

Previsão da convecção sobre o Altiplano Sul Americano utilizando o modelo regional Eta/CPTEC

Marcelo Seluchi(1), René D. Garreaud (2)

(1)Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), INPE, Brasil
seluchi@cptec.inpe.br

(2)Departamento de Geofísica, Universidad de Chile

ABSTRACT

In this work the ability of the Eta/CPTEC regional model to forecast precipitation over the South American Plateau (known as Altiplano) during the summer 1999-2000 is analyzed, with emphasis in its convective and episodic character. To this purpose the operational model outputs were compared with observed precipitation in some synoptic stations during the period December 1999 to February 2000. However due to the scarce number of observations the long-wave outgoing radiation (OLR) fields constituted the main observed variable.

The forecasted precipitation captures the most important features of the spatial and temporal variability of convection over Altiplano. The 24-hours previsions have a greater accuracy to predict the spatial distribution, whereas the 48-hours forecasts have a greater success in reproducing the episodic character of the precipitation.

The temporal variability of the mixing ratio at the 550 hPa level over the Altiplano has a very good coherence with the convection variability. The success of the Eta/CPTEC to forecast the mixing ratio on the Altiplano indicates that in general this model is able to reproduce the humidity transport from the low-level lands to the central Andes. This fact was confirmed through the analysis of the wind field near the surface during rainy and dry episodes.

1. Introdução

Entre os 15 e 22S, a Cordilheira dos Andes divide-se formando o Altiplano Sul Americano, uma bacia fechada de grande altitude (aproximadamente 3800 m) e uma largura de 250 km. Cerca de 80% da precipitação altiplânica concentra-se nos meses de novembro a março, com um máximo climatológico no mês de janeiro. Durante esta estação a precipitação é basicamente convectiva e se desenvolve durante a tarde e primeiras horas da noite. Os dias com atividade convectiva tendem a se agrupar em seqüências de entorno de uma semana (episódios chuvosos), separados por seqüências de dias sem convecção e de similar duração (episódios secos). Em algumas ocasiões, as tempestades podem se tornar intensas ou anormalmente prolongadas, provocando enchentes e aluviões, tanto no Altiplano como nas encostas Andinas. Devido à falta de precipitações durante o restante do ano, as chuvas estivais aportam quase toda a água disponível para consumo, especialmente no setor mais seco da bacia.

Considerando a importância da precipitação de verão no Altiplano e o parcial conhecimento dos fatores que a controlam, o desenvolvimento de um esquema de previsão operacional a curto prazo parece uma tarefa atrativa e possível. Na atualidade vários modelos atmosféricos rodam sobre esta região, embora sua capacidade para simular os padrões regionais de circulação no entorno do Altiplano não tenham sido ainda suficientemente estudadas. Este fato está dificultado pelo caráter convectivo das precipitações.

Neste trabalho analisa-se o desempenho do modelo regional Eta/CPTEC para prever a precipitação altiplânica a curto prazo (até 3 dias) durante o verão 1999-2000.

2. Materiais e métodos

O modelo regional Eta/CPTEC é utilizado no Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) em forma operacional desde meados de 1996. O Eta/CPTEC é um modelo hidrostático que utiliza a coordenada vertical eta (indicada para orografia complicada) e possui uma física completa (ver detalhes em Black, 1994). O modelo é rodado com uma resolução horizontal de 40 km e 38 camadas verticais. A condição inicial é fornecida pelo NCEP e as de contorno pelo modelo global CPTEC/COLA.

Neste trabalho foram utilizados os resultados do modelo desde o dia 01 de dezembro de 1999 até o dia 28 de fevereiro de 2000, para aproveitar a possibilidade de analisar e monitorar as condições meteorológicas em tempo real. Tem-se dado especial atenção à previsão e aos campos de precipitação acumulada em 24 horas iniciados às 1200 UTC, pois eles cobrem o período de máxima precipitação sobre o Altiplano (aproximadamente entre às 16 e

às 21 horas local). As observações correspondem à chuva acumulada em 24 horas, medida às 1200 UTC nas estações da rede sinótica da América do Sul. Contudo, embora a rede de observação seja densa e confiável em algumas regiões do continente, sobre o Altiplano existem apenas seis estações, que durante o período de estudo apresentaram freqüente falta de informação e em ocasiões informaram valores duvidosos, às vezes por períodos contínuos de vários dias.

