

UM ESTUDO DE AVALIAÇÃO DO MODELO GLOBAL DO CPTEC COM RELAÇÃO AO NÚMERO, TRAJETÓRIA E INTENSIDADE DE CICLONES E ANTICICLONES PARA O HEMISFÉRIO SUL

José Fernando Pesquero e Prakki Satyamurty
Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

Resumo: As previsões do modelo global (T062L28) do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) foram avaliadas com relação aos sistemas transientes de alta e baixa pressão e suas trajetórias, através de um esquema numérico desenvolvido para encontrar a posição e a trajetória de centros de pressão. O período de avaliação foi de um ano, de setembro de 1998 a agosto de 1999. Foram utilizados os campos de pressão ao nível médio do mar previstas com antecedências de 24, 48, 72, 96 e 120 h e análises do NCEP, para o Hemisfério Sul (HS). Verificou-se que o modelo do CPTEC tende a prever ciclones mais rápidos em todos os períodos e horários, exceto no verão após 72 horas. Com relação à variação da pressão em 24 horas, o modelo do CPTEC tem melhor desempenho em prever a intensificação de sistemas de baixa pressão (72%) do que seu enfraquecimento (68%).

Abstract: The forecasts of the Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) global model (T062L28) are evaluated with respect to the high and low pressure centers and their movements obtained with the help of a numerical scheme developed for obtaining the positions and trajectories of pressure systems. The period of evaluation is one year, September 1998 through August 1999. The surface pressure forecast fields for 24, 48, 72, 96 and 120 hours and the NCEP analyses for the Southern Hemisphere are employed in this study. The CPTEC model is found to accelerate the low pressure centers to the east in almost all the seasons and forecast ranges except in summer and for forecasts beyond 72 hours. The model has greater ability to forecast the formative phase of the cyclones than the dissipative phase.

1.0 Introdução

Os ciclones e anticiclones em superfície dos modelos de previsão numérica do tempo (PNT) se comportam de modo diferente daqueles encontrados na natureza. Portanto, o conhecimento das suas climatologias é um grande aliado dos meteorologistas operacionais para a previsão de tempo. As diferenças médias desses comportamentos na natureza e na PNT são referidas neste trabalho como erros sistemáticos e podem variar de acordo com a estação do ano e com a região do globo. Todavia, existem erros na localização dos sistemas transientes devido ao uso de pontos de grade. Sanders (1990) verificou nas análises operacionais, que a posição dos ciclones de baixa resolução foram desviadas cerca de 180 km da posição determinada através de uma cuidadosa análise de dados. Assim, quanto menor for o espaçamento das grades, menores serão os erros. A grande vantagem da localização dos ciclones e anticiclones através de esquemas numéricos é a utilização em uma longa série de dados.

O estudo feito por Akyildiz (1985) identificou erros sistemáticos no comportamento dos ciclones nos modelos operacionais em pontos de grade e em coeficientes espectrais do ECMWF para o HN. Verificou-se que as previsões do modelo em pontos de grade (N45) tenderam a deslocar a trajetória dos ciclones para sul, especialmente após o

quarto dia, exceto próximo de Terranova (*Newfoundland*) onde o deslocamento encontrado foi para norte.

Simmonds e Keay (2000), fizeram um trabalho apresentando uma nova climatologia para os ciclones extratropicais no HS com as reanálises do *National Centers for Environmental Prediction – National Center for Atmospheric Research* (NCEP-NCAR) de 1958-97 com dados a cada 6 h. Os resultados mostraram, em média, 37 centros de baixa pressão por análise, com maior densidade de sistemas ao sul de 60°S em todas as estações e no oceano Índico e oeste do Pacífico no outono e no inverno. Os ciclones se formam ao norte de 50°S e dissipam ao sul desta latitude. Os sistemas mais ativos estão ao sul de 45°S.

