development of southern Brazil, this study aims to provide support for a greater understanding of future changes in weather patterns at the regional level and their possible impacts. To this end, the main objective of this study was to obtain detailed knowledge of future climate conditions of precipitation in southern Brazil, generating future scenarios simulated by regional climate model HadRM3P. Overall, the results showed some regional differences, with increased rainfall totals in most seasons and a small decrease in the winter months in western RS and SC, and in State of PR.

KEYWORDS: Climate Change, PRECIS, HadRM3P model

INTRODUÇÃO

Mudanças climáticas correspondem a todas as formas de alteração do clima médio de uma determinada região, independentemente da sua natureza estatística, escala temporal ou causas físicas. Diferentes são os elementos que poderão servir de ferramentas para a detecção destas alterações, tais como a temperatura do ar, o vento, a precipitação, a nebulosidade, entre outros fenômenos climáticos. Nos tempos atuais, o grande desafio das pesquisas em mudanças climáticas é a análise da vulnerabilidade, dos impactos e da adaptação de diferentes setores aos novos padrões de clima. São diferentes os estudos que abordam os cenários futuros de precipitação, porém existe uma grande peculiaridade dos efeitos regionais nos regimes hídricos o que faz que os resultados se diferenciem de uma região para outra, com aumento de chuva em algumas e diminuição em outras (SALAZAR et al., 2007; MARENGO et al., 2009). Aumentar o grau de informações com relação a estas alterações, especialmente em nível regional, tem sido um grande desafio. Em vista disso, o objetivo deste estudo foi de obter conhecimentos detalhados das condições climáticas futuras da Região Sul do Brasil em relação à precipitação sazonal e anual, gerando cenários futuros simulados pelo modelo climático regional HadRM3P.

MATERIAL E MÉTODOS

A Região Sul do Brasil, composta pelos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, está localizada entre os paralelos 22°30' e 34°30' de latitude Sul e entre os meridianos 48°19' e 57°30' de longitude Oeste. É caracterizada por uma grande variabilidade climática que resulta em distintos padrões regionais. Para o presente estudo, foram utilizados dados diários de precipitação projetados pelo Modelo Climático Regional *HadRM3P*, que faz parte do sistema integrado de modelagem regional *Precis* (Providing Regional Climates for Impacts Studies). Inicialmente, averiguou-se a capacidade do modelo climático HadRM3P, integrado para o clima presente, de representar o mesmo e sua variabilidade em uma escala menor, tendo como foco a Região Sul do Brasil. Para esta análise foram adotadas estações meteorológicas de cada um dos três Estados, as quais apresentam um período de dados coincidente com a base climática gerada pelo modelo, ou seja, 1961-1990 (Tabela 1).

Tabela 1 – Identificação das estações meteorológicas da Região Sul do Brasil com dados disponíveis para o período de 1961-1990.

ESTAÇÃO	LAT	LON	ESTAÇÃO	LAT	LON
Cambará/PR	23°00'	50°02'	Urussanga/SC	28° 31'	49° 18'
Curitiba/PR	25°06'	49°16'	Bagé/RS	31° 20'	54° 06'
Londrina/PR	23°19'	51°08'	Irai/RS	27° 11'	53° 14'
Paranaguá/PR	25°32'	48°31'	Passo Fundo /RS	28° 13'	52° 24'
Caçador/SC	26° 49'	50° 59'	Pelotas /RS	31° 47'	52° 25'
Lages/SC	27° 48'	50° 19'	Porto Alegre/RS	30° 03'	51° 10'
São Joaquim/SC	28° 16'	49° 56'	São Luiz Gonzaga/RS	28° 24'	55° 01'

