

AVALIAÇÃO DAS PREVISÕES CLIMÁTICAS DO MODELO GLOBAL DO CPTEC PARA O TRIMESTRE CHUVOSO DE 1997 NA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL

Claudine Pereira Dereczynski¹ e Carlos Afonso Nobre²

¹*Departamento de Meteorologia – UFRJ
Av. Brigadeiro Trompowsky, s/n, Cidade Universitária
Ilha do Fundão, Prédio do CCMN-IGEO, 21949-900
e-mail: claudine@acd.ufrj.br*

²*Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos – INPE
Rod. Pres. Dutra, km 40, Cachoeira Paulista – SP, 12630-000
e-mail: nobre@cptec.inpe.br*

ABSTRACT

Analyses of the seasonal ensemble predictions for the Northeast of Brazil generated by a T62L28 version of the CPTEC/COLA atmospheric general circulation model are presented. The ensemble comprised 25 members initiated from consecutive analyses one day apart (from 4 to 28 December 1996). The ensemble and each individual daily member were analyzed over the last 90 days of integration period (from March to May 1997). In general the skill of the ensemble in predicting precipitation rate was high. The results suggest that low level transients determined the limit of predictability during that period. Another important result is the observation of frequent spurious cyclones produced by the model, traveling from north to south, counterclockwise near the Brazilian coast.

1. INTRODUÇÃO

Previsões climáticas sazonais têm sido confeccionadas rotineiramente por diversos centros meteorológicos em todo o mundo. O objetivo deste tipo de previsão, diferente da previsão a médio prazo (dez dias) e da previsão estendida (entre dez dias e um mês), não é determinar quando ocorrerá a transição de um certo regime de tempo para outro, mas sim prever as propriedades estatísticas de algum estado climático futuro, como um mês ou uma estação. Ou seja, na previsão climática sazonal não existe a preocupação com os detalhes que são fornecidos numa previsão de tempo e com a ordem cronológica de ocorrência dos eventos sinóticos diários. Uma previsão climática de precipitação, por exemplo para uma dada região, indica as probabilidades de uma certa estação do ano ser normal, chuvosa e seca.

A previsibilidade sazonal nos trópicos e extratropicais apresenta sensíveis diferenças. A circulação tropical é determinada pelas células de Hadley e Walker cujas flutuações são afetadas principalmente pelas variações nas condições de contorno na superfície da Terra. Nos trópicos as mudanças diárias do tempo são associadas a distúrbios sinóticos e sub-sinóticos que, com exceção dos ciclones tropicais, são geralmente menos energéticos do que os distúrbios das latitudes médias. As variações nas condições de contorno podem produzir mudanças significativas nas localizações dos ramos ascendente e descendente das células de Hadley e Walker, dando origem a grandes mudanças nos padrões de precipitação média sazonal. Os distúrbios sinóticos nos trópicos não são tão importantes para a localização e intensidade das circulações de grande escala (Shukla, 1991). Charney & Shukla (1981) acreditam que nos trópicos, como as condições de contorno dominam a variabilidade interanual, a previsibilidade climática pode ser mais alta do que nos extratropicais, onde a variabilidade caótica interna, associada às instabilidades e não linearidades do escoamento atmosférico compete com os efeitos das variações lentas nas condições de contorno.

No CPTEC são geradas mensalmente, desde janeiro de 1995, previsões sazonais por conjunto (“ensemble forecasting”) utilizando-se o modelo de circulação geral atmosférico (MCGA) CPTEC/COLA, inicialmente com 4 e atualmente com 25 membros (Cavalcanti, 1996). A previsão climática para o trimestre chuvoso (março, abril e maio) do Nordeste do Brasil recebe especial atenção. A região, apesar de localizar-se numa faixa latitudinal aonde em ambos os hemisférios verificam-se os maiores índices pluviométricos

médios anuais, apresenta totais pluviométricos relativamente baixos, chegando a atingir valores médios anuais inferiores a 400 mm no interior da região. Aproximadamente 62% do território da Região Nordeste encontra-se dentro do Polígono das Secas, abrangendo todos os Estados nordestinos, com exceção do Maranhão e do Distrito Estadual de Fernando de Noronha, pertencente a Pernambuco. As secas efetivas, caracterizadas por baixa precipitação e má distribuição temporal das chuvas, afetam a população nordestina (cerca de 28% da população brasileira), impossibilitando a manutenção dos reservatórios de água para consumo humano e animal. Previsões climáticas para o trimestre chuvoso desta região têm sido solicitadas ao CPTEC por agricultores, fazendeiros, investidores e principalmente pelos órgãos dos governos estaduais e federais com objetivo de auxiliar na organização dos programas emergenciais de combate aos efeitos da seca e no planejamento de liberação das verbas.

Neste trabalho são analisadas as saídas diárias de 25 membros da previsão por conjunto do modelo global do CPTEC para os meses março, abril e maio de 1997, com foco na Região Nordeste do Brasil. Uma avaliação da performance do modelo em prever a frequência de distúrbios transientes e em configurar sistemas climatológicos, é elaborada. Análises semelhantes para os anos de 1996 a 2000 estão sendo preparadas com o objetivo de definir os principais fatores limitantes à previsão climática na Região Nordeste do Brasil.

2. METODOLOGIA E DADOS UTILIZADOS

A fim de avaliar a performance do modelo global do CPTEC/COLA foram utilizadas algumas das integrações deste modelo descritas em Oliveira (2001) e gentilmente cedidas pelo autor.

A versão do modelo utilizada foi T62L28, ou seja, truncamento triangular na onda zonal de número 62 e 28 camadas na vertical. No conjunto utilizado neste trabalho, o modelo foi integrado por seis meses, de dezembro/96 a maio/97, sendo os primeiros três meses de simulação, ou seja, utilizando-se como condição de contorno inferior a temperatura da superfície do mar (TSM) observada a cada mês e para o restante do período (de março a maio de 1997), persistiu-se o campo de ATSM observado em fevereiro de 1997 (fig. 2.1), somando-o com a TSM climatológica de cada um dos meses (março, abril e maio) para gerar os campos de TSM a serem utilizados pelo modelo nestes três últimos meses. Os dados de TSM utilizados, tanto os campos mensais quanto a climatologia referente ao período 1950-1998, são provenientes do Climate Prediction Center (CPC) do National Center for Environmental Prediction (NCEP) (Reynolds e Smith, 1994).

