

# ESTUDO COMPARATIVO ENTRE A PRECIPITAÇÃO SAZONAL SIMULADA PELO MODELO ETA E OBSERVADA SOBRE O BRASIL

Lincoln Muniz Alves  
Departamento de Ciências Atmosféricas – DCA/CCT/UFPB  
Rua Celestino Martins Costa, 147, Catolé, Campina Grande-PB, 58104-720  
e-mail: [lincolnmuniz@hotmail.com](mailto:lincolnmuniz@hotmail.com)

Anna Bárbara Coutinho de Melo  
Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto da Paraíba – LMRS  
Av. Aprígio Veloso 882, Bodocongó, Campina Grande-PB, 58109-970  
e-mail: [barbara@lmrs.pb.gov.br](mailto:barbara@lmrs.pb.gov.br)

Sin-Chan Chou  
Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC/INPE  
Rodovia Presidente Dutra, Km 40, Cachoeira Paulista, SP 12630-000  
e-mail: [chou@cptec.inpe.br](mailto:chou@cptec.inpe.br)

Paulo Nobre  
Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC/INPE  
Rodovia Presidente Dutra, Km 40, Cachoeira Paulista, SP 12630-000  
e-mail: [pnobre@cptec.inpe.br](mailto:pnobre@cptec.inpe.br)

## ABSTRACT

This work shows a comparison between observed rainfall over Brazil and that simulated by the regional Eta model for two periods, November-December-January 1998/99 and June-July-August 1999. The comparison is done in terms of the number of days with light, moderate or heavy daily rainfall. Simulations show patterns of the spatial distribution of number of the number of days with light, moderate and heavy rainfall which resembles observations over several areas of the Brazilian territory. However, the model failed to simulate the heavy rainfall over the central plateau during NDJ/1998-99 period. The Eta model also showed a tendency to overestimate the number of days with rainfall along the eastern coast of Nordeste during NDJ.

## INTRODUÇÃO

Nas regiões tropicais, a variável chuva é importante para os diversos setores da sociedade, tendo em vista que sua ocorrência é um fator limitante para a implementação de algumas atividades humanas, particularmente aquelas ligadas à agricultura, geração de energia hidroelétrica, transportes e defesa civil.

Situado entre as latitudes 35°S a 5°N e as longitudes 35°W a 75°W, o Brasil abrange uma área que se estende desde regiões tropicais até latitudes médias ou extratropicais. Em todo o território brasileiro, a variável chuva apresenta-se de forma bastante diferenciada tanto em escala espacial como temporal, motivo pelo qual, observam-se diferentes regimes de precipitação em uma mesma região. O tempo e o clima no Brasil são influenciados por fenômenos pertencentes várias escalas temporais e espaciais, que vão desde a planetária com fenômenos como o El Niño-Oscilação Sul, até a escala local, representada pela convecção isolada. Os fenômenos de escala planetária mais conhecidos que afetam a distribuição pluviométrica sobre o Nordeste são, por exemplo, o El Niño – Oscilação Sul (ENOS) e a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Já em escala sinótica, destacam-se os sistemas frontais, o dipolo de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) do Atlântico Tropical, a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), os distúrbios ondulatórios de leste, entre outros.

Apesar de todo o avanço tecnológico e científico alcançado pelos modelos numéricos de circulação geral da atmosfera, os prognósticos de chuva representados por médias sazonais da distribuição espacial da precipitação, ainda são pouco expressivos para uma fração considerável de atividades que requerem informações em escalas de tempo semanal e até diária, como na agricultura, recursos hídricos e defesa civil. A utilização de modelos em escala regional, a exemplo do Eta, visa amenizar estas dificuldades, estimando momentos de mais alta ordem das distribuições temporais e espaciais nas quais as chuvas possam ocorrer. Neste estudo, em particular, são comparadas simulações de precipitação mensais geradas pelo modelo Eta (Block, 1994; Mesinger et al., 1988) no

CPTEC com os dados observacionais para dois períodos distintos no ano de 1999, tendo como principal parâmetro a frequência de dias com chuva considerando, entre outros aspectos, as categorias de chuva leve, moderada e forte.

