

# AVALIAÇÃO OBJETIVA DAS PREVISÕES DE PRECIPITAÇÃO DO MODELO REGIONAL ETA

Sin Chan Chou  
Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos/INPE  
Cachoeira Paulista, SP, 12630-000  
chou@cptec.inpe.br  
M<sup>a</sup> G. A. Justi da Silva  
Departamento. de Meteorologia/UFRJ  
Cid. Universitária, Rio de Janeiro, RJ - 21949-900  
justi@igeo.ufrj.br

## ABSTRACT

Equitable Threat Score (ETS) and Bias Score (BIAS) were calculated for the regional Eta model precipitation forecasts for the period from February 1997 through January 1998. The scores were also calculated separately for three regions over the continent, North, Northeast, and Centre-south, for each month, and for each season of the year, and for the different forecast ranges: T+24h, T+36h, T+48h and T+60h. During this year, North and Centre-south, regions showed the best ETS, although BIAS tended to be greater than 1, indicating overestimate. During autumn, the scores over Northeast region were the best compared to other regions. The ETS showed no significant differences for the different forecast ranges, however, BIAS were generally larger at shorter range forecasts.

## 1. INTRODUÇÃO

Previsões numéricas regionais, utilizando o Modelo Eta (Black, 1994), vêm sendo realizadas pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE), desde dezembro de 1996. Estas previsões, fornecidas duas vezes ao dia, cobrem a maior parte da América do Sul e oceanos adjacentes. Num modelo de maior resolução horizontal busca-se o maior detalhamento da previsão e, conseqüentemente, uma melhor qualidade da previsão.

Sabe-se que as previsões com modelos atmosféricos apresentam incertezas, que podem ser decorrentes da representação dos processos físicos no modelo ou mesmo da precisão utilizada nos cálculos. Além disso, observa-se que em alguns eventos, o modelo produz previsões de baixa qualidade, podendo posicionar o sistema erroneamente, subestimando ou superestimando a sua intensidade, enquanto que em outros eventos o modelo indica corretamente a ocorrência. O conhecimento dos aspectos eficientes e deficientes são muito importantes para o meteorologista elaborar uma previsão mais confiável. A qualidade das previsões de pressão, temperatura e vento produzidas por modelos numéricos é superior a da previsão de precipitação, grandeza que apresenta grande variabilidade. No entanto, a previsão de precipitação é uma das mais utilizadas pelo público em geral.

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar, através de índices estatísticos objetivos, a qualidade das previsões de precipitação do Modelo Regional Eta para o período de fevereiro de 1997 a janeiro de 1998.

## 2. VERIFICAÇÃO DO MODELO

Os principais índices usados na avaliação objetiva das previsões efetuadas por modelos numéricos regionais (Anthes, 1983) são: o  $S_1$ , que mede a destreza na previsão de gradientes horizontais de campos escalares; o RMSE, erro médio quadrático entre previsão e observação; o TS (“Threat Score”), que mede a destreza do modelo em prever áreas de quantidades de precipitação acima de determinados limiares; o BIAS, que mede a tendência do modelo em prever sistematicamente valores muito baixos ou muito altos (uma espécie de “vício”), além de serem também usados coeficientes de correlação entre as previsões e as observações.

Neste trabalho foram empregados o **ETS** (“Equitable Threat Score”) e o **BIAS** para avaliar as previsões de precipitação do Modelo Eta. Esses índices são adequados à avaliação de dados categoriais. O ETS (Mesinger e Black, 1992) é definido como:

$$ETS = \frac{H - CH}{F + O - H - CH} \quad \text{onde, } CH = \frac{F \times O}{N}$$

sendo F o número de pontos com previsão de precipitação acima do limiar (“threshold”), O o número de pontos onde foi observada a ocorrência de precipitação acima do limiar, H número de pontos com previsão correta (“hit”) de precipitação acima do limiar; CH o número esperado de acertos aleatórios de precipitação acima do limiar e N o número de pontos de grade no domínio da verificação. O ETS é equivalente ao TS com a correção CH, que tenta retirar a tendência do TS em aumentar o número de previsões corretas pelo aumento do vício na previsão. O ETS varia de 0 a 1.