As poucas observações e o caráter convectivo e de mesoescala da precipitação dificultam uma avaliação direta dos valores pontuais e médias espaciais da precipitação prevista. Por esta razão, tem-se empregado os campos de radiação de onda longa (ROL) medidos pelos satélites NOAA, como fonte alternativa de informação. Em particular, um valor de ROL igual ou inferior a 220 Wm^{-2} é considerado como um limiar da convecção úmida profunda. Neste estudo tem-se utilizado a média da ROL sobre o Altiplano (ROL_A , $15^\circ - 21^\circ\text{S}/71^\circ - 66^\circ\text{O}$) como índice de atividade convectiva sobre a bacia.

3. Estudos e Discussão

A evolução diária da atividade convectiva sobre o Altiplano durante o verão 1999-2000 é mostrada na Figura 1, através da série temporal da ROL_A . Esta série está caracterizada pela alternância de períodos com convecção ativa e outros com convecção suprimida, concordando com o caráter episódico da precipitação. Podem ser distinguidos três períodos úmidos: a fines de dezembro (LL1), durante a maior parte de janeiro e início de fevereiro (LL2) e a fines de fevereiro.

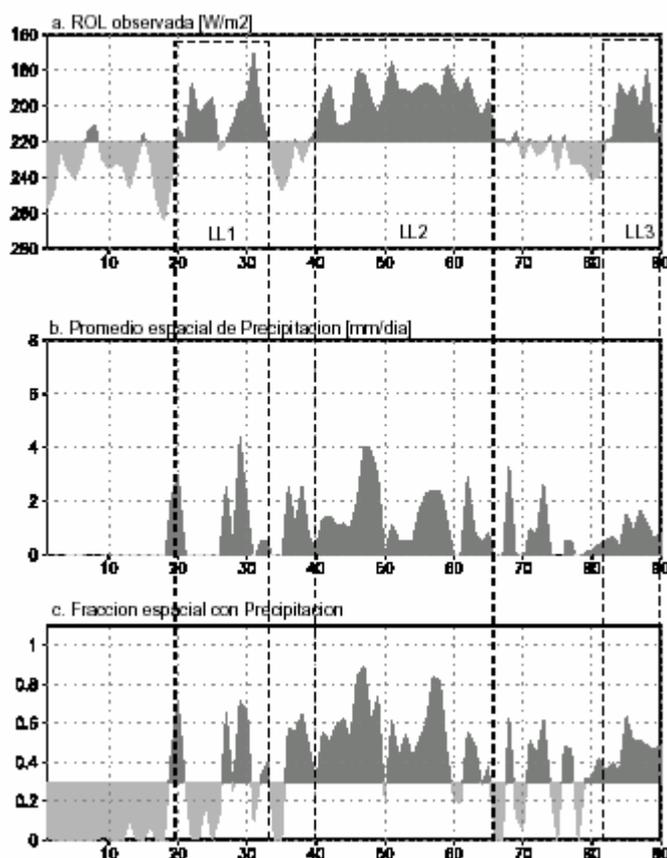


Figura 1: valores diários de radiação de onda longa (painel superior), precipitação prevista há 24 horas (centro) e fração com precipitação prevista (embaixo)

A Figura 1 mostra a precipitação prevista há 24 horas pelo modelo, sobre a região do Altiplano. Em geral, o Eta/CPTEC consegue capturar a variabilidade temporal da chuva, e especialmente a ocorrência de um longo período seco nos primeiros 20 dias de dezembro e o prolongado episódio chuvoso LL2. Os valores acumulados são consistentes com as observações nas estações do Altiplano. Para este prazo de previsão, cerca de 70% da precipitação total é produzida pela parametrização de grande escala. Contudo, a variabilidade da precipitação prevista há 24 horas é muito maior, comparada à observada na ROL_A . Existem alguns períodos onde a ROL_A é superior a 220 Wm^{-2} e o modelo prevê precipitação (falsa alarme, por exemplo, dias 36-40), e outros onde a ROL_A sugere convecção ativa, mas o modelo produz pouca ou nenhuma chuva (surpresa, por exemplo, nos dias 49-55).