O Modelo Regional Eta foi operacionalizado no Centro de Previsão do tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE), com o objetivo de complementar as informações dos modelos numéricos globais de previsão de tempo, assim como, estimar, com maior grau de confiabilidade, sistemas organizados em mesoescala.

## **METODOLOGIA**

Foram utilizados dados diários de precipitação coletados nas estações do INMET e dados de plataformas de coleta de dados (PCD's) do MCT/INPE/MME/ANEEL para dois trimestres, a saber: novembro de 1998 a janeiro de 1999 (NDJ) e junho a agosto de 1999 (JJA). Estes períodos foram escolhidos para coincidirem com os períodos nos quais o modelo Eta fora integrado no CPTEC em modo de simulação sazonal. As simulações do Eta com resolução de 80 Km são o resultado de uma única realização para cada período, a partir de condições iniciais prescritas e temperaturas da superfície do mar observadas. As condições de contorno usadas para as simulações foram dados de análise do NCEP, com atualização a cada 6 horas. Para gerar as simulações sazonais, foram realizadas 3 integrações de um mês com os campos de TSM mantidos constantes durante cada mês. Os resultados, apresentados em totais de chuva acumulada a cada 6 horas, foram totalizados para totais diários de precipitação em cada ponto de grade.

As séries temporais dos valores diários de precipitação observada e simulada pelo modelo foram estratificadas em três categorias de intensidade de precipitação: leve, moderada e forte, correspondendo respectivamente aos intervalos: entre 1 e 5 mm/dia, entre 5 e 15 mm/dia, e superior a 15 mm/dia. O critério utilizado para a seleção das categorias foi aplicado tanto para os valores da simulação do modelo Eta quanto para os dados observados.

A partir do conjunto de categorias selecionadas, fez-se uma análise comparativa dos totais mensais de dias com chuva (leve/moderada/forte) entre os valores simulados e observados de precipitação para cada ponto de grade. Os dados da pluviometria observada, disponíveis numa grade de 0,25° lat-lon, foram interpolados para a grade do modelo para intercomparações.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A análise dos aspectos climáticos e sinóticos no Brasil, em novembro de 1998, evidenciou que as chuvas se concentram na região central do País, com a passagem de algumas frentes frias pelas Regiões Sul e Sudeste que atingiram a Bahia. Em toda a região costeira do norte do Brasil o índice pluviométrico ficou abaixo da média climatológica. Com exceção de algumas regiões do semi-árido da Região Nordeste, foram registradas chuvas em todo o País no mês de dezembro. Os maiores totais pluviométricos foram observados nos estados de São Paulo, sul de Minas, sul de Goiás, Mato Grosso, Acre, centro-oeste do Amazonas e Amapá, e variaram entre 300 e 500 mm. No mês de janeiro, passagens rápidas de sistemas frontais pelo sul do País contribuíram para o déficit de chuva na região. Este mês apresentou características típicas de verão, se forem levadas em consideração as chuvas nas Regiões Centro-Oeste e Sudeste do Brasil (CLIMANÁLISE, 1998/99).

Considerando os aspectos oceânicos e atmosféricos no trimestre NDJ como um todo, destacaram-se os valores de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) abaixo da média em praticamente toda a extensão Pacífico Equatorial, que caracterizaram a intensificação do fenômeno La Niña no verão de 1998/99. Sobre o Oceano Atlântico Tropical, o padrão de TSM destacou valores que variavam entre próximos a abaixo da média.

No mês de junho de 1999, as chuvas concentraram-se no norte do Pará e do Amazonas, enquanto as chuvas apresentaram-se abaixo da média em áreas costeiras da Região Nordeste. Ressalta-se que, neste mês, tem início a estação seca da Região Centro-Oeste do Brasil. Nas Regiões Sul e Sudeste, observou-se a ocorrência de chuvas isoladas, devido à passagem rápida das frentes frias. No mês de julho, predominaram condições típicas do regime de inverno. A atividade convectiva restringiu-se apenas ao noroeste e norte da Região Amazônica. Já o mês de agosto foi marcado pela falta de chuvas em todo o Brasil Central, associado à baixa umidade relativa do ar. A penetração dos sistemas frontais e a intensificação da Alta Subtropical do Atlântico Sul (AAS) favoreceu o aumento de chuvas apenas no litoral da Bahia (CLIMANÁLISE, 1999).