O **BIAS** é definido como sendo a razão entre o número de pontos previstos com precipitação acima do limiar e o número de pontos observados de precipitação acima do limiar, ou seja:  $BIAS = F / O$ . Para previsões que mostram mais (menos) precipitação do que o observado este índice é maior (menor) do que 1. Uma previsão é perfeita quando  $ETS = 1$  e  $BIAS = 1$ .

Neste trabalho, foi avaliada a habilidade do modelo em prever áreas com quantidade de precipitação acima dos limiares discriminados na tabela 1. O ETS e o BIAS foram calculados para as previsões de precipitação partindo do horário de 12Z para os períodos de previsão +24 e +48 horas e partindo de 00Z para as previsões de +36 e +60 horas. Foram utilizadas as observações, efetuadas às 12Z, de chuva acumulada em 24 horas, obtidas dos dados tipo SYNOP e Plataformas de Coleta de Dados (PCD’s). A precipitação observada em cada dia foi interpolada para a grade do modelo Eta (40km) pelo método de Kriging. O cálculo do ETS e do BIAS foi feito somente nas caixas da grade (“grid-box”) que continham pelo menos uma observação.

Tabela 1 - Limiares usados no cálculo do ETS e do BIAS.

Classificação da chuva	Categorias acima de (pol)	Categorias acima de (mm)
ocorrência	0,01	0,25
fraca	0,1 e 0,25	2,54 e 6,35
moderada	0,5 e 0,75	12,70 e 19,05
forte	1, 1,5 e 2	25,4, 38,1 e 50,8

O regime de precipitação sobre a América do Sul sofre grande variação. Para acompanhar o comportamento das previsões sobre cada um destes regimes, os índices foram agrupados por estação do ano. Considerando o período de dados utilizados (fev/97 a jan/98), cada estação foi definida da seguinte maneira: outono, de março a maio/97; inverno, de junho a agosto/97; primavera, de setembro a novembro/97 e verão, fevereiro e dezembro/97 e janeiro/98. Desta forma pode-se distinguir períodos secos, períodos chuvosos, bem como os períodos de transição. O cálculo do ETS e do BIAS foi feito para toda a área de domínio do modelo (América do Sul) e também para as regiões: **Norte**, área compreendida ao norte de 15° S e a oeste 45° W; **Nordeste**, área ao norte de 15° S e a leste de 45° W; e **Centro-sul**, área ao sul de 15° S.

### 3. RESULTADOS OBTIDOS

A figura 1 compara os valores dos índices ETS e BIAS para cada região definida acima, incluindo todo o período, referido como 1997, e todos os horizontes de previsão. São muito semelhantes os valores de ETS para a América do Sul, regiões Norte e Centro-sul, ficando o Nordeste com valores de ETS menores para os menores limiares de precipitação. O BIAS da região Norte demonstra uma tendência do modelo Eta em superestimar as previsões de precipitação para os menores limiares de precipitação.