No instante seguinte, investigou-se a variabilidade climática futura em função de diferentes concentrações de gases do efeito estufa. Nesta etapa, projeções do Modelo Climático *HadRM3P* foram usadas como ferramentas para a detecção de futuras mudanças no regime hidrológico da Região Sul do Brasil. De acordo com a metodologia empregada por Marengo et al. (2009), ao gerar *cenários climáticos futuros para o Brasil, este estudo utilizou a versão atual do modelo climático regional do Hadley Center, o HadRM3P, o qual é baseado na versão mais recente do HadCM3. Este modelo faz parte do Sistema Integrado de Modelagem Regional PRECIS (Providing Regional Climate for Impacts Studies). Segundo Alves (2007), o sistema PRECIS foi originalmente desenvolvido a partir da crescente demanda dos países que necessitavam gerar cenários climáticos regionais com alta resolução espacial de forma relativamente simples. Atualmente, o sistema PRECIS já é utilizado e consolidado como uma importante ferramenta para estudos de vulnerabilidade climática em vários países, a exemplos da Inglaterra, Índia, África do Sul e China. Este modelo possui uma resolução horizontal de 50 km com 19 níveis na vertical (da superfície até 30 km na estratosfera) e 4 níveis no solo. O HadRM3P usa a mesma formulação climática do modelo HadAM3, as mesmas condições de contorno, o que permite que o modelo regional forneça projeções climáticas consistentes com o modelo global. Maiores detalhes acerca do sistema PRECIS podem ser obtidos em Jones et al., 2004.*

Os cenários climáticos do IPCC, definidos no *Special Report on Emissions Scenarios (SRES)*, são baseados em projeções diferentes de emissões de gases de efeito estufa para o futuro, denominados de A1, A2, B1 e B2, os quais estão disponibilizados no IPCC-DDC da CRU - *University of East Anglia*. No presente estudo, para a Região Sul do Brasil, foram avaliadas implicações climáticas decorrentes dos cenários SRES A2 e B2, para a precipitação, projetadas regionalmente (2071-2100), sempre com referência à média climática de 1961-1990, as quais foram interpoladas e especializadas através do uso do software ArcGIS 9.3.1. Tais análises foram realizadas em escalas sazonal (verão - Dez/Jan/Fev; outono - Mar/Abr/Mai; inverno - Jun/Jul/Ago e primavera - Set/Out/Nov) e anual. Para a análise de significância foi aplicado o teste *t Student*, a um nível de confiança de 95%.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Segundo Marengo et al. (2009), o modelo regional *HadRM3P*, apresenta uma boa representação do clima presente. No entanto, o objetivo desta etapa consistiu em averiguar este comportamento em um nível mais detalhado, levando em consideração diferentes localidades da Região Sul. Segundo os resultados encontrados na análise de cada uma das estações citadas na Tabela 1, o ciclo anual de chuva na região Sul do Brasil é levemente superestimado pelo modelo regional *HadRM3P*, especialmente na primavera e verão. De modo geral, nos meses de inverno, no RS e SC, há uma aproximação notável entre os dados observados e os dados simulados pelo modelo regional, conforme pode ser observado nos exemplos da Figura 1. No PR, nos meses do final do verão ao início do inverno os totais mensais de precipitação são, por vezes, subestimados.

As projeções futuras do *HadRM3P*, em nível anual, apontaram um aumento de chuva em relação à climatologia (Figura 2). Conforme esperado, este aumento será suavizado ao considerar um cenário mais otimista (B2). As diferenças regionais são extremamente notáveis nas projeções, marcadas pela extensão longitudinal, latitudinal e, principalmente, pelas peculiaridades que a Região Sul do Brasil possui em relação à altitude.

Sazonalmente, a maioria dos cenários apontaram um acréscimo de chuva no clima futuro da Região Sul do Brasil, com algumas peculiaridades sazonais (Figura 3). No verão, ao considerarmos um clima mais quente e com maiores emissões de gases de efeito estufa (cenário A2), os totais de chuva serão maiores no Estado do PR e diminuirão no RS. O outono

se destaca pelo elevado aumento das chuvas e o inverno por apresentar um cenário menos chuvoso que os demais no interior do RS e SC e no Estado do PR, ou seja, com anomalias negativas de chuva em relação à climatologia. Nos meses de primavera a uma tendência negativa de chuva no sul do RS.