No tocante aos aspectos oceânicos e atmosféricos globais, o trimestre JJA continuou evidenciando a fase ativa do fenômeno La Niña na bacia do Oceano Pacífico. Já no Atlântico Tropical, os valores de TSM apresentaram-se predominantemente acima da média em julho e agosto de 1999, porém as condições observadas de vento e pressão ao nível do mar continuaram desfavorecendo à ocorrência de chuvas em grande parte do território brasileiro.

A Figura 1 mostra os totais pluviométricos sazonais para NDJ simulados pelo modelo Eta (Fig. 1a) e observados (Fig. 1b). A simulação do Eta deixou de inferir satisfatoriamente o posicionamento da ZCAS sobre o planalto central, conforme ilustrado na Figura 1. Para as demais áreas, a exemplo do Nordeste e do extremo norte do Brasil, o modelo apresenta boas simulações, particularmente nos meses de novembro e dezembro de 1998. A ausência das chuvas sobre o Planalto Central nas simulações do Eta são em grande parte responsáveis pela diferença entre os valores médios de chuva sobre todo o Brasil para o período de NDJ; simulados pelo Eta (aproximadamente 3 mm/dia) e observados (aproximadamente 6 mm/dia)

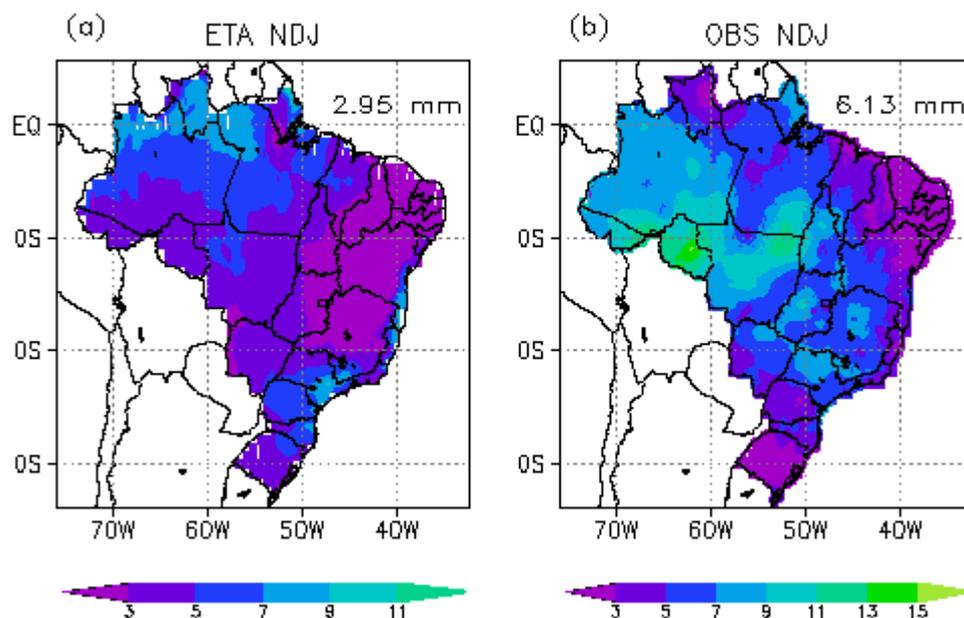


Figura 1 – Precipitação média para o período de novembro-dezembro-janeiro de 1998/99 sobre o Brasil (a) simulada pelo modelo ETA e (b) observada. O intervalo entre os contornos é 3 mm/dia. Os números na porção superior direita de cada painel representa a precipitação média sobre todo o território nacional

Para o trimestre JJA (Figura 2), as simulações apresentaram resultados que comparam melhor com as observações do que aquelas do período NDJ. O modelo Eta simulou satisfatoriamente as chuvas do extremo leste das Regiões Nordeste e Sudeste do Brasil e do extremo norte da Região Norte nos meses junho, julho e agosto. É interessante notar as boas simulações para as demais áreas do Brasil, sem deixar de ressaltar que, neste período, as chuvas são bastantes reduzidas na parte central.

