

IMPLEMENTAÇÃO DA TÉCNICA DE “ENSEMBLE PREDICTION” NO CPTEC – RESULTADOS PRELIMINARES

Mariane Mendes Coutinho

José Paulo Bonatti

Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

Abstract

A method for ensemble weather prediction using the CPTEC global model with horizontal spectral resolution of T62 and 28 vertical levels is being implemented at CPTEC. The perturbed initial conditions are generated implementing EOF analysis to the differences between forecasts starting from regular analysis and randomly perturbed analysis. An example of ensemble prediction is shown, as a preliminary study.

1. Introdução

O modelo global de previsão numérica de tempo operacional no CPTEC tem resolução horizontal T62 e 28 níveis sigma (T62L28). Gera previsões até o prazo de seis dias nos horários de 00 e 12 UTC a partir de condições iniciais espectrais obtidas do NCEP (National Centers for Environmental Prediction).

A importância dos estados iniciais nos erros das previsões numéricas é explicada pela teoria conhecida como “caos”, que, simplificada, diz respeito à sensibilidade da evolução temporal de alguns sistemas dinâmicos determinísticos não-lineares às condições iniciais. A atmosfera é um exemplo desse tipo de sistema, de modo que estados iniciais ligeiramente diferentes podem levar a soluções finais marcadamente distintas. Erros instrumentais nos dados observacionais e a própria insuficiência desses dados levam à impossibilidade de conhecer perfeitamente o estado inicial da atmosfera. Para lidar com essa incerteza no estado inicial, está sendo implementado no CPTEC um método de aplicação da técnica de previsão por conjuntos, conhecida como “ensemble prediction”, que consiste, basicamente, em tomar um conjunto de estados iniciais ligeiramente distintos da análise inicial e gerar uma saída do modelo para cada um dos estados desse conjunto. Essa técnica vem sendo utilizada operacionalmente desde dezembro de 1992 no NCEP e no ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts). Ambos os centros seguem a mesma estratégia de obter um conjunto de previsões de um mesmo modelo, sendo que uma delas, denominada “controle”, é obtida a partir de condições iniciais não perturbadas e as outras são obtidas a partir de condições iniciais resultantes da adição de pequenas perturbações à condição inicial de controle, mas os métodos de geração das perturbações são distintos (Toth e Kalnay, 1993; Molteni et al., 1996).

Os diferentes métodos para a geração das perturbações que têm surgido desde a primeira utilização da técnica em modelos numéricos, em que foram utilizadas simples perturbações aleatórias (Leith, 1974), são motivados pela necessidade de selecionar perturbações que levem mais rapidamente à distinção das previsões, pois algumas condições obtidas da simples adição de valores aleatórios resultam em previsões muito semelhantes entre si, ocasionando gasto computacional desnecessário.

O objetivo deste trabalho é apresentar o método em implementação no CPTEC e os resultados da aplicação a um caso em que a previsão tradicional do modelo não é satisfatória.

2. Metodologia e Dados

O método para a geração das perturbações iniciais é baseado em um método apropriado ao domínio tropical proposto recentemente por Zhang (1997), que o aplicou à previsão de trajetórias de furacões. Fundamenta-se no fato de que durante os primeiros poucos dias da integração do modelo (chamado intervalo ótimo e tomado como 36 horas), as perturbações crescem de modo aproximadamente linear. Uma análise de componentes principais (funções ortogonais empíricas-“EOF”) é aplicada à série temporal formada pelos sucessivos campos de diferenças entre previsões geradas a partir da análise tradicional (controle) e da análise com perturbações aleatórias, com a finalidade de encontrar as perturbações ótimas (de crescimento mais rápido). O autovetor associado ao maior autovalor é tomado como a perturbação mais instável.

A figura 1 mostra o campo de pressão ao nível médio do mar da análise inicial de 00 UTC do dia 27-04-1998. Neste caso, a análise verificada no dia 29-04-1998 às 00 UTC, mostrada na figura 2a, indica um centro de baixa pressão na fronteira Uruguai/Argentina, mas a previsão de 48 horas da execução tradicional do modelo, mostrada na figura 2b, já não posiciona adequadamente este centro.