Devido ao caráter convectivo da precipitação, sua média espacial pode, em alguns casos, estar dominada por valores altos em uns poucos pontos de grade. Por outra parte, a média espacial calcula-se sobre uma região que cobre o Altiplano, que pode não representar, necessariamente, a área onde ocorre a precipitação. Devido a estes potenciais problemas tem-se utilizado a frequência espacial da precipitação (F_p) como indicador alternativo da variabilidade temporal. Para cada dia, F_p é a razão entre o número de pontos de grade com precipitação e o número total de pontos de grade sobre o Altiplano. A série diária de F_p mostra-se no terceiro painel da Figura 1. A correspondência entre F_p e ROL_A é melhor que a observada entre a precipitação e ROL_A . Contudo, ainda observam-se algumas “surpresas” e “falsos alarmes”.

As previsões de 48 e 60 horas mostram resultados qualitativamente semelhantes. O caráter episódico da precipitação parece ser melhor capturado há 48 horas, mesmo que a precipitação acumulada decresça num fator 2 respeito das previsões de 24 horas. Para o prazo de 60 horas, a precipitação de grande escala é quase nula, enquanto que a convectiva tem-se duplicado respeito dos valores previstos para 24 e 48 horas.

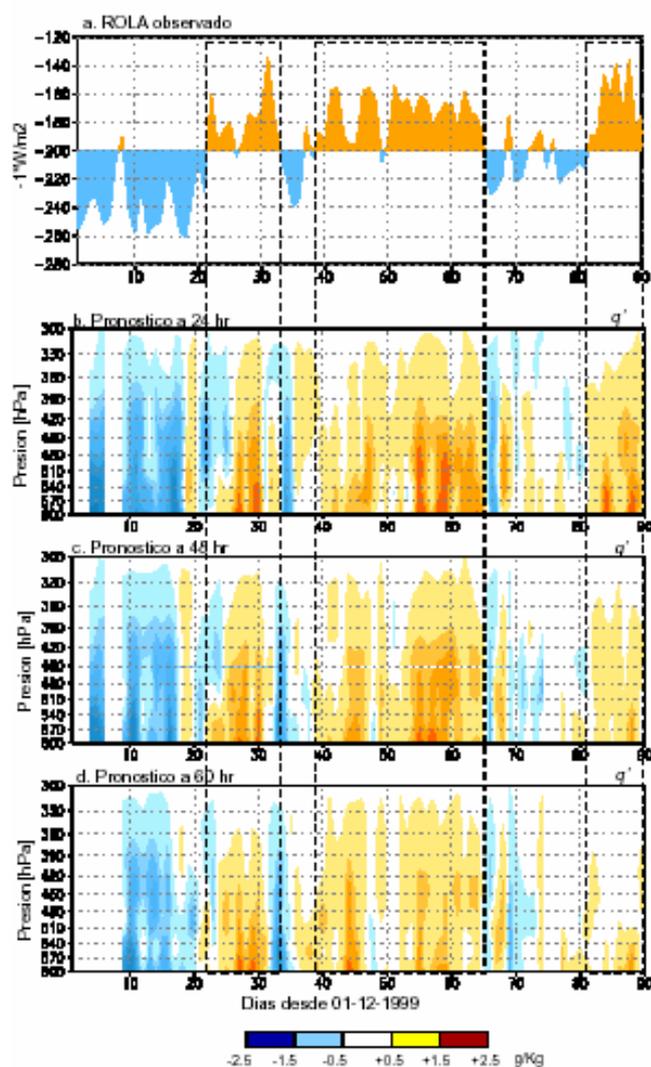


Figura 2: radiação de onda longa observada (acima), e razão de mistura prevista pelo modelo Eta/CPTEC sobre o Altiplano a 24, 48 e 60 horas