CONCLUSÕES

De modo geral, os resultados apontaram para um aumento dos totais anuais e sazonais de chuva na Região Sul do Brasil, com algumas peculiaridades regionais. O inverno se diferencia das demais estações do ano por apresentar um decréscimo de chuva do Oeste do Rio Grande do Sul ao Estado Paranaense.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao *CCST INPE* pelo fornecimento dos dados do modelo climático regional HadRM3P e ao *CNPQ* pelo auxílio financeiro.

REFERÊNCIAS

ALVES, L. M. **Simulação da variabilidade do clima presente sobre a América do Sul utilizando um modelo climático regional.** 2007. 98 p. (INPE-14825-TDI/1265). Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2007.

JONES, R.G.; NOGUER, M.; HASSELL, D.C.; HUDSON, D.; WILSON, S.S.; JENKINS, G.J.; MITCHELL, J.F.B. **Generating high resolution climate change scenarios using PRECIS.** Exeter, Uk: Met Office Hadley Centre, April, 2004, 40p.

MARENGO, J. A.; AMBRIZZI, T. ; ROCHA, R. P. ; ALVES, L.M. ; CUADRA, S. V.; VALVERDE, M.C. ; TORRES, R.R. ; SANTOS, D.C. ; FERRAZ, S. E. T. Future change of climate in South America in the late twenty-first century: intercomparison of scenarios from three regional climate models. **Climate Dynamics**, v. 35, n. 6, p. 1073-1097, 2009.

SALAZAR, L. F.; NOBRE, C. A.; OYAMA, M. D. Climate change consequences on the biome distribution in tropical South America. **Geophysical Research Letters**, n.34, 2007.

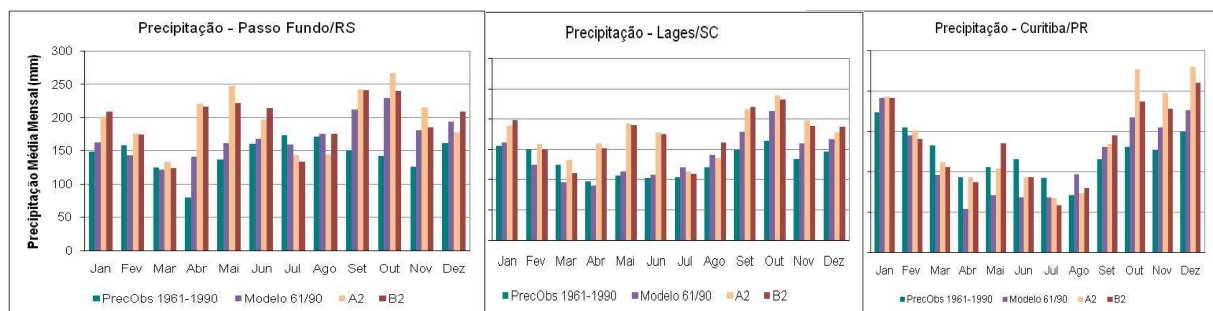


Figura 1. Precipitação média mensal (mm): Climatologia das estações meteorológicas de Passo Fundo/RS, Lages/SC e Curitiba/PR, no período de 1961/1990 (em verde); climatologia do HadRM3P - 1961/1990 (em roxo) e projetada para os cenários A2 e B2 (laranja e vermelho).