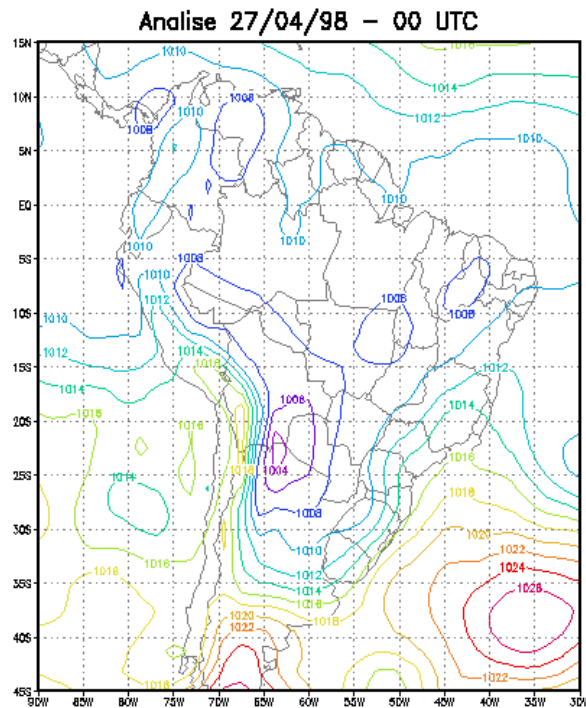


Figura 1: Análise inicial

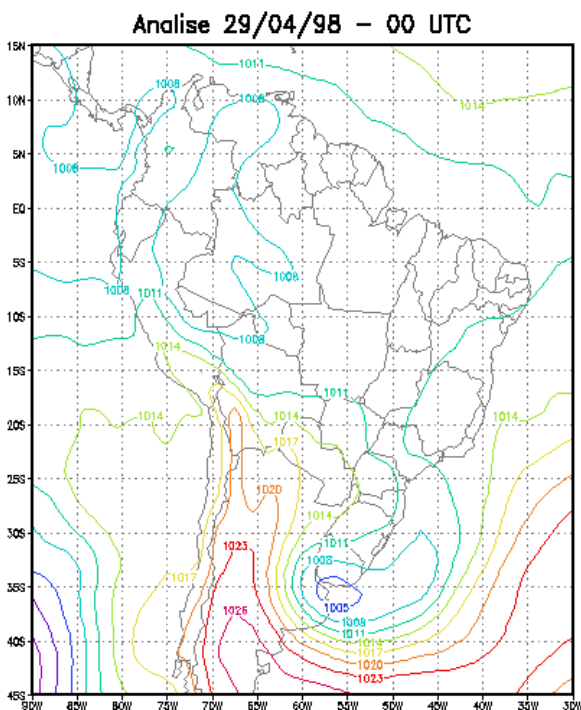


Figura 2a: Análise verificada

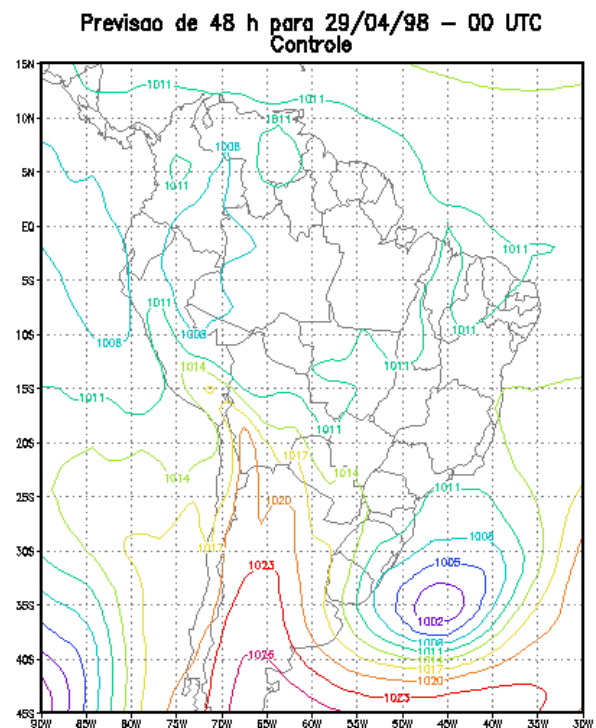