A figura 2 mostra o ETS e o BIAS para todo o período de estudo, separadamente para a América do Sul e cada uma das regiões definidas acima. Estes índices foram agora separados para cada um dos horizontes de previsão: +24h, +36h, +48h e +60h. Os valores do ETS são bons para os baixos limiares, quando comparados com os obtidos pelo modelo Eta em outros países (Mesinger & Black, 1992 e Rogers et al., 1996) ou mesmo para outros modelos regionais (Juang et al., 1994). Diferentemente, nota-se que o índice ETS decresce rapidamente para categorias de chuvas mais fortes. Este resultado pode ser devido a maior resolução usada para a verificação. Na resolução de 40km os campos de precipitação previstos são mais detalhados, o índice penaliza severamente o modelo quando os sistemas meteorológicos estão ligeiramente deslocados em relação à observação. O modelo prevê bem a categoria de chuva/não-chuva (limiar de 0,01 pol), mas superestima a ocorrência de chuvas fracas e moderadas, conforme a previsão é atualizada, isto é, o BIAS é maior para menores períodos de previsão. Na categoria de chuvas fortes (>1,5 pol ou >38 mm) o padrão se inverte e a previsão de precipitação forte é subestimada. Estas curvas mostram que não há deterioração significativa da previsão de +60h em relação aos períodos menores, indicando a utilidade da previsão deste período.

O modelo se comporta de forma diferente nas diferentes regiões aqui consideradas. A Figura 3 mostra, por exemplo para um período de previsão de +48h, como as regiões Norte e Centro-Sul contribuíram para um melhor valor de ETS nas categorias de chuvas fracas, enquanto que o Nordeste contribuiu com melhores previsões de chuvas fortes. O indicativo de ocorrência de chuva é superestimado na região Norte e subestimado nas demais regiões.

Para acompanhamento da variabilidade intrasazonal da performance do modelo, os índices ETS e BIAS foram calculados para cada estação do ano e para cada um dos horizontes de previsão. Nas figuras 4, 5 e 6 apresentam-se apenas os resultados relativos às previsões de +24h. Observa-se que na América do Sul as melhores previsões foram obtidas no verão e no outono. A primavera apresentou ETS em torno de 0,3-0,4, considerados bons; já os valores do BIAS, indicaram uma superestimativa da precipitação em todos os horários de previsão. O inverno apresenta os menores índices de ETS, mas os valores de BIAS são mais próximos de 1.

A região Nordeste apresenta as maiores variações durante o ano (figura 5). Os índices de ETS do inverno e da primavera apresentam valores baixos. Estas estações correspondem aos meses em que há pouca chuva na região. A baixa frequência de ocorrência de chuvas resulta em poucos casos para o cálculo do ETS, acarretando em valores baixos. No inverno o modelo subestima sistematicamente a precipitação. Por outro lado, durante o outono, período chuvoso, o índice ETS na região Nordeste apresenta seus melhores valores, mesmo comparando com todas as demais regiões do continente.

O índice ETS para o Centro-sul (figura 6) apresenta valores altos em todas as estações do ano, exceto no inverno, que é a estação mais seca da região. O BIAS para os períodos de outono e verão são próximos do valor 1 em todos os limiares. Baseando-se no BIAS, as previsões do Centro-sul foram melhores que as das outras regiões.

Outro fator avaliado foi o da influência da análise (de 00Z ou 12Z) na qualidade da previsão de precipitação. Geralmente, a quantidade de observações de 00Z é menor que de 12Z. Os valores observados de precipitação das 12Z foram comparados (i) com as previsões das +24h e +48h que foram produzidas a partir de análises das 12Z, (ii) com as previsões de +36h e +60h, produzidas partindo de análises de 00Z. Observou-se uma melhora pequena do ETS nas previsões efetuadas às 12Z para chuvas moderadas em relação às rodadas de 00Z, entretanto, nestas mesmas categorias, o BIAS mostra uma tendência do modelo em superestimar a precipitação.