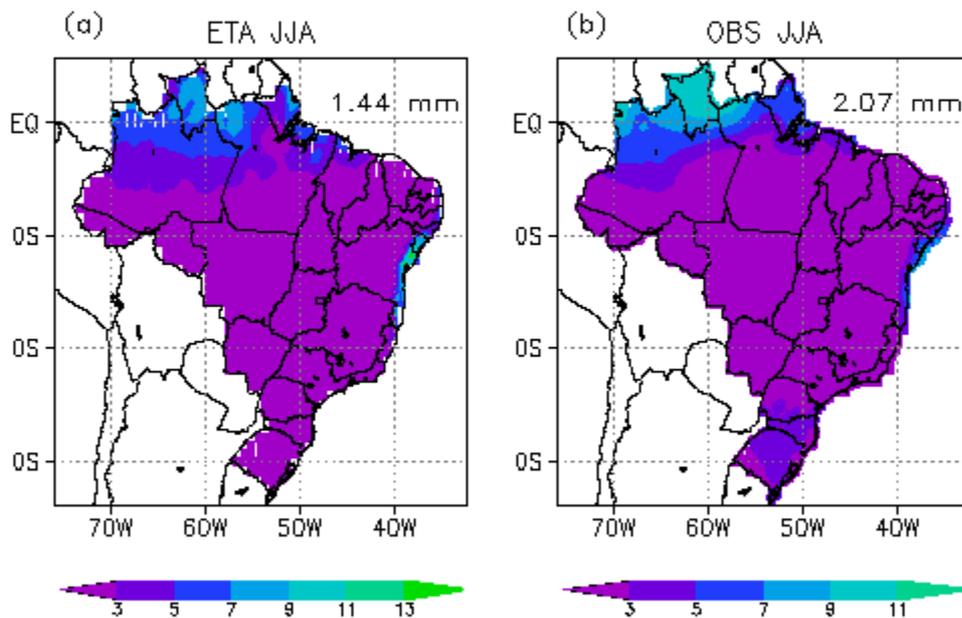


Figura 2 – Precipitação média para o período de junho-julho-agosto de 1999 sobre o Brasil (a) simulada pelo modelo ETA e (b) observada. O intervalo entre os contornos é 3 mm/dia. Os números na porção superior direita de cada painel representa a precipitação média sobre todo o território nacional

As Figuras 3 e 4 ilustram a distribuição espacial do número mensal de dias com chuva nas categorias leve, moderada e forte para os trimestres NDJ e JJA, respectivamente. Considerando a análise da distribuição espacial do total de dias com chuva nas categorias leve e moderada, no trimestre NDJ, ilustrado na Figura 3, observa-se que o Eta apresenta uma boa simulação na região que compreende desde o Amazonas ao Nordeste do Brasil. Porém, o modelo superestima o número total de dias com chuvas moderadas no extremo norte da Amazônia e o número de dias com chuva leve e moderada sobre o extremo leste do Nordeste. É curioso notar que o modelo não apresenta bons resultados na simulação de chuvas fortes na região do Planalto Central. Ressalta-se, também, a reduzida frequência de dias com chuva, nas três categorias, na área que vai desde o norte do Nordeste ao centro de Minas Gerais.

No padrão de configuração apresentado pelos dados do modelo Eta e pelos dados observacionais, ressalta-se, ainda, a maior predominância de dias com chuvas leves e moderadas em todo o Brasil relativamente às chuvas fortes, mais restritas à Região Centro-Oeste nos meses de verão.