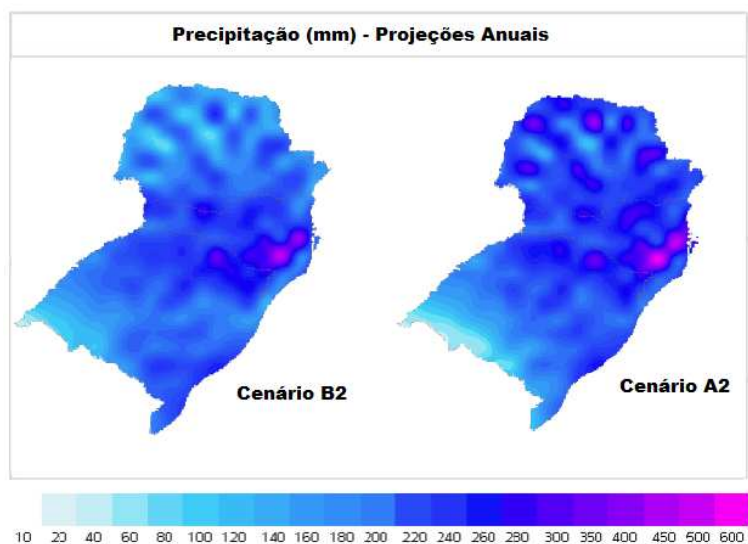


Figura 2. Projeções anuais de precipitação (mm) para o período 2071-2100 nos cenários B2 e A2 simulados pelo modelo HadRM3P, em relação ao período 1961-1990.

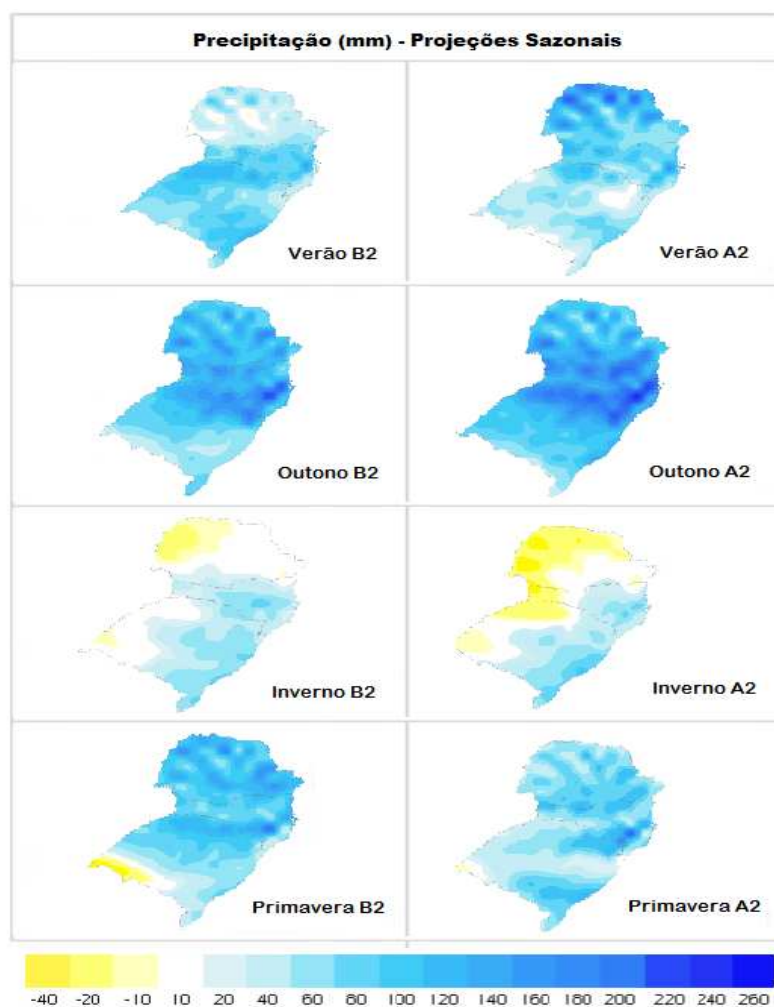


Figura 3. Projeções sazonais de precipitação (mm) para o período de 2071-2100, nos cenários A2 e B2 simulados pelo modelo HadRM3P, em relação ao período 1961-1990.