#### **4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS**

Foi apresentada uma medida quantitativa da qualidade das previsões de precipitação efetuadas pelo modelo Eta/CPTEC durante seu primeiro ano de funcionamento operacional através dos índices ETS e BIAS. O modelo mostrou ser bom indicador de ocorrência de chuvas. As chuvas moderadas são geralmente superestimadas pelo modelo, enquanto que chuvas intensas são subestimadas. Técnicas de correlação podem ser recomendadas para avaliação do posicionamento dos centros de máxima

previstas pelo modelo em relação a observação. A região Centro-Sul apresenta valores de BIAS mais próximos de 1, além de bons valores de ETS. No Nordeste o modelo tende a superestimar a precipitação nas estações chuvosas e a subestimar, sistematicamente, a chuva em estações secas. A qualidade das previsões de 60h indicaram a possibilidade de extensão do período de previsão para +72h. A análise que se fará agora dos índices diários já obtidos ajudará na identificação das causas associadas à falha ou ao sucesso da previsão.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTHES, R. Regional models of the atmosphere in middle latitudes. *Mon. Wea. Rev.*, **111**, 1983. 1306-1335.

BLACK, T.L. The new NMC mesoscale Eta model: description and forecast examples. *Wea. Forecasting*, **9**, 1994. 265-278.

JUANG, H. H.; HONG, S. & KANAMITSU, M. The NCEP regional spectral model: an update. *Bull. Amer. Met. Soc.*, **78**, 1997. 2125-2143.

MESINGER, F. & BLACK, T.L. On the impact on forecast accuracy of the step-mountain (eta) vs. sigma coordinate. *Meteor. Atmos. Phys.*, **50**, 1992. 47-60.

ROGERS, E. et alii. Changes to the operational "early" eta analysis/forecast system at the National Centers for Environmental Prediction. *Wea. Forecasting*, **11**, 1996. 391-413.

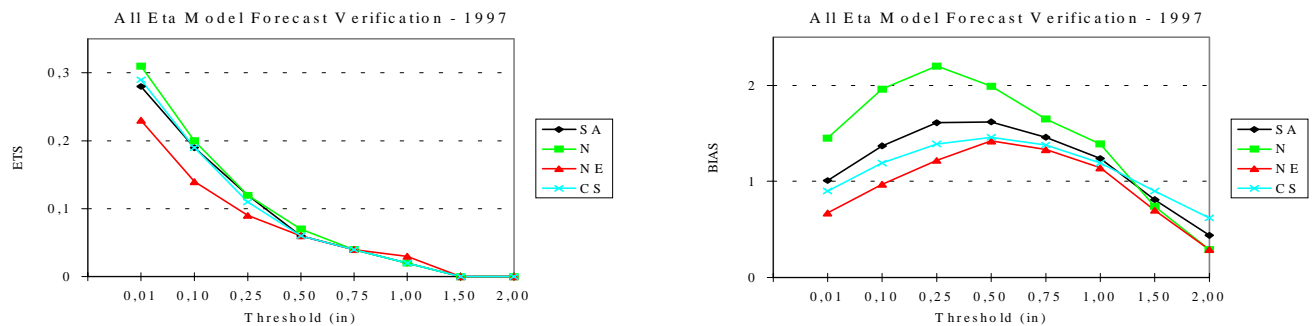
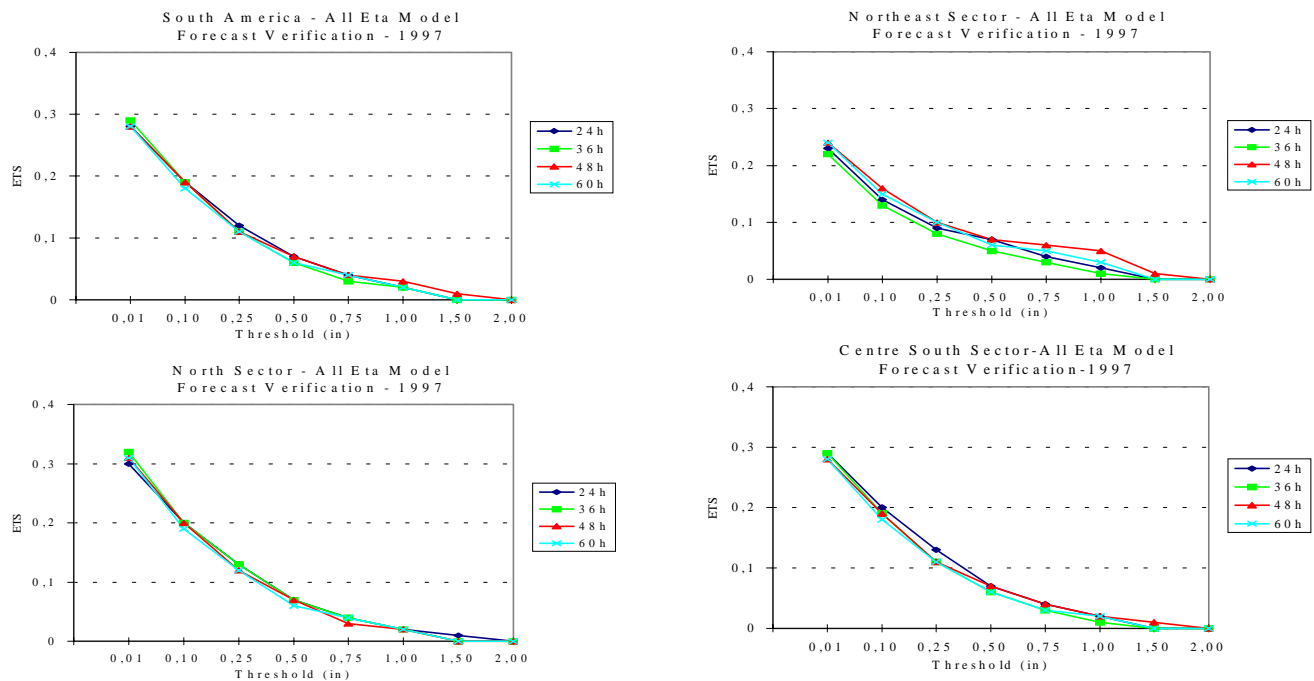