2.0 Objetivos

Este trabalho propõe um estudo de avaliação das previsões de 24, 48, 72, 96 e 120 h do campo de pressão ao nível médio do mar (PNMM) do modelo global do CPTEC, para o HS, de setembro de 1998 a agosto de 1999, com relação às trajetórias dos sistemas transientes de alta e baixa pressão. O modelo usado aqui é o T062L28 (global) com grade equivalente de 192 x 96 pontos, 28 níveis na vertical, inicializado com a análise do NCEP.

3.0 Metodologia de Trabalho

Durante os primeiros testes, a técnica usada por Le Treut e Kalnay (1990) mostrou falhas para encontrar centros de alta pressão com grande espaçamento entre as isóbaras (poucos casos). O método de Murray e Simmonds (1991) detecta demasiadamente grande número de sistemas. O presente trabalho tem como objetivo comparar apenas os sistemas mais significativos que aparecem nos campos de PNMM do modelo global do CPTEC. Assim sendo, um método modificado que leva em conta parâmetros adequados para as saídas do modelo do CPTEC em intervalos de 24 horas foi desenvolvido (Pesquero, 2001). A posição do centro de pressão na previsão é considerada deslocada, em relação à posição obtida na análise correspondente, quando a distância é superior a 30 km, e a direção do deslocamento é categorizada leste, sul, oeste ou norte, apenas.

4.0 Resultados Obtidos

As Figuras 1, 2, 3 e 4, para os trimestres de SON/98, DJF/99, MAM/99 e JJA/99, respectivamente, mostram a evolução da intensidade média (mb) dos sistemas de baixa pressão nas análises e nas previsões. Na maior parte do período, a evolução da previsão está próxima da evolução das análises. Em MAM e JJA, o modelo previu as baixas mais intensas durante todos os horários de previsão, fato este que não ocorreu em SON e DJF. Em SON e DJF, na previsão para as primeiras 72 h, as baixas das previsões ficaram com a mesma intensidade das observadas, o qual não ocorria nos outros trimestres. As diferenças no inverno foram maiores porque as intensidades dos sistemas são maiores e isto pode justificar o aparente bom desempenho do modelo até 72 h.

As Figuras 5, 6, 7 e 8 mostram a evolução da velocidade média de propagação (km/h) dos sistemas de baixa pressão nas análises e nas previsões para as quatro estações. Nota-se que exceto em DJF os sistemas de baixa pressão nas previsões deslocaram-se mais rápido do que nas análises. Os centros de baixa mais rápidos ocorreram em JJA com velocidade média de 30 km/h. Durante JJA as evoluções das previsões e das análises tiveram as maiores diferenças do que em qualquer outro trimestre. No trimestre de SON as evoluções das previsões e das análises mostraram-se muito próximas, apresentando os melhores resultados do modelo.

As Figuras 9, 10, 11 e 12 para as quatro estações mostram a evolução da velocidade média de propagação (km/h) dos sistemas de alta pressão nas análises e nas previsões. Pode-se notar que as altas se comportaram diferentemente do padrão das baixas. No modelo do CPTEC, em média, a diferença da velocidade das altas previstas com relação às observadas é maior do que no caso das baixas. As previsões de 24 e 48 h apresentaram os melhores desempenhos do que nos outros horários, em todos os trimestres. Durante os trimestres de DJF e MAM os sistemas de alta pressão das previsões estiveram mais rápidos do que os das análises, fato que não ocorreu nos outros dois trimestres.

As Figuras 13, 14, 15 e 16 mostram a evolução da intensidade média dos sistemas de alta pressão nas análises e previsões. Em todos os trimestres, os centros de alta pressão nas previsões estiveram mais intensos do que nas análises. O trimestre de JJA apresentou sistemas com valores mais intensos do que nos outros trimestres com média de 1028 mb, e o trimestre com os centros menos intensos foi DJF com 1021 mb em média. Isto se deve a relativa fraca intensidade das ondas baroclínicas no verão.