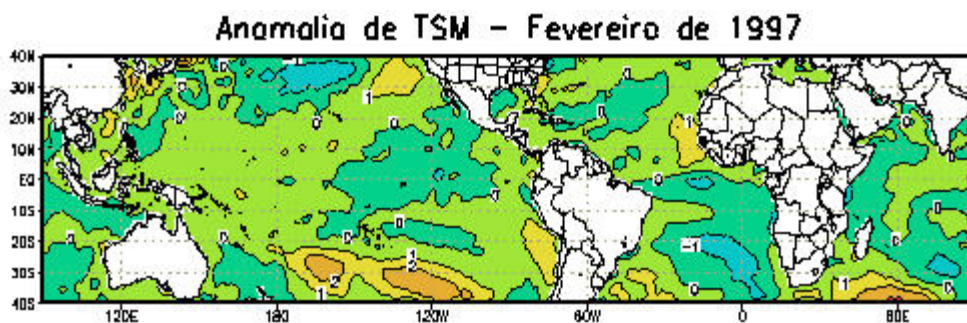


Fig. 2.1 – Campo de anomalia da temperatura do mar (a cada 1°C) observado em fevereiro de 1997, utilizado na simulação do mês fevereiro de 1997 e persistido em março, abril e maio de 1997.

O conjunto de previsões utilizado é composto por 25 membros, que utilizam como condição inicial as análises das 12 Z de dias consecutivos (04/12 a 28/12/96) do modelo global do NCEP. Utiliza-se aqui para simplicidade o nome do membro como sua data de condição inicial. As integrações fornecidas por Oliveira foram então pós-processadas, para obtenção das saídas diárias (as 12 Z), de 10 variáveis em 6 níveis atmosféricos. As análises foram desenvolvidas para os últimos 90 dias da integração, ou seja, os meses março, abril e maio/97.

A seguir são descritos os dados e as metodologias utilizados para avaliar a performance do modelo com relação aos transientes nos baixos e altos níveis, a Zona de Convergência Intertropical, e a precipitação.

Com relação a verificação dos transientes nos baixos níveis foram construídos mapas diários previstos por cada membro contendo os campos de pressão atmosférica ao nível médio do mar (hPa), ventos ($m.s^{-1}$), convergência dos ventos (s^{-1}) e precipitação ($mm.dia^{-1}$). Ao todo foram analisados subjetivamente 2300 mapas (92 dias x 25 membros). Nestes mapas foram identificados sistemas como frentes frias e ciclones, contudo demais sistemas transientes de menor escala como linhas de instabilidade e perturbações de leste não foram identificados. Para contagem do número de frentes e vórtices foram considerados apenas os sistemas que atingem a Região acompanhados por chuva. As frentes frias foram identificadas como regiões que se deslocam de norte para sul, caracterizadas por baixas pressões, descontinuidade e convergência de ventos e além disso acompanhadas por precipitação. Os mesmos mapas foram construídos com dados de reanálise do NCEP/NCAR (Kalnay et al., 1996), utilizando-se a mesma metodologia para contagem dos sistemas transientes. A resolução dos dados da reanálise do NCEP é de 2.5° de latitude por 2.5° de longitude e no modelo CPTEC/COLA é de 1.875° de latitude por 1.875° de longitude.

Dentre os transientes nos altos níveis o único pesquisado foi o vórtice ciclônico do Nordeste (VCN). Neste caso, foi feita a contagem do número de dias no mês em que o VCN apareceu configurado no campo de linhas de corrente em 300 hPa como um vórtice fechado. Esta pesquisa limitou-se a área delimitada pelos paralelos $24^\circ S$ e equador e os meridianos 30 a $45^\circ W$. Neste caso também foram construídos 3200 mapas. Campos idênticos construídos com dados de reanálise do NCEP foram utilizados para confrontar as previsões do modelo com a realidade.

Para a análise da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) foram construídos mapas médios de previsão da radiação de onda longa (ROL) para o trimestre março a maio de 1997 para cada membro do conjunto, resultando em 25 mapas. Neste caso os dados utilizados para comparação foram também as reanálises do NCEP.

As anomalias dos campos de precipitação, ao invés dos próprios campos de precipitação, foram avaliadas com o objetivo de reduzir o impacto dos erros sistemáticos do modelo. A anomalia é computada reduzindo-se o campo previsto da climatologia, para o mês em questão. Para o cálculo das anomalias previstas foi utilizada a climatologia de dez anos (1982-1991) do modelo CPTEC/COLA, utilizando-se médias mensais observadas de TSM, como descrito em Cavalcanti et al. (2001). O campo de anomalia de precipitação observada foi preparada a partir dos dados coletados nas estações do INMET e dos Centros Estaduais de Meteorologia do Programa de Monitoramento de Tempo, Clima e Recursos Hídricos do Ministério da Ciência e Tecnologia, Estes dados são interpolados para pontos de grade, com resolução de 0.25° de latitude por 0.25° de longitude e sua climatologia refere-se ao período de janeiro de 1961 a dezembro de 1990.

Imagens do satélite METEOSAT-5 no canal infravermelho (IR) também foram utilizadas para confirmação das posições da ZCIT, VCN e sistemas frontais.