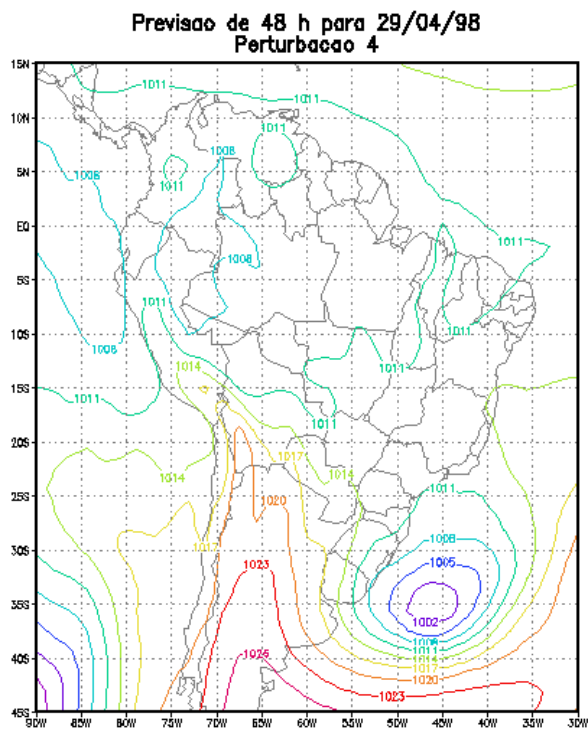
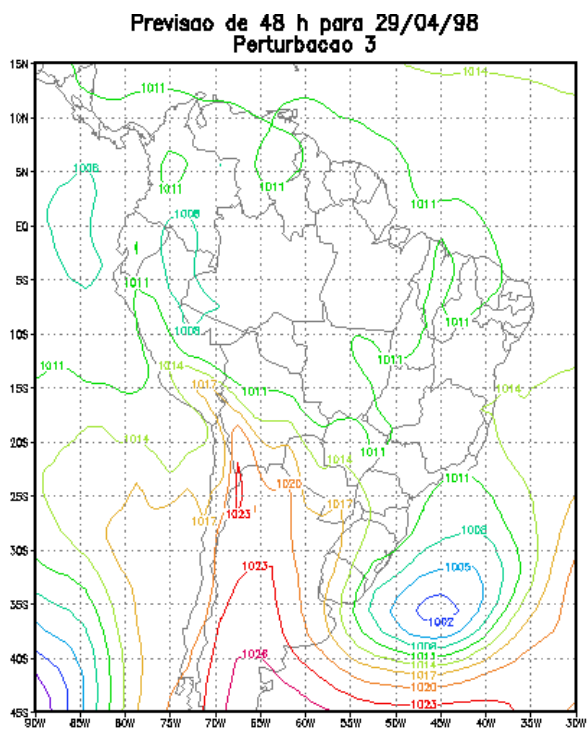
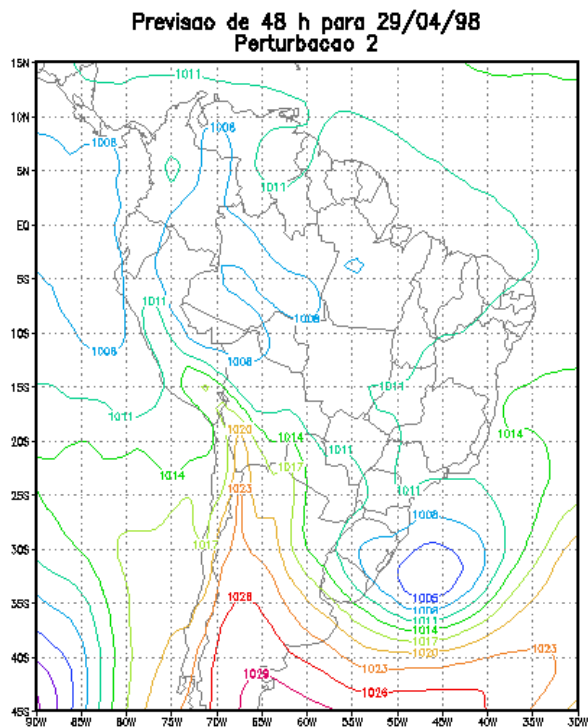
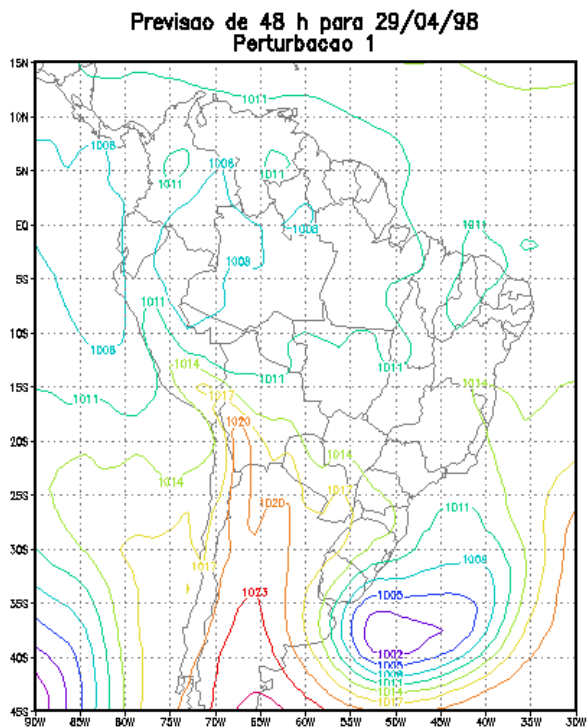
Figura 2b: Previsão de 48h de controle