Figura 1 - Índices ETS e BIAS, para todos os horizontes de previsão, sobre todo o período de estudo e para cada uma das regiões definidas: AS - América do Sul, N - Norte, NE - Nordeste e CS - Centro-Sul.



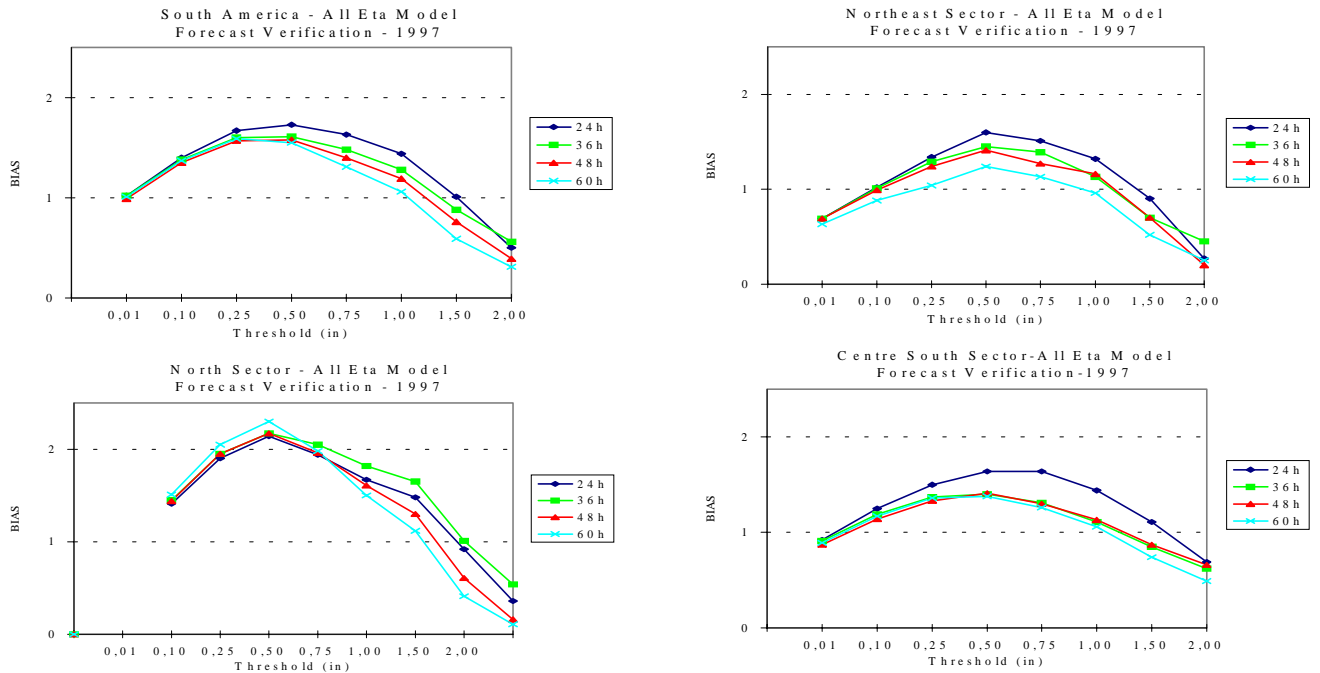


Figura 2- Índices ETS e BIAS para cada um dos horizontes de previsão, para a América do Sul e cada uma das regiões consideradas neste trabalho.

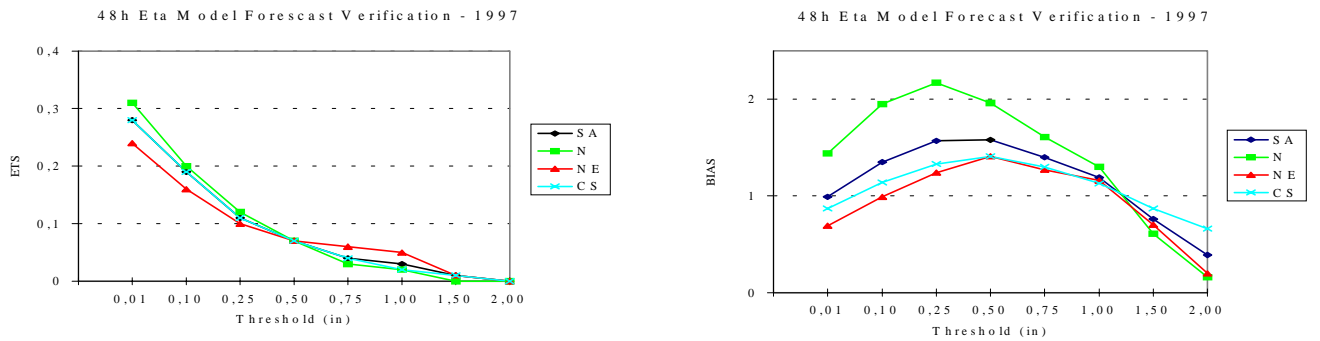


Figura 3 - Índices ETS e BIAS para previsões com o Modelo Eta de +48h para a América do Sul (AS), e regiões Norte (N), Nordeste (NE) e Centro-Sul (CS).