A metodologia utilizada para avaliar os dados de precipitação previstos pelo modelo consistiu inicialmente na subdivisão da Região Nordeste do Brasil em 35 sub-regiões de 2° de latitude por 2° de longitude. A seguir, para cada uma das 35 sub-regiões foi avaliado se o sinal da anomalia prevista estava correto, ou seja, quando o modelo prevê anomalia positiva ou negativa e o mesmo se verifica na observação, a previsão para a sub-região é considerada correta. Para a região como um todo calculou-se a raiz do erro quadrático médio (REQM), o erro médio (EM) e a correlação (CORR) entre os campos previstos e observados, como descrito abaixo:

$$REQM = \sqrt{\overline{(P_{prev} - P_{obs})^2}}$$

$$EM = \overline{P_{prev} - P_{obs}}$$

$$CORR = \frac{\overline{[(P_{obs} - \overline{P_{obs}}) * (P_{prev} - \overline{P_{prev}})]}}{\sqrt{\overline{(P_{obs} - \overline{P_{obs}})^2}} * \sqrt{\overline{(P_{prev} - \overline{P_{prev}})^2}}}, \text{ onde:}$$

P_{prev} = precipitação prevista num dado ponto de grade

P_{obs} = precipitação observada no mesmo ponto de grade

e a barra indica média na área 0 a 19°S/33 a 50°W.

3. A CLIMATOLOGIA DA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL NOS MESES MARÇO A MAIO DE 1997

A Região Nordeste do Brasil recebeu chuvas acima da média no seu trimestre chuvoso de 1997. Anomalias negativas de precipitação verificaram-se apenas no norte dos Estados do Maranhão, Piauí e Ceará, noroeste do Rio Grande do Norte e no centro-leste de Pernambuco (fig. 3.1).

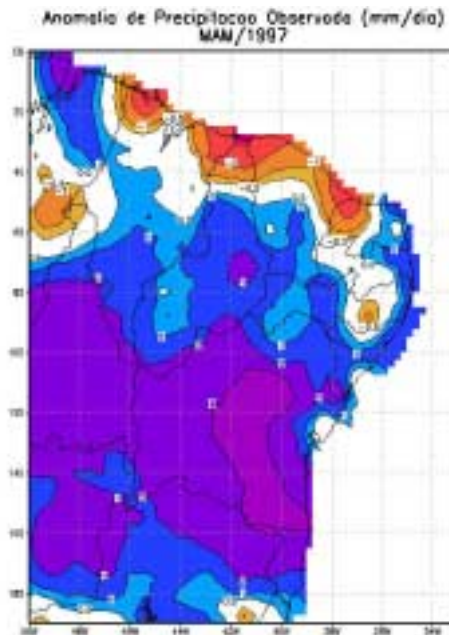


Fig. 3.1 - Anomalia observada da precipitação (mm/dia) média no período março a maio de 1997 (Fonte: INMET).

Através do campo médio de anomalia da radiação de onda longa (AROL) (fig. 3.2 a) verifica-se claramente que a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) configurou-se ao norte de sua posição climatológica, produzindo valores positivos deste campo, superiores a 15 W.m^{-2} com centro em $5^\circ\text{S}/30^\circ\text{W}$, na região aonde a ZCIT localiza-se normalmente nesta época do ano, justificando em parte as anomalias negativas de precipitação descritas anteriormente. O campo médio de ROL (fig. 3.2 b) mostra a ZCIT estendendo-se sobre o Oceano Atlântico entre os continentes Africano e Americano em torno da latitude 5°N .

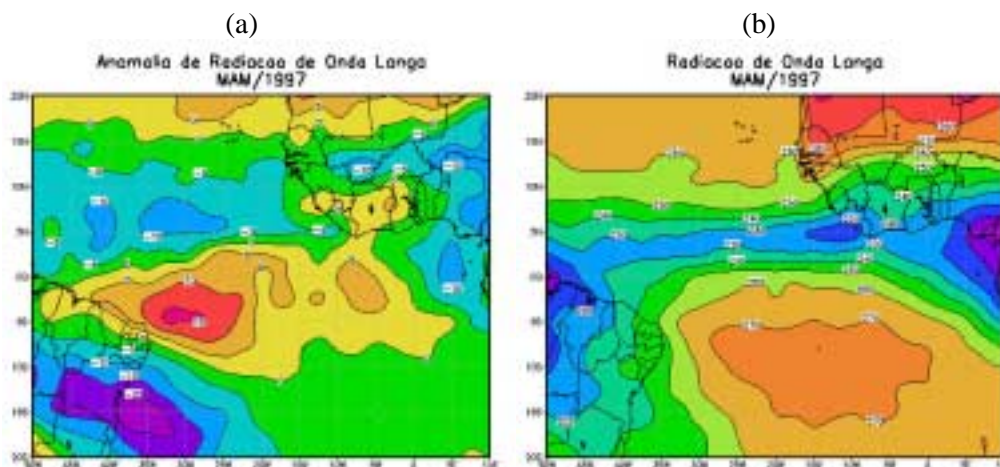


Fig. 3.2 – Radiação de onda longa (W.m^{-2}) para o período março a maio de 1997, em (a) anomalia e (b) média.

Com relação ao fenômeno El Niño – Oscilação Sul (ENOS), verifica-se pelos dados disponíveis na home-page do CPTEC (<http://www1.cptec.inpe.br/products/elniño/tsm.html>), que no mês de março/97, não havia qualquer sinal no Pacífico, mas a partir de abril do mesmo ano iniciou-se um episódio de El Niño que se estendeu por doze meses. No Atlântico, a evolução das ATSMs nas bacias norte ($60^{\circ}\text{W}-20^{\circ}\text{W}/15^{\circ}\text{N}-30^{\circ}\text{N}$) e sul ($20^{\circ}\text{W}-0^{\circ}\text{W}/15^{\circ}\text{S}-0^{\circ}$), mostram uma situação desfavorável à precipitação na região, estendendo-se de março a outubro de 1997. Os campos de ATSM observados de março a maio de 1997 são apresentados na figura 3.3.