Na aplicação do método, a análise inicial de 27-04 foi perturbada nos campos de vento e temperatura com perturbações comparáveis aos erros de previsão de 3 horas: 3 m/s para o vento e de 0,6 K para a temperatura (Zhang, 1997). A área perturbada corresponde à indicada nas figuras. Foram utilizadas apenas 3 perturbações aleatórias. Após a análise de componentes principais, as perturbações

ótimas encontradas foram somadas e subtraídas da análise original, resultando em um conjunto com 6 condições iniciais perturbadas e 1 de controle.

3. Resultados

A figura 3 mostra as previsões obtidas a partir das condições iniciais perturbadas geradas pelo método. Essas 6 previsões juntamente com a previsão de controle (figura 2b) formam o conjunto de previsões. A figura 4 mostra a média das 7 previsões.



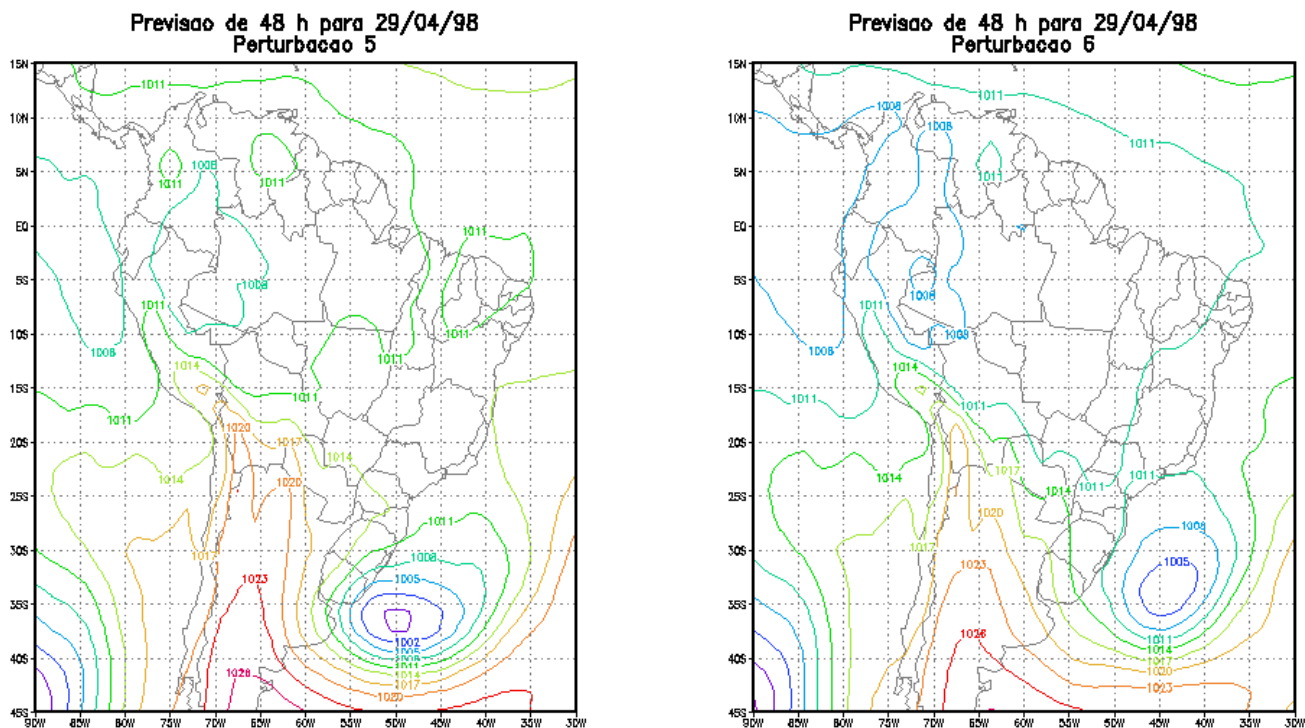


Figura 3: Previsões geradas a partir das condições iniciais perturbadas

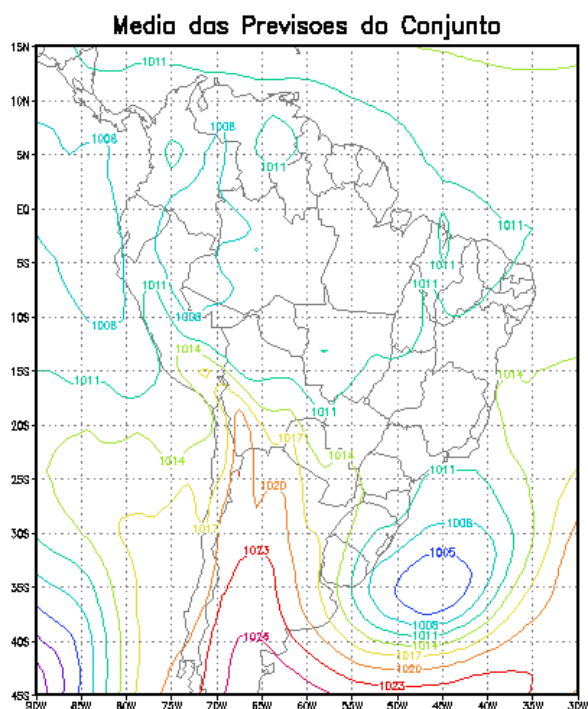


Figura 4: Média das previsões do conjunto

As perturbações 1 e 5 resultaram em um desempenho melhor que o do controle na previsão da posição do centro de baixa pressão, já que a distância da posição do centro em relação à indicada pela análise verificada é menor. As perturbações 2 e 6 resultaram em um desempenho pior que o da previsão de controle. Para as perturbações 3 e 4 e para a média das previsões do conjunto, o desempenho em prever a posição do centro foi praticamente igual ao da previsão de controle. A intensidade desse centro foi bem indicada pela média.

4. Conclusão

