



PALAVRAS CHAVES/KEY WORDS  
AUTORES  
AUTHORS  
ANÁLISE OBJETIVA  
CORREÇÕES SUCESSIVAS  
INTERPOLAÇÃO DE CAMPOS METEOROLÓGICOS

AUTORIZADA POR/AUTHORIZED BY  
Marco Antonio Raupp  
Diretor Geral

AUTOR RESPONSÁVEL  
RESPONSIBLE AUTHOR  
José Carlos Rodrigues

DISTRIBUIÇÃO/DISTRIBUTION  
 INTERNA / INTERNAL  
 EXTERNA / EXTERNAL  
 RESTRITA / RESTRICTED

REVISADA POR / REVISED BY  
Eugenio J. F. Neiva

CDU/UDC  
551.511.61

DATA / DATE  
maio, 1988

TÍTULO/TITLE	PUBLICAÇÃO Nº PUBLICACION NO INPE-4525-RPI/198
	UM MÉTODO DE CORREÇÕES SUCESSIVAS PARA USO EM ANÁLISE METEOROLÓGICA
AUTORES/AUTHORSHIP	José Carlos Rodrigues Maria Inez de Oliveira Leite Lagoas Marco Antonio Maringolo Lemes José Luiz Stech Eiichi Terauchi

ORIGEM  
ORIGIN  
CPT

PROJETO  
PROJECT  
ATCPT

Nº DE PAG.  
NO OF PAGES  
23

ULTIMA PAG.  
LAST PAGE  
17

VERSÃO  
VERSION

Nº DE MAPAS  
NO OF MAPS

RESUMO - NOTAS / ABSTRACT - NOTES  
Descreve-se um esquema de análise objetiva para campos meteorológicos, do tipo correções sucessivas. O esquema é uma versão do original usada operacionalmente pelo Japan Meteorological Agency, mas seu código foi totalmente refeito como uma tarefa de desenvolvimento de software aplicativo dentro do contexto de cooperação técnica entre o Instituto de Pesquisas Espaciais e a Japan International Cooperation Agency.

OBSERVAÇÕES / REMARKS

ABSTRACT

*A successive correction type of objective analysis scheme for meteorological fields is described. The scheme is an original version used operationally by the Japan Meteorological Agency, but its code was totally rewritten as a task of applicative software development within the context of technical cooperation between the Instituto de Pesquisas Espaciais and the Japan International Cooperation Agency.*

## SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
LISTA DE FIGURAS.....	v
1 - <u>INTRODUÇÃO</u> .....	1
2 - <u>MÉTODO DA CORREÇÃO</u> .....	3
3 - <u>MÉTODO DAS CORREÇÕES SUCESSIVAS</u> .....	5
4 - <u>DESCRIÇÃO DO PROGRAMA E RESULTADOS</u> .....	8
5 - <u>COMENTÁRIOS FINAIS</u> .....	16
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17





## LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
1 - Fluxograma global do programa ANOBUT.....	8
2 - Campo de altura geopotencial de 500 mb, 09.06.87, 12:00 TMG fornecido pelo National Meteorological Center (NMC) e usado como campo preliminar na análise objetiva.....	13
3 - Resultado da análise objetiva, mostrando o campo de altura geopotencial final, após o 4º ciclo.....	14
4 - Campo de diferença entre o campo analisado e o preliminar, pa ra 500 mb, 09.06.87 12:00 TMG.....	14
5 - Campo de diferenças entre o campo analisado e o preliminar, para 500 mb, 23.10.87, 12:00 TMG.....	15

## 1 - INTRODUÇÃO

O conceito de análise objetiva envolve essencialmente um processo de interpolação de observações para obter uma representação numérica do estado da atmosfera. Esta representação consiste em valores numéricos em pontos regularmente distribuídos de uma grade ou em coeficientes de uma série espectral, podendo ainda ser visualizada graficamente. Campos analisados das variáveis meteorológicas são usados em estudos diagnósticos e previsões subjetivas, mas modernamente seu principal uso é prover estados iniciais para a integração numérica dos modelos matemáticos de previsão de tempo. Dentro deste contexto, a análise objetiva é considerada uma componente do chamado sistema de assimilação de dados.

A análise de campos meteorológicos usando métodos objetivos não é meramente um problema de interpolação matemática sobre valores medidos em pontos irregularmente distribuídos (em espaço e tempo), que constituem a rede de observações meteorológicas. Devem ser características fundamentais dos algoritmos de análise objetiva a continuidade temporal e a consistência (horizontal e vertical) nos campos analisados. O conhecimento da estrutura, as escalas dos movimentos atmosféricos e o balanço entre vários campos meteorológicos fazem com que se torne necessário incorporar à análise objetiva as restrições impostas pelas equações governantes. Ainda, igualmente desejável é que o algoritmo reconheça dados de diferentes naturezas (por exemplo, dados de satélites meteorológicos), qualidade e densidade espacial.

Muitos métodos de análise objetiva foram desenvolvidos para uso em pesquisa meteorológica. Barnes (1973) construiu um algoritmo para estimar valores interpolados em pontos de grade a partir de observações, usando pesos do tipo exponencial que envolvem distâncias entre observações e pontos de grade. Mancuso e Endlich (1973) desenvolveram um outro método, baseado no ajuste de polinômios de primeiro grau e usando o princípio dos mínimos quadrados para as observações dentro de um círculo de influência, centrado no ponto de grade em ques

tão. Suas funções peso são inversamente proporcionais às distâncias ponto de grade - observação. O esquema de Wahba e Wendelberger (1980) é um método variacional de análise que usa um ajuste generalizado de "splines", minimizando, também quadraticamente, os desvios entre valores analisados e observados.

Existem também inúmeros métodos de análise objetiva para propósitos operacionais. Os métodos baseados em ajustes polinomiais como, por exemplo, o de Panofsky (1949), posteriormente adaptado por Gilchrist e Cressman (1954) para uso no National Meteorological Center-EUA, geralmente apresentam um desempenho