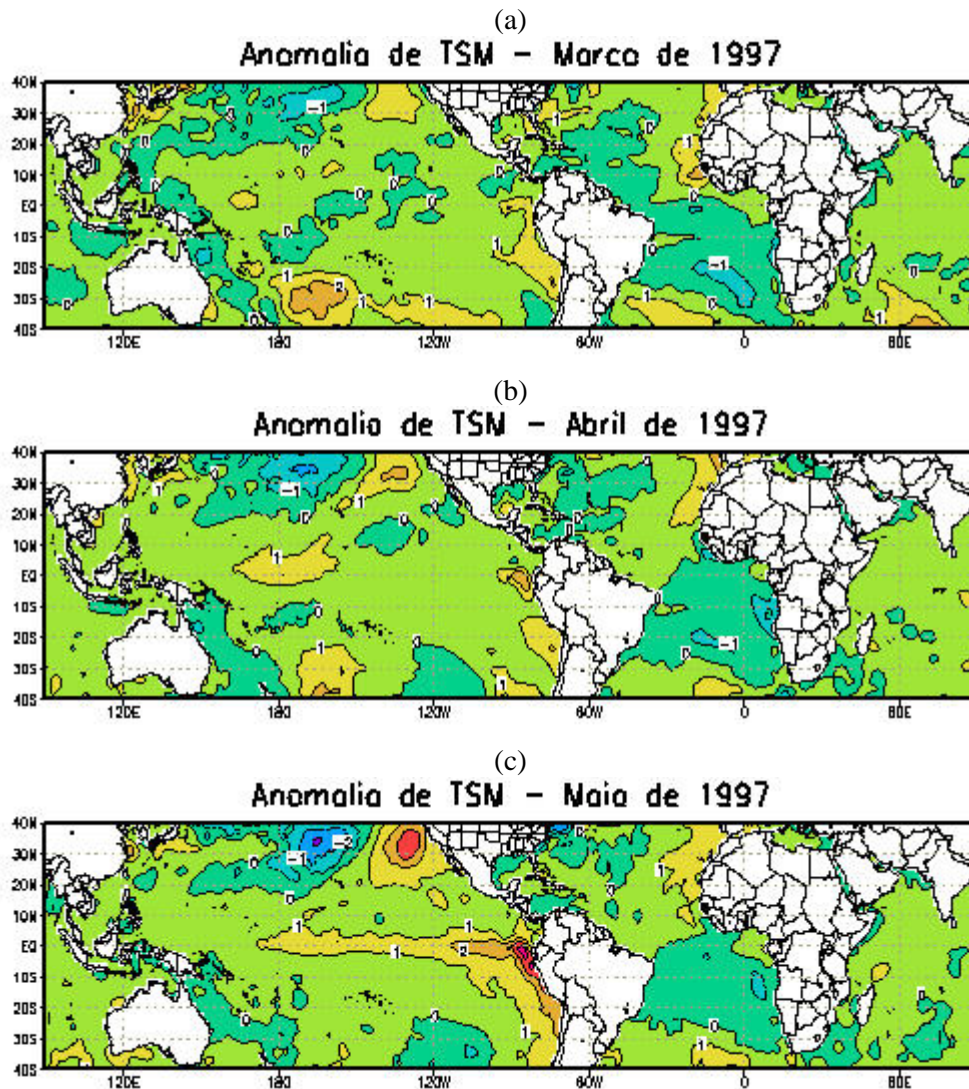


Fig. 3.3 – (a) Campo de anomalia da temperatura do mar (a cada 1°C) observada em (a) março, (b) abril e (c) maio de 1997.

As imagens de satélite e o campo de linhas de corrente em 300 hPa indicam que o vórtice ciclônico do Nordeste (VCN) configurou-se apenas no mês de março. Entre os dias 3 e 13 de março ele se apresentou como um vórtice fechado e de acordo com o Climanálise (1997a) ocorreram chuvas no dia 9 no litoral sul da Bahia devido a presença deste sistema.

Contabilizando-se apenas os sistemas frontais que penetraram na Região acompanhados por chuvas ocorreram ao todo seis episódios, três em março, dois em abril e um em maio. Estes sistemas foram os principais responsáveis pela anomalia positiva de precipitação na parte sul da Região.

De acordo com o Climanálise (1997 a, b e c) vários episódios de distúrbios de leste provocaram chuvas na Região. Em março eles se concentraram entre os dias 9 e 14, desde o Rio Grande do Norte até a Bahia, causando chuvas fortes. Em abril entre os dias 2 e 3 um distúrbio de leste atuou desde o Rio Grande do Norte até Sergipe. No dia 9 de abril um novo sistema encontrava-se atuando desde o litoral do Rio Grande do Norte até Sergipe, ocasionando um total pluviométrico de 70 mm em Maceió, e de 48 mm em Aracaju. No dia 24 de abril o último distúrbio de leste do mês foi observado no litoral do Ceará, causando chuvas

intensas neste Estado, verificando-se um total de 105 mm em Fortaleza neste dia. No dia seguinte este sistema deslocou-se para sudoeste, atingindo o litoral e o interior do Maranhão. Em maio os distúrbios de leste continuaram atuando no leste da Região Nordeste, porém não foram registradas suas datas de ocorrência.

As linhas de instabilidade (LIs) parecem ter contribuído apenas para as chuvas observadas no norte da Região, verificando-se no dia 16 de abril LIs no interior dos Estados do Maranhão e Piauí (Climanálise b).

4. AVALIAÇÃO DAS PREVISÕES CLIMÁTICAS

A anomalia média de precipitação para o trimestre março a maio de 1997 foi de forma geral muito bem prevista. Comparando-se as figuras 3.1 e 4.1 observa-se que o modelo conseguiu captar bem a anomalia negativa de precipitação no norte dos Estados do Maranhão, Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte, provocada pela localização da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) a norte de sua posição climatológica e a anomalia positiva de precipitação nas demais áreas da Região. O sinal da anomalia da precipitação foi previsto corretamente em 66% da área (23 das 35 sub-regiões mencionadas na metodologia), apresentando problemas apenas em 12 sub-regiões localizadas justamente na interface entre as regiões de anomalias positivas e negativas. A correlação média em toda a região também foi boa (65%), porém a raiz do erro quadrático médio (REQM) apresentou-se elevada (2.0 mm/dia). A média das anomalias previstas foi $-0.27 \text{ mm.dia}^{-1}$ enquanto que a média das observadas foi de 1.55 mm.dia^{-1} .