Analisando os mapas ilustrativos da distribuição espacial do total de dias com chuva, nas três categorias, para o período JJA (Figura 4), destacou-se a boa simulação do modelo Eta sobre o noroeste da Amazônia e leste do Nordeste, porém o mesmo continuou superestimando o número de dias com chuva na Região Norte. A previsão de chuvas fortes pela modelo também apresentou-se falha neste período do ano. Neste período, em particular, o modelo não previu satisfatoriamente as chuvas fortes observadas em Roraima, e superestimou eventuais ocorrências de chuvas fortes no leste da Bahia.

Continuou evidente para trimestre JJA uma maior predominância na ocorrência de dias com chuvas leves e moderadas, tanto nos dados simulados pelo Eta quanto nas análises observacionais. Da mesma forma, ressalta-se que, nesta época do ano, são observadas baixas ocorrências de dias com chuva em praticamente todo o território brasileiro, o que também contribui para a maior destreza do modelo Eta no trimestre JJA.

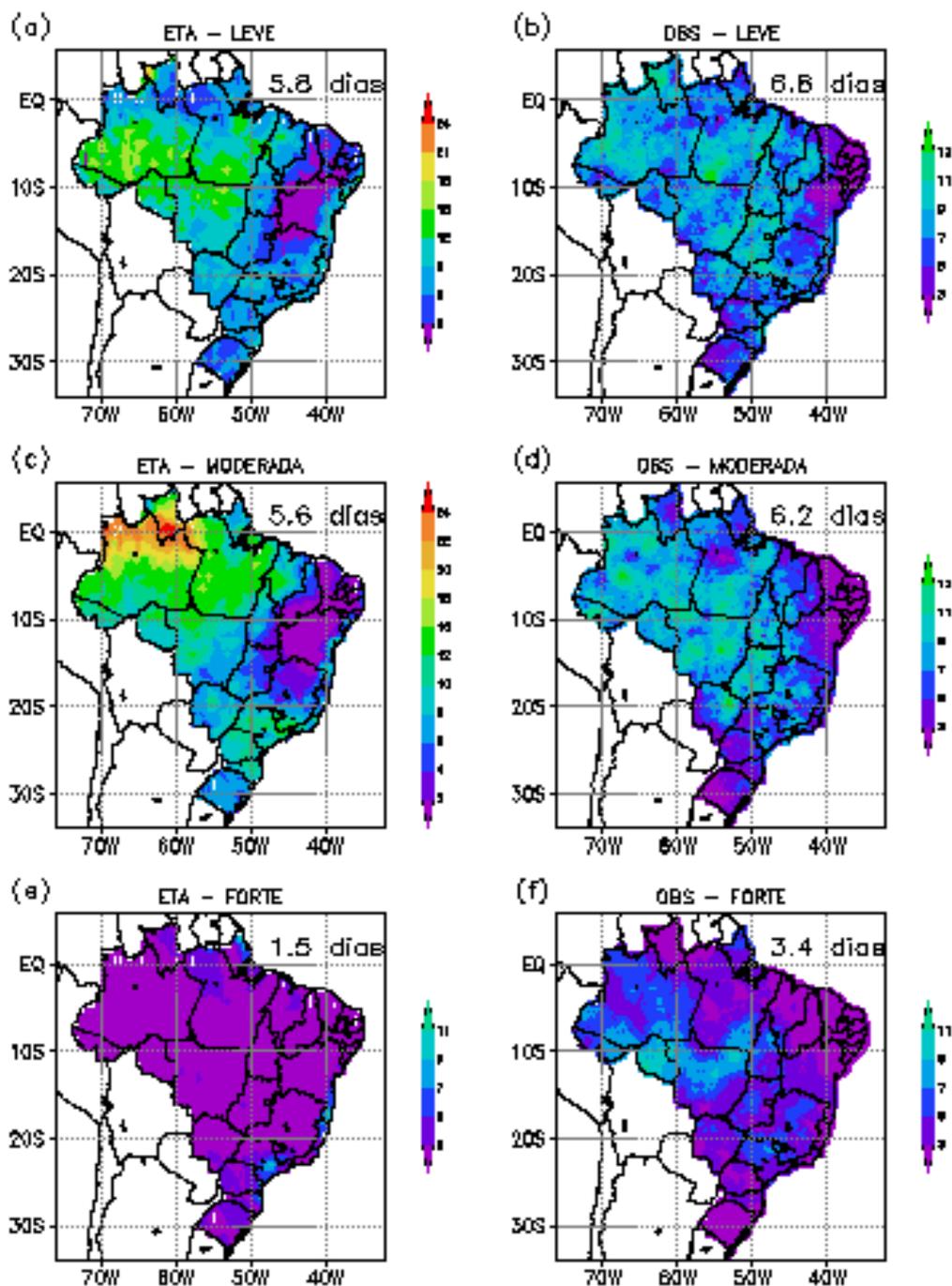


Figura 3 – Distribuição espacial do número de dias com chuva (a, b) leve, (c, d) moderada e (e, f) forte sobre o Brasil (a, c, e) simulado pelo modelo ETA e (b, d, f) observado durante novembro-dezembro-janeiro de 1998/99. Intervalo entre os contornos é 2 dias. Os números no canto superior direito de cada painel representa a média na área sobre todo o Brasil para a variável mostrada no mapa