A quantidade de elementos no conjunto de estados iniciais precisa ser maior para aumentar as chances de se ter a análise verificada entre as previsões do conjunto. Além disso, é necessário um maior número de elementos para que se possa fazer um tratamento estatístico dos resultados, com a associação da quantidade de previsões que indicam um determinado evento à probabilidade de ocorrência deste evento. O cálculo da média das previsões é um modo simples de obter uma saída condensada, mas pode não ser capaz de detectar um evento extremo, que, mesmo que previsto por poucos elementos do conjunto, estará associado a uma pequena probabilidade e pode ser um dado importante na previsão. O uso de um maior número de elementos, sem piora da resolução, será possível com a utilização do supercomputador NEC SX4, recentemente adquirido pelo CPTEC, que chega a uma velocidade 5 vezes maior que o atualmente operacional. Isso possibilitará um estudo cuidadoso do comportamento do método e um tratamento adequado da informação resultante.

5. Referências Bibliográficas

Leith, C. E. Theoretical Skill of Monte Carlo Forecasts. *Monthly Weather Review*, 102, 409-418, 1974.

Molteni, F.; Buizza, R.; Palmer, T. N.; Petroliagis, T. The ECMWF Ensemble Prediction System: Methodology and Validation. *Quarterly Journal Royal Meteorological Society*, 112, 73-119, 1996.

Toth, Z.; Kalnay, E. Ensemble Forecasting at NMC: The Generation of Perturbations. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 74(12), 2317-2339, 1993.

Zhang, Z. Hurricane Ensemble Prediction Using EOF-Based Perturbations. Ph.D. dissertation, Department of Meteorology, The Florida State University, 1997.