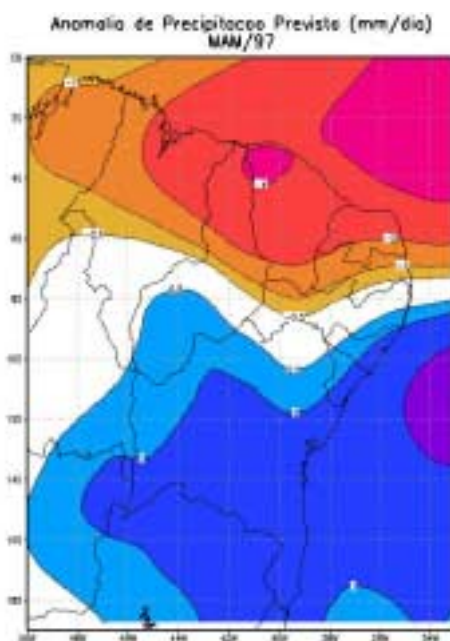


Fig. 4.1 – Anomalia média de precipitação (mm.dia^{-1}) prevista pelo modelo no período março a maio de 1997.

A seguir avalia-se o comportamento individual de cada um dos 25 membros do modelo com relação a passagem de sistemas transientes nos baixos e altos níveis, posicionamento da ZCIT e totais pluviométricos.

4.1 Sistemas transientes nos baixos níveis

A verificação da passagem de sistemas transientes nos baixos níveis revelou um aspecto surpreendente. Além dos sistemas frontais e ciclones extratropicais, aparecem também frequentemente vórtices nos baixos níveis, deslocando-se pelo Oceano Atlântico, indo de norte para sul, numa trajetória anticiclônica, próximo a costa da América do Sul. Tais sistemas, como o que aparece no exemplo da fig. 4.2, são frequentemente acompanhados por precipitação, núcleos de máxima convergência de ventos e baixos valores de pressão. Algumas vezes originam-se em baixas latitudes (5 ou 10°S), atingindo latitudes superiores, aonde se unem a sistemas frontais que deslocam-se pelo Atlântico, acentuando assim a convergência na região por onde se deslocam. Estes sistemas são considerados neste trabalho como “vórtices

espúrios” por não terem sido encontrados similares na literatura, nos dados observacionais convencionais e nas reanálises geradas por modelos numéricos de previsão do tempo.

O vórtice espúrio da figura 4.2 (membro 05/12/96) originou-se na previsão do dia 20/03/97 (não mostrada) no sul da Bahia, com uma divergência de $-35 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$ e pressão de 1010 hPa. Nas previsões seguintes o modelo configura este vórtice sobre Minas Gerais (21/03), sul do Rio de Janeiro (22/03), litoral do Estado de São Paulo (23/03), litoral de Santa Catarina (24/03), e sobre o Oceano Atlântico em $40^{\circ}\text{S}/35^{\circ}\text{W}$ no dia 26/03, atingindo neste dia pressão de 990 hPa, divergência de $-50 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$ e precipitação de 100 $\text{mm}\cdot\text{dia}^{-1}$.