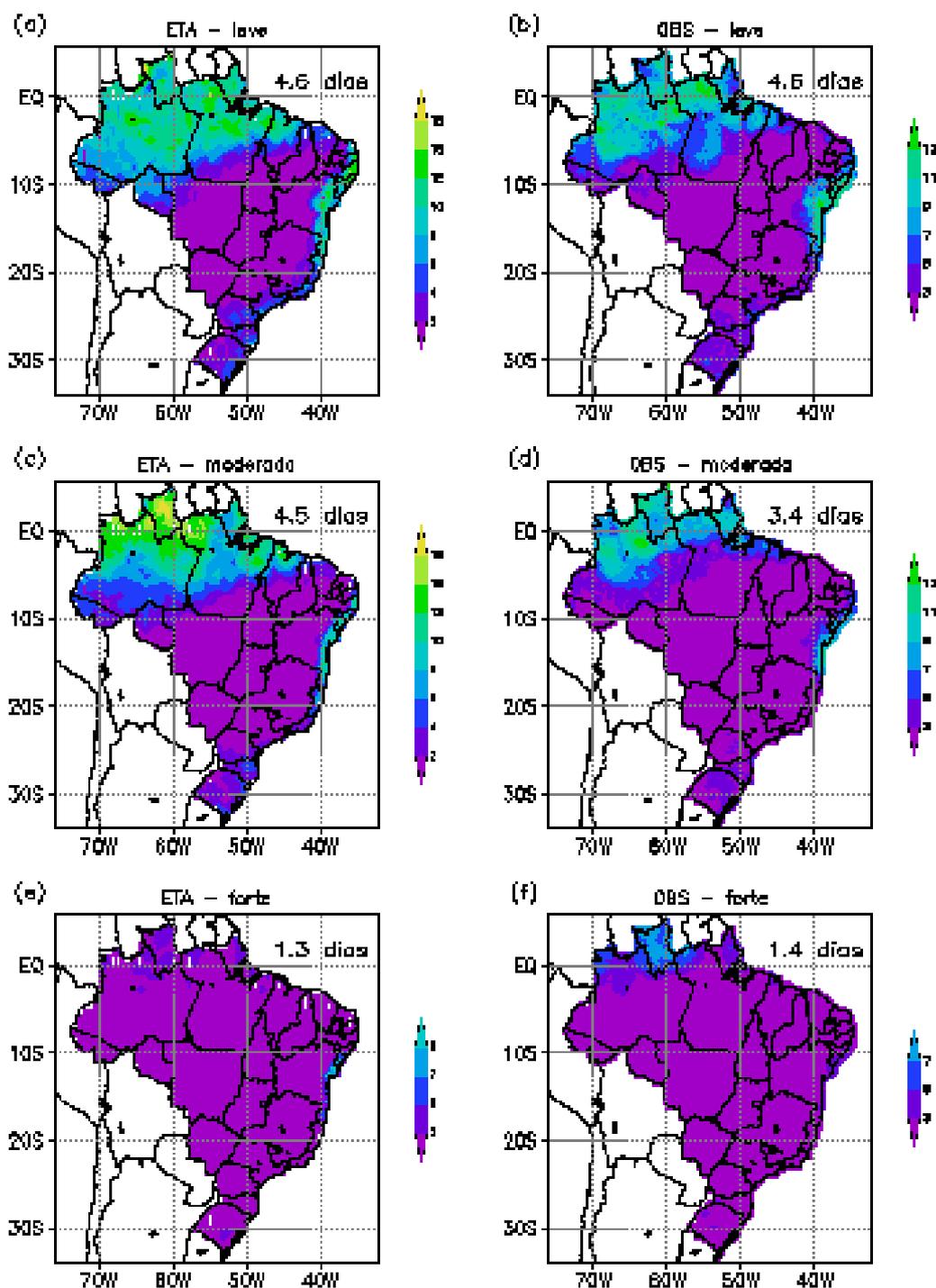


Figura 4 – Distribuição espacial do número de dias com chuva (a, b) leve, (c, d) moderada e (e, f) forte sobre o Brasil (a, c, e) simulado pelo modelo ETA e (b, d, f) observado durante junho-julho-agosto de 1999. Intervalo entre os contornos é 2 dias. Os números no canto superior direito de cada painel representa a média na área sobre todo o Brasil para a variável mostrada no mapa

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O estudo apresentou uma análise comparativa entre a variabilidade da precipitação no Brasil, em diferentes categorias, a partir de modelos de previsão de mesoescala e de dados observacionais. As conclusões mais relevantes foram:

- Para os trimestres NDJ e JJA, o resultado do modelo Eta apresentou uma configuração espacial similar àquela dos dados observados, destacando-se o período JJA, no qual se constatou uma melhor configuração quanto à distribuição espacial da precipitação;
- Foi observado no período NDJ, principalmente na Região Norte e leste do Nordeste, que o modelo superestimou o total de dias com chuva leve, moderada e forte;
- As chuvas sobre o Planalto Central durante NDJ foram subestimadas pela simulação do Eta;
- Uma das características do modelo é a de não simular bem a ocorrência de dias com chuva forte para ambos os períodos analisados. Quando comparadas às observações, as simulações de chuva do modelo tendem a subestimar os eventos extremos, pois as saídas do modelo representam um valor médio da grade enquanto a variável precipitação é bastante heterogênea no espaço.