A Tabela 1 mostra os resultados de acerto de previsão de enfraquecimento e intensificação dos sistemas de baixa pressão e, a Tabela 2 representa o mesmo, para os sistemas de alta pressão. De um modo geral, o modelo do CPTEC tem melhor desempenho em prever a intensificação (72%) de sistemas de baixa pressão do que seu enfraquecimento (68%). Nota-se que na previsão de 24 h o modelo acerta mais o enfraquecimento dos sistemas (84%) do que a sua intensificação (75%). A partir de 48 h a porcentagem de acerto do enfraquecimento de ciclones até diminui. Os trimestres de DJF e MAM tiveram menores acertos tanto para prever a intensificação (68% e 69%) quanto para o enfraquecimento (59% e 69%) de sistemas de baixa pressão. Os meses de SON e JJA tiveram os melhores desempenhos com médias mais altas tanto na intensificação (74% e 70%) quanto no enfraquecimento (72% e 71%). Um desempenho superior no inverno se deve a regularidade dos sistemas sinóticos nas médias e altas latitudes. No trimestre de JJA nota-se que o modelo consegue prever melhor o enfraquecimento do que a intensificação de sistemas de baixa pressão.

Para os centros de alta pressão, de um modo geral, o modelo tem melhor desempenho em prever a intensificação do que o enfraquecimento dos mesmos, a média mostra 72% de acerto de intensificação contra 62% de enfraquecimento. Esta diferença foi mais significativa do que nos sistemas de baixa pressão. Nota-se também que em todos os

prazos de previsão o modelo tende a prever melhor a intensificação dos sistemas do que o seu enfraquecimento. Isto talvez se deva aos mecanismos de intensificação (instabilidade baroclínica) e de enfraquecimento (dissipação barotrópica e atrito). A porcentagem de acerto de enfraquecimento dos outros horários é relativamente baixa e piora em 120 h com 45%. Analisando-se os valores médios de acerto da previsão de intensificação dos sistemas, a previsão de 24 h foi excelente com 81%, bom até 72 h com 72% e razoável até 120 h com 64%. Com relação ao desempenho de cada trimestre, nota-se que os trimestres de transição SON e MAM tiveram os melhores desempenhos para prever a intensificação (79 e 77%) e o enfraquecimento (66 e 68%) das altas. Os trimestres de DJF e JJA tiveram os piores desempenhos na previsão de intensificação (61 e 70%) e enfraquecimento (65 e 58%). Destaca-se o mês de DJF, o único trimestre que teve valores muito inferiores com relação a todo o período estudado, 61% contra uma média do período de 72%. Este trimestre foi o único que previu melhor o enfraquecimento dos sistemas (65%) do que a intensificação (61%).

Os resultados a seguir mostram para quais direções tendem a se deslocar os sistemas previstos, ou seja, para norte, sul, leste ou oeste. Duas avaliações foram realizadas, a primeira com todos os sistemas sem distinção e, a segunda, ignora os sistemas previstos que estiverem a uma distância menor que 30 km da análise, considerando estes como “boas previsões” por estarem relativamente próximos das análises.

As Tabelas 3 e 4 mostram os deslocamentos dos centros em (%). As linhas norte, sul, leste e oeste possuem dois valores: o valor entre parênteses refere-se à avaliação feita com todos os sistemas e o valor fora dos parênteses refere-se aos resultados conseguidos aplicando-se a restrição da distância acima de 30 km.

A maioria dos sistemas tende a se deslocar para leste em todas as estações do ano e em todos os horários. Uma segunda parte das baixas desloca-se para oeste e a minoria desloca-se para norte ou para sul durante todos os horários e todos períodos estudados. O trimestre que apresentou a maior tendência para um deslocamento de leste foi JJA e o que apresentou uma menor tendência para uma direção foi DJF. O resultado com o filtro para visualizar apenas os sistemas previstos com uma distância maior que 30 Km do observado, mostrou-se com as mesmas características apresentadas no primeiro estudo. Na última linha de cada tabela foi colocada a porcentagem de sistemas previstos considerados muito próximo aos observados. As Tabelas mostram valores muito próximos exceto para o trimestre JJA, que mostrou uma porcentagem de acerto muito baixa, chegando a 30% em 120 h.