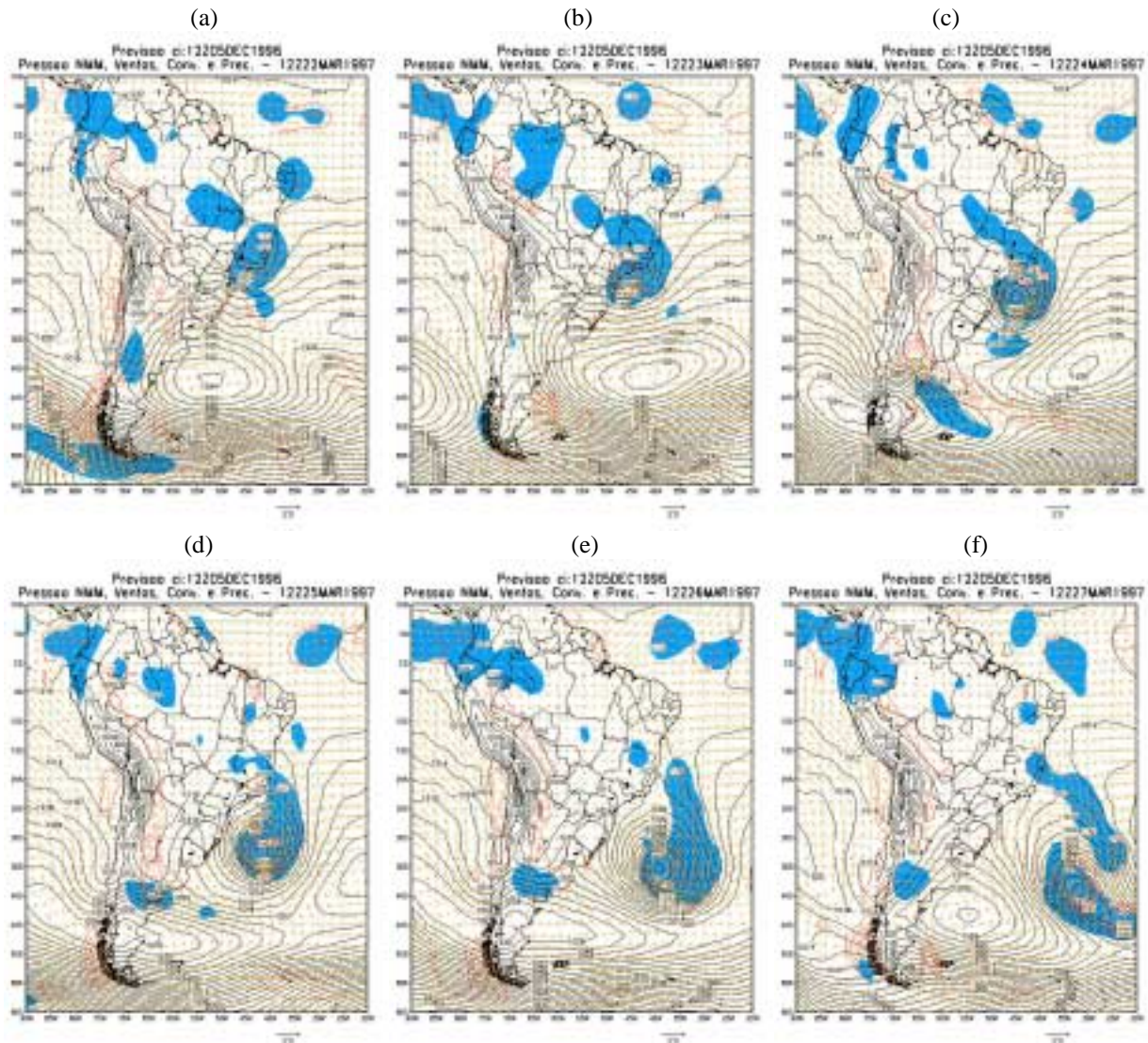


Fig. 4.2 – Acompanhamento de um vórtice espúrio produzidos pelo membro 05/12/96 no período 22 a 27/03/97. As linhas pretas são isóbaras ao nível médio do mar (a cada 2 hPa), as linhas vermelhas são divergência do vento ($\times 10^6$) inferior a $-5 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$, a cada $5 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$, as áreas azuis representam a precipitação superior a 10 $\text{mm}\cdot\text{dia}^{-1}$, as setas marrons representam o vento ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) e a seta verde indica a posição do vórtice espúrio.

Durante o trimestre em estudo o modelo configurou em média 2,28 sistemas frontais e 2,28 vórtices espúrios acompanhados por chuvas na Região Nordeste, resultando na passagem de 4,56 sistemas com chuvas pela região durante o trimestre. Os gráficos da fig. 4.3 mostram em (a) o número de sistemas frontais e em (b) o número de vórtices espúrios, ambos acompanhados por precipitação na região em estudo. Analisando-se esta figura verifica-se que o número de frentes e vórtices espúrios decai de março para maio. O modelo configurou em média 1,24 frentes em março, 0,80 em abril e 0,24 em maio. Com relação aos vórtices espúrios foram 1,40 em março, 0,64 em abril e 0,24 em maio.

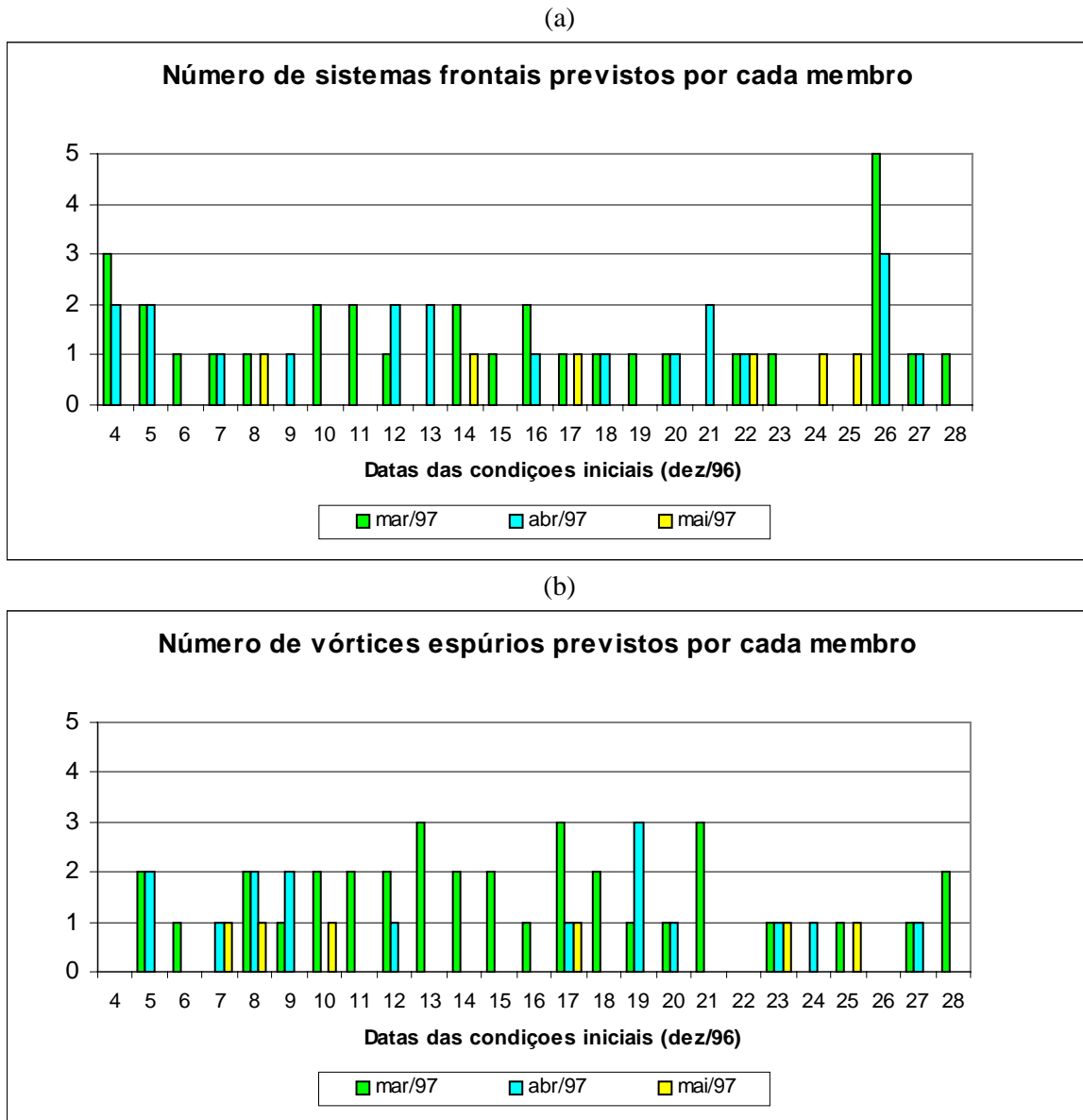


Fig. 4.3 – Número de transientes acompanhados por chuvas na Região Nordeste do Brasil, previstos por cada membro do conjunto. Em (a) sistemas frontais e em (b) vórtices espúrios.