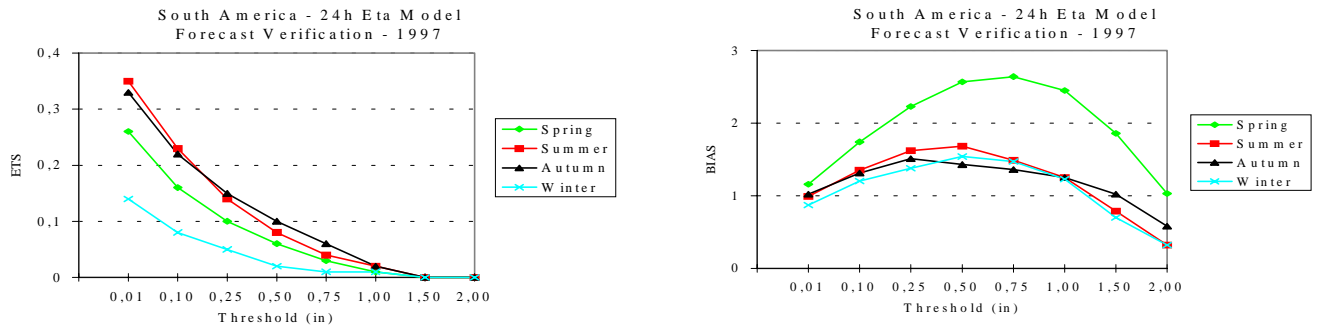


Figura 4 - Índices ETS e BIAS para a América do Sul em cada estação do ano.

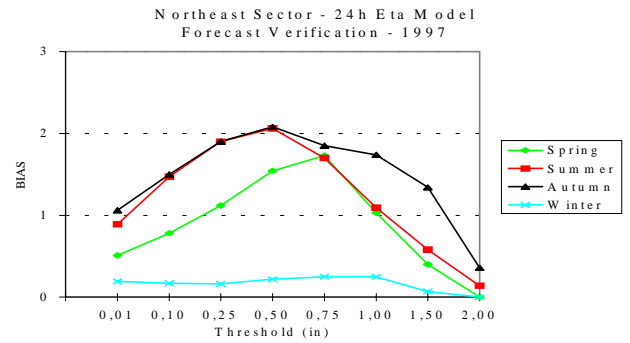
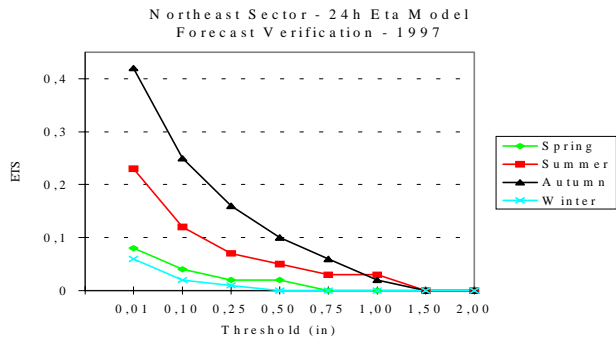


Figura 5 - Índices ETS e BIAS para a região Nordeste em cada estação do ano.

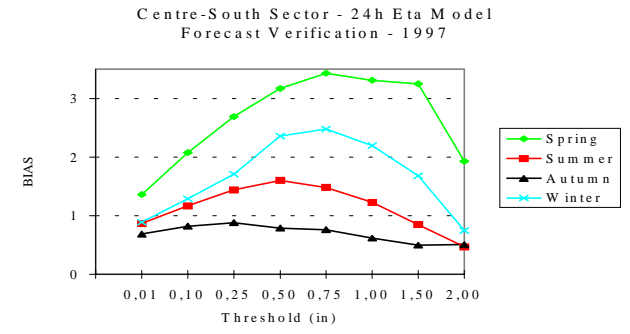
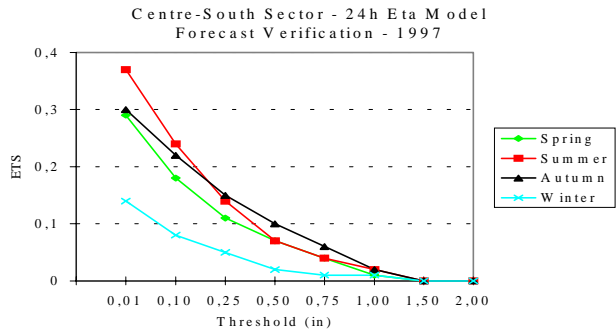


Figura 6 - Índices ETS e BIAS para a o Centro-Sul em cada estação do ano.