Uma variável adicional de grande interesse para uma potencial previsão no Altiplano é o conteúdo de vapor de água (Garreaud, 2000). A Figura 2 mostra a série de tempo de ROL_A e as anomalias da razão de mistura entre 600 e 300 hPa sobre o Altiplano, previstas para 24, 48 e 60 horas. Em cada nível de pressão a anomalia corresponde ao desvio do valor diário previsto respeito da média sazonal. As anomalias da razão de mistura são notavelmente mais coerentes na coluna troposférica, apresentando um suave máximo entorno dos 500 hPa. A boa concordância entre os períodos úmidos (e secos) e os episódios de convecção ativa (suprimida) é um fato particularmente relevante para a previsão. Por exemplo, o início e o término do episódio LL2 coincide perfeitamente com o período de anomalias positivas da razão de mistura em 24 e 48 horas.

A análise anterior fornece informação sobre a capacidade do modelo para prever o caráter episódico da convecção sobre o Altiplano. As características desta atividade estão associadas a padrões espaciais de escala continental e regional, que têm sido documentados em estudos prévios.

A correta reprodução dos padrões espaciais da precipitação sobre os Andes Centrais (não mostrado) e da variabilidade temporal das anomalias de umidade sobre o Altiplano, sugerem que o modelo prevê o transporte de umidade em forma correta. Para avaliar diretamente a circulação regional simulada pelo modelo, a Figura 3 mostra os campos compostos de vento no nível mais próximo à superfície, às 1200 e 0000 UTC para os períodos chuvosos e secos. Ambos os compostos estão baseados nas previsões de 24 horas. Os mapas da Figura 3 incluem também os contornos da razão de mistura de 5g/Kg e a topografia do modelo. A diferença mais significativa entre os compostos a uma mesma hora é a intensidade e extensão dos fluxos sobre as encostas oriental e ocidental dos Andes Centrais, que têm uma relação direta com o transporte de ar úmido (e seco). No composto de casos chuvosos, o fluxo na encosta origina-se nas planícies da Bolívia e penetra no Altiplano em direção quase perpendicular à Cordilheira (especialmente às 0000 UTC, aproximadamente 20:00 horas local), fornecendo ar úmido de origem continental à bacia. O ar úmido ($q > 5\text{g/Kg}$) atinge a Cordilheira Ocidental, onde converge com o fluxo da encosta originado no deserto costeiro. É justamente nessa região é produzido o máximo de precipitação nos episódios chuvosos. Nos compostos secos, contrariamente, o fluxo sobre a encosta oriental é mais fraco e não consegue penetrar no Altiplano em momento nenhum. Neste caso, o ar sobre o Altiplano é originado no deserto costeiro e a convergência ocorre fora da bacia.