4.2 Sistemas transientes nos altos níveis

O único sistema transiente de altos níveis verificado foi o vórtice ciclônico do Nordeste (VCN). Este sistema foi configurado no campo de linhas de corrente em 300 hPa apenas no mês de março, numa média de 3,5 dias. Em abril e maio a média foi nula.

4.3 Zona de Convergência Intertropical

Campos médios de radiação de onda longa (ROL) para o trimestre março, abril e maio de 1997 foram confeccionados para cada um dos 25 membros a fim de verificar se a posição da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) prevista pelo modelo. Os resultados mostraram que todos os membros configuraram a ZCIT no Oceano Atlântico entre os continentes Africano e Americano, em torno de 5°N, sendo observada muito pouca variação de posição entre os membros.

4.4 Precipitação

A precipitação média nos meses de março a maio foi analisada para as previsões geradas para cada membro. Através do esquema de verificação do sinal da anomalia em cada uma das 35 sub-regiões e de uma

análise visual subjetiva foram selecionadas as três piores (fig. 4.4 a, b, c) e as três melhores (fig. 4.4 d, e, f) previsões. Do total de previsões, 56% foram consideradas boas (05, 06, 08, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 21, 23, 26, 27 e 28/12/96) e 44% ruins (04, 07, 09, 10, 11, 15, 16, 20, 22, 24 e 25/12/96). Considerando-se um conjunto que fosse formado apenas pelas três melhores previsões a correlação entre os campos observado e previsto seria de 78% e o erro médio seria de -0.7 mm.dia^{-1} .

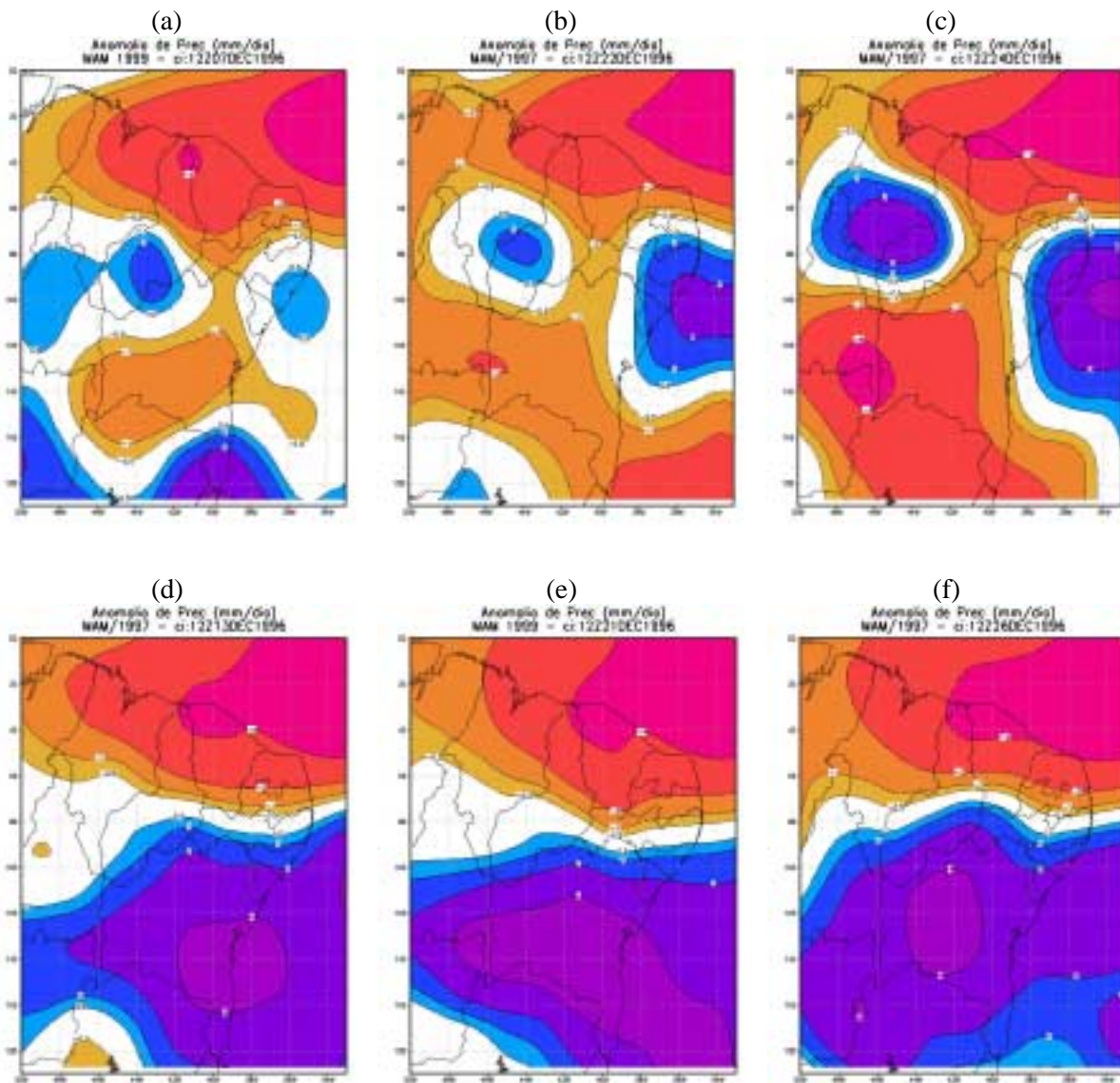


Fig. 4.4 - Precipitação média prevista para os meses março, abril e maio de 1997 pelos membros (a) 07/12/96, (b) 22/12/96, (c) 24/12/96, (d) 13/12/96, (e) 21/12/96 e (f) 26/12/96.