Por se tratar de um estudo de caso, este trabalho não utilizou uma série temporal maior. Assim, para estudos futuros, recomenda-se um período de simulação do modelo Eta e um conjunto de dados observacionais maiores, assim como a avaliação da destreza do modelo em simular a frequência da passagem de sistemas frontais sobre as Regiões Sul e Sudeste e que atingem o sul da Região Nordeste. Ao longo desta linha, seria interessante avaliar igualmente a destreza do modelo em simular a variabilidade temporal diária da temperatura do ar à superfície, em particular sobre as Regiões Sul e Sudeste do Brasil. Sugere-se, também, uma comparação com simulações do modelo de circulação geral da atmosfera, do CPTEC, para comparar com as estatísticas geradas com as simulações do modelo Eta.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à colaboração dos integrantes de ambas as equipes: de modelagem regional e de estudos climáticos do CPTEC pela pronta ajuda em recuperar os dados necessários para a execução deste trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLOCK, T. **The new NMC Mesoescala Eta model: description and forecast examples.** Weather and Forecasting, 9, 165-278, 1994.
- CLIMANÁLISE, **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, Cachoeira Paulista, SP, Brasil, INPE/CPTEC, Volume 13, Nº 11 e 12, 1998.
- CLIMANÁLISE, **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, Cachoeira Paulista, SP, Brasil, INPE/CPTEC, Volume 14, Nº 01, 06, 07 e 08, 1999.
- MESINGER, F., Z.I. JANJIC, S. NICKOVIC, D. GAVRILOV, D.G. DEAVEN. **The step-mountain coordinate model description and performance for cases of Alpine lee cyclogenesis and for a case of na Appalachian redevelopment.** Mon. Wea. Ver., 116, 1493-1518, 1988.