Os centros de alta pressão (Tabela 4) mostram resultados diferentes dos sistemas de baixa, pois houve diferenças nos resultados com e sem filtro. Com relação ao primeiro estudo realizado com todos os centros encontrados, a maioria dos sistemas tende a se deslocar para leste ou oeste e a minoria para sul ou norte. Nos trimestres de SON e JJA os sistemas foram previstos mais para oeste (40% e 38%) do que para leste (39% e 35%) em relação às análises. Estes dois últimos trimestres apresentaram-se em todos os horários com valores mais baixos que 40%, o que não ocorreu com as baixas com valores sempre acima de 43%.

A avaliação dos sistemas com o filtro mostrou valores mais altos na direção leste em todos os horários e em todos os trimestres. Isto mostra que o modelo tende a prever os sistemas com desvios menores que a distância de 30 km para leste e, em SON e JJA, levando-se em conta sistemas próximos e sistemas longe o modelo prevê os sistemas para oeste.

5.0 Conclusões

O objetivo deste trabalho foi realizar uma avaliação das previsões de 24, 48, 72, 96 e 120 h do modelo global do CPTEC para o HS. A avaliação foi realizada com relação à intensidade, velocidade, posição, trajetória e variação da pressão em 24 h dos sistemas transientes de alta e de baixa pressão. O campo escolhido para a avaliação foi a PNMM e o período dos dados foi de 1 ano, setembro de 1998 a agosto de 1999.

As previsões do modelo global do CPTEC (T062L28) apresentaram erros em relação às análises com respeito à trajetória, pressão central, velocidade e posição dos ciclones. Os resultados mostram que há um maior deslocamento zonal, tanto nos sistemas de alta como nos sistemas de baixa pressão, com relação às observações. Esta característica é explicada pelo fato que os MCGA tendem a prever um escoamento mais zonal do que deveria ser (Akyldiz,1985). Ficou evidente que os centros de baixa pressão previstos deslocam-se mais rápido do que nas análises. Esta discrepância está, em parte, associada à resolução e aos erros de truncamento do modelo (Akyldiz,1985).

Tabelas 1 e 2 – Porcentagem (%) de acerto de previsão de enfraquecimento (CE, AE) e de intensificação (CI, AI) de ciclones e anticiclones

CICLONE	CE					CI				
	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
SON/98	85	70	68	64	74	78	77	77	73	69
DJF/98/99	76	62	54	46	55	73	68	72	60	69
MAM/99	87	75	70	61	51	77	75	66	68	59
JJA/99	89	67	63	76	62	71	72	70	67	70
Média	84	69	64	62	61	75	73	71	67	67

ANTICICL	AE					AI				
	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
SON/98	77	70	65	63	57	91	81	77	76	71
DJF/98/99	71	65	64	61	66	68	64	61	56	58
MAM/99	83	69	69	63	58	82	82	80	74	69
JJA/99	67	65	61	52	45	80	72	68	70	59
Média	75	67	65	60	45	81	75	72	69	64

Tabela 3 – Deslocamento da posição prevista dos ciclones de SON/98 a JJA/99 (%)