5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com Brankovic e Palmer (1997) para anos nos quais o fenômeno ENOS é mais intenso a previsibilidade torna-se mais elevada na região tropical. A partir da análise do campo de ATSM de fevereiro de 1997 (fig. 2.1), nota-se que não havia qualquer sinal forte no Pacífico. Além disso, comparando-se as figs. 2.1 e 3.2 b e c, nota-se que a partir de abril um aquecimento começou a se configurar no Pacífico, tornando os campos de ATSM observados de abril e maio um pouco diferentes do persistido. No Atlântico a correlação entre os campos de ATSM observados e persistidos foi alta na bacia norte (90% em março, 68% em abril e 78% em maio) porém declinou na bacia sul em abril e maio (88% em março, 34% em abril e 47% em maio). Mesmo assim, a performance da previsão do conjunto para o campo de precipitação foi muito boa.

Os resultados mostraram também que o modelo previu um número de sistemas frontais e de VCNs inferior ao observado, o que poderia ter gerado um total pluviométrico bastante reduzido. No entanto o erro médio do total pluviométrico não foi tão elevado ($-1,74 \text{ mm.dia}^{-1}$). Um dos fatores que contribuíram para compensar este déficit de precipitação foi a geração dos vórtices espúrios que deslocaram-se de norte para sul, em sentido antihorário pela costa do Brasil. A presença destes vórtices foi sem dúvida o resultado mais intrigante e desta forma este sistema continuará a ser investigado com maiores detalhes.

As análises desenvolvidas sugerem ainda que os sistemas transientes nos baixos níveis foram os grandes responsáveis pela qualidade da previsão de precipitação. Os membros que configuraram um número total de transientes (vórtices espúrios e frentes) mais próximo do número de sistemas frontais observado (6) durante o trimestre MAM/97 foram os que apresentaram as melhores previsões de precipitação e vice-versa. A presença do vórtice ciclônico do Nordeste nas previsões não parece ter contribuído muito para a qualidade da previsão pois tanto os membros que apresentaram as melhores quanto as piores previsões de precipitação configuraram o VCN em poucos dias durante o trimestre: nenhum dia (nos membros 07, 12 e 13/12/96) e três dias (nos membros 21, 22 e 24/12/96).

Os demais sistemas transientes como as linhas de instabilidade e as perturbações de leste, que não foram avaliadas nas previsões, podem representar importantes fontes de previsibilidade. Isto é sugerido pois por exemplo na previsão do membro 06/12/96 (considerada boa), foram observadas apenas a passagem de um vórtice e um sistema frontal pela região. Contudo núcleos de precipitação sobre o Nordeste do Brasil, provenientes do Atlântico, a norte e a leste da Região, foram observados em 71 dias durante o período considerado, contribuindo assim para as anomalias positivas de precipitação (fig. 5.1).

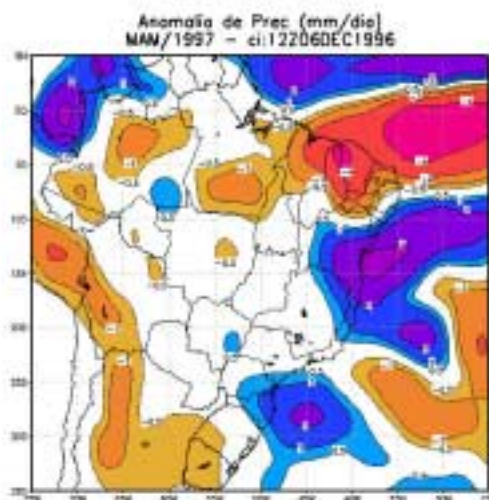


Fig. 5.1 – Previsão do membro 06/12/96 para o campo de precipitação (mm.dia^{-1}) média para o período março a maio de 1997.

Análises semelhantes as descritas neste artigo serão realizadas para o período entre 1996 e 2000 a fim de gerar uma climatologia dos sistemas transientes do modelo para o trimestre chuvoso da região e, desta forma, fornecer um quadro mais completo dos fatores que limitam a previsibilidade do modelo.

Referências Bibliográficas

Brankovic C. e T. N. Palmer, 1997: Atmospheric seasonal predictability and estimates of ensemble size. *Monthly Weather Review*, vol. 125, 859-874.

Cavalcanti, 1996: Previsão climática no CPTEC. *Climanálise Especial - Edição comemorativa de 10 anos*, Outubro de 1996, MCT/INPE/CPTEC.

- Cavalcanti, I. F. A., P. Nobre e I. Trosnikov, 1996: Simulação de verão e outono de 92/93 e 93/94 com o GCM CPTEC/COLA. IX Congresso Brasileiro de Meteorologia, Campos do Jordão. Nov. 1996, 807-811.
- Charney, J. G. e J. Shukla, 1981: Predictability of monsoons. In Monsoon dynamics. Ed. J. Lighthill and R. Pearce. Cambridge University Press.
- Climanálise, 1997 a: Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos, CPTEC/INPE, Março de 1997.
- Climanálise, 1997 b: Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos, CPTEC/INPE, Abril de 1997.
- Climanálise, 1997 c: Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos, CPTEC/INPE, Maio de 1997.
- Oliveira, G. S. de, 2001: Avaliação das previsões do modelo climático global do CPTEC/COLA para o Brasil entre dezembro de 1995 e maio de 1999. Dissertação de tese de mestrado em meteorologia. INPE/CPTEC – Cachoeira Paulista, SP.
- Shukla, J., 1991: Predictability of short-term climate variations. In: Prediction of Interannual Climate Variations. Series I: Global Environmental Change, Vol. 6 – NATO ASI Series, Ed. Shukla.