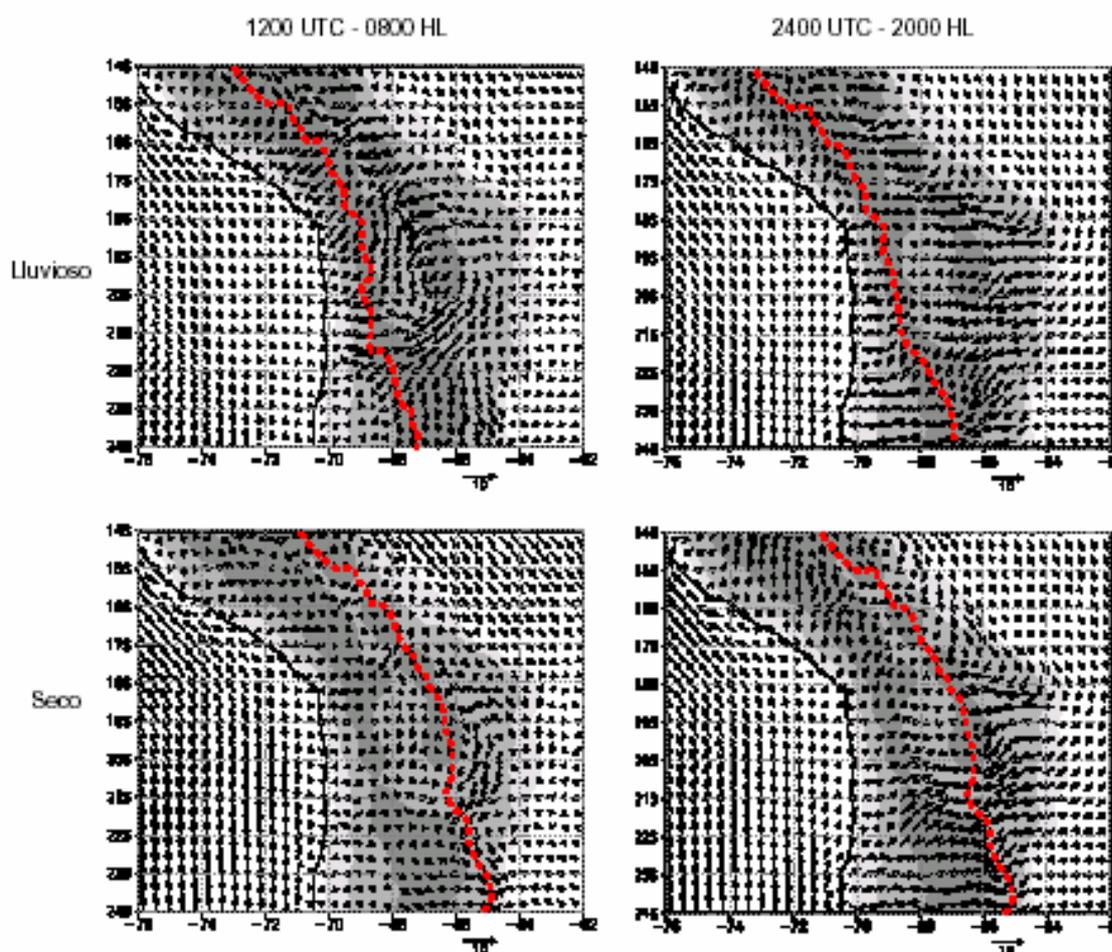


Figura 3: circulação regional prevista pelo modelo Eta/CPTEC para as 1200 e 0000 UTC

4. Conclusões

Neste trabalho analisa-se o desempenho do modelo regional Eta/CPTEC para prever a precipitação sobre o Altiplano durante o verão de 1999-2000 e, especialmente, seu caráter convectivo e episódico. As saídas operacionais do modelo do período de dezembro de 1999 a fevereiro de 2000 foram comparadas com observações em estações meteorológicas e com campos de radiação de onda longa.

A precipitação prevista captura elementos essenciais da organização espacial e variabilidade temporal da convecção sobre o Altiplano. As previsões de 24 horas apresentam um melhor acerto na distribuição espacial, enquanto que os prognósticos de 48 horas mostram um melhor acerto no caráter episódico da convecção.

A variabilidade temporal da razão de mistura no nível de 550 hPa sobre o Altiplano apresenta uma grande coerência com a variabilidade da convecção sobre esta região. Este resultado baseia-se na forte relação simultânea entre o conteúdo de vapor de água e a convecção, e o bom desempenho do modelo na previsão da razão de mistura para todos os prazos de previsão.

A boa confiabilidade da previsão da razão de mistura sobre o Altiplano indica que o modelo prevê, em forma correta, o transporte de ar úmido (seco) desde as planícies a leste (oeste) dos Andes. Este fato foi confirmado através da análise do campo de vento próximo à superfície durante os períodos secos e chuvosos.

O campo de precipitação previsto há 24 horas oferece um guia útil para a previsão da convecção sobre o Altiplano. Contudo, o prognóstico da razão de mistura permite estender o prazo da previsão até 60 horas com níveis de acerto muito superiores.

Agradecimentos: Este trabalho foi parcialmente financiado pelo Instituto Interamericano de Geografia e História (IPGH) e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). O primeiro autor desenvolveu este trabalho através de uma bolsa de Pesquisador Visitante estrangeiro, concedida pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

5. Referências

Black T.L., 1994: NMC Notes: The New NMC mesoscale Eta model: Description and forecast examples. *Wea and Forecasting*, **9**, 256-278.

Garreaud, R. D., 2000: Intraseasonal variability of moisture and rainfall over the South American Altiplano. *Mon. Wea. Rev.*, **128**, 3379-3346.