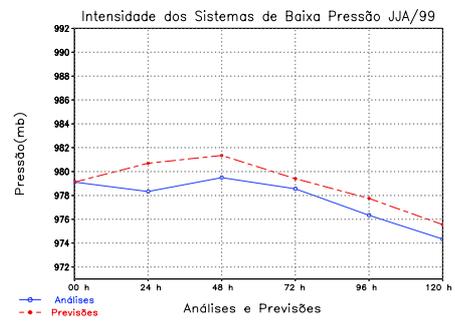
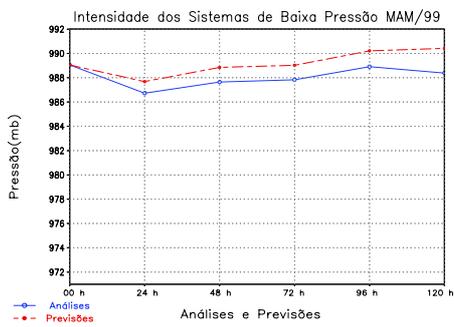
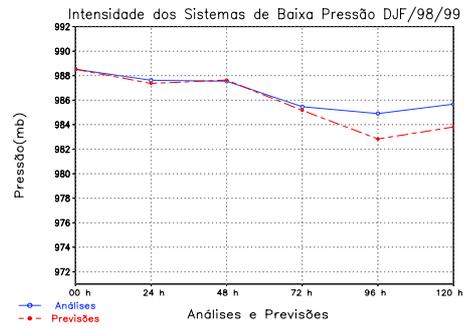
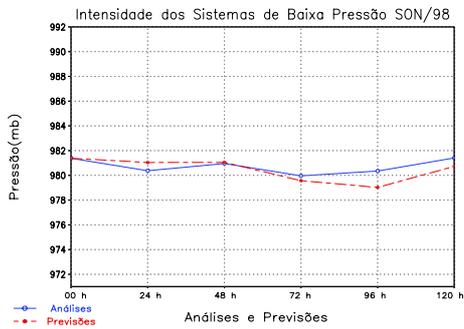
	SON					DJF				
	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
NORTE	(16) 0	(13)	(10) 1	(18) 3	(14) 3	(20) 0	(16) 2	(11) 2	(13) 4	(14) 3
SUL	(10) 0	(9)	(9) 1	(10) 4	(12) 7	(12) 1	(10) 1	(11) 2	(11) 4	(7) 2
LESTE	(42) 5	(43)	(45)	(42)	(47)	(39) 6	(42) 12	(42)	(42)	(43)
OESTE	(32) 3	(35)	(36)	(30)	(26)	(30) 3	(33) 7	(37)	(34)	(37)
D<30K	92	80	67	58	47	90	78	69	54	51

	MAM					JJA				
	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
NORTE	(18)	(14)	(17) 1	(14) 3	(22) 4	(11)	(10) 1	(8) 2	(9) 2	(6) 3
SUL	(11)	(11)	(11) 2	(9) 3	(11) 2	(13)	(11) 1	(11) 5	(9) 4	(9) 6
LESTE	(45)	(44)	(43)	(42)	(45)	(47)	(53) 19	(50)	(54) 34	(62)
OESTE	(26)	(31)	(29) 7	(35) 9	(22)	(28)	(26) 9	(31)	(28,7)	(23)
D<30Km	87	75	68,0	58	55	85	70	58	46	30

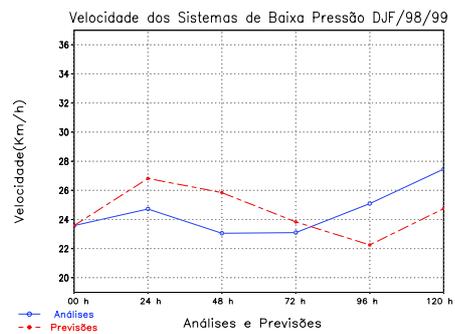
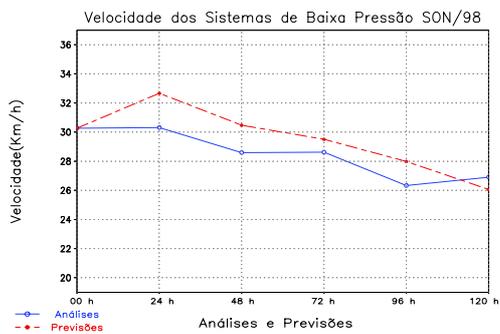
Tabela 4 – Deslocamento da posição prevista dos anticiclones de SON/98 a JJA/99 (%)

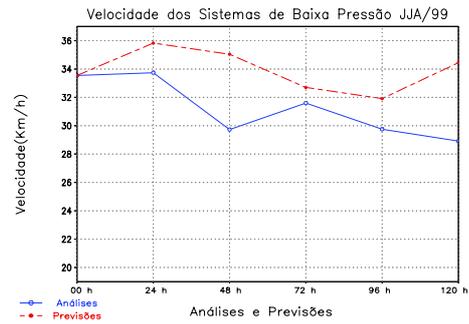
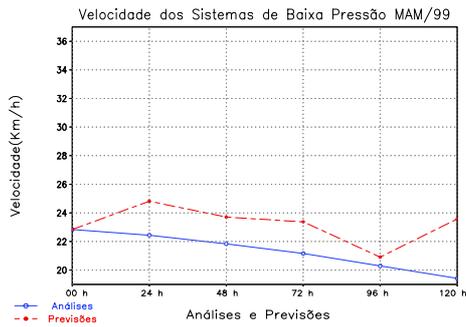
	SON					DJF				
	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
NORTE	(9) 1	(9) 1	(8) 1	(6) 1	(6) 2	(9) 0	(9) 1	(10) 0	(7) 1	(6) 0
SUL	(13) 0	(13)	(16) 0	(13)	(11) 1	(14) 0	(16) 1	(15) 0	(18) 2	(14) 2
LESTE	(36) 4	(39)	(38) 9	(41)	(39)	(36) 9	(41) 10	(44)	(44)	(51)
OESTE	(41) 3	(38)	(39) 8	(41)	(44)	(40) 4	(35) 4	(30) 4	(31) 8	(29)
D<30Km	92	87	81	68	61	87	84	78,0	67	56

	MAM					JJA				
	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
NORT	(12) 1	(9) 2	(10) 2	(10) 2	(10) 2	(14) 1	(14) 1	(13) 1	(14) 4	(11) 4
SUL	(16) 1	(18) 1	(15) 2	(12) 2	(10) 3	(13) 0	(15) 0	(17) 2	(16) 3	(13) 3
LESTE	(33) 5	(37) 11	(44)	(48)	(47)	(37) 7	(35) 8	(34)	(33)	(36)
OESTE	(40) 4	(36) 6	(31) 5	(30) 9	(32)	(39) 4	(36) 6	(36) 8	(37)	(40)
D<30K	89	81	76	66	57	88	84	76	66	61

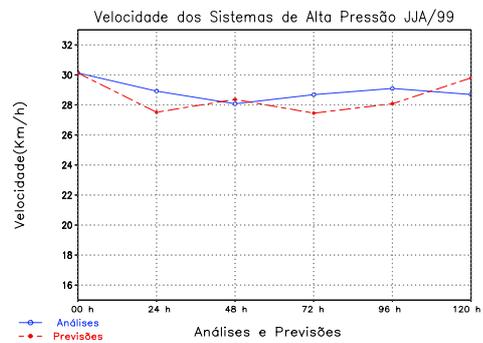
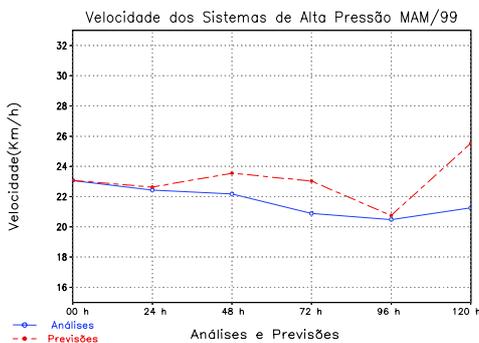
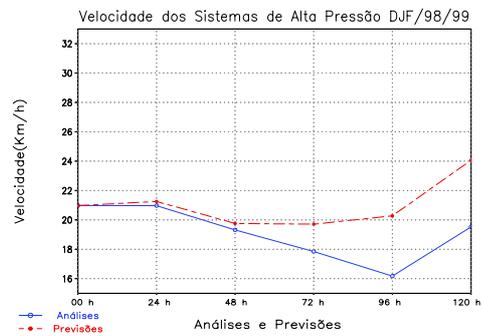
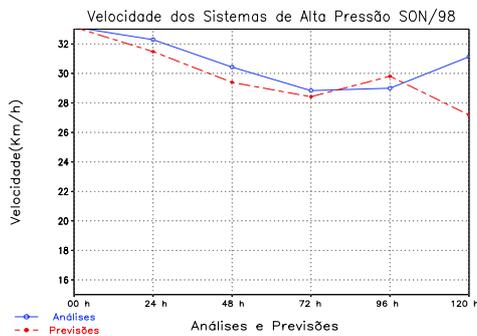


Figuras 1, 2, 3 e 4 – Comparação da intensidade média dos ciclones entre as análises e as previsões para SON/98, DJF/98/99, MAM/99 e JJA/99, respectivamente.

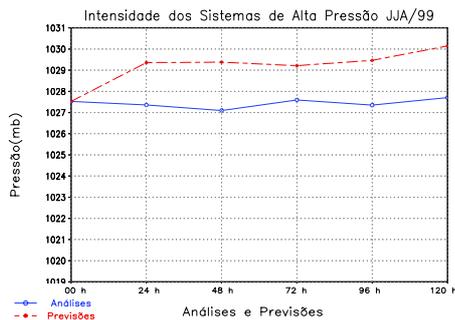
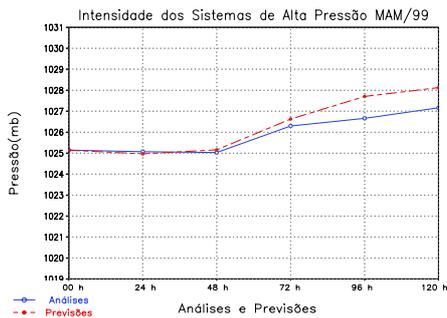
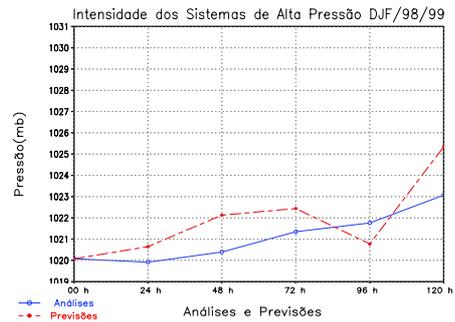
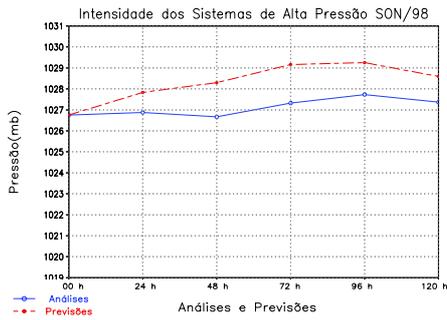




Figuras 5, 6, 7 e 8 – Comparação da velocidade média de propagação dos ciclones entre as análises e as previsões para SON/98, DJF/98/99, MAM/99 e JJA/99, respectivamente.



Figuras 9, 10, 11 e 12 – Comparação da velocidade média de propagação dos anticiclones entre as análises e as previsões para SON/98, DJF/98/99, MAM/99 e JJA/99, respectivamente.



Figuras 13, 14, 15 e 16 – Comparação da intensidade média dos anticiclones entre as análises e as previsões para SON/98, DJF/98/99, MAM/99 e JJA/99, respectivamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akyildiz, V. Systematic errors in the behaviour of cyclones in the ECMWF operational models. **Tellus**, v. 37A, p. 297-308, 1995
- Le Treut, H. e Kalnay, E. Comparison of observed and simulated cyclone frequency distribution as determined by an objective methodo. **Atmosfera**, v. 3, p. 57-71, 1990.
- Murray, J. M. e Simmonds, I. A numerical scheme for tracking cyclone centres from digital data part I: development and operation of the scheme. **Australian Meteorological Magazine**, v. 39, p. 155-166, 1991.
- Pesquero, J. F. **Um estudo de avaliação estatística do modelo global do CPTEC com relação ao número, trajetória, e intensidade de ciclones e anticiclones para o Hemisfério Sul**. Dissertação de Mestrado, INPE, S. J. Campos. 130 pp, 2001.
- Sanders, F. Surface analysis over the oceans – Searching for the sea truth. **Weather and Forecasting**, v. 5, p. 596-612, 1990.
- Simmonds, I. e Keay, K. Mean Southern Hemisphere extratropical cyclone behavior in the 40-year NCEP-NCAR reanalysis. **Journal of Climate**, v. 13, p. 873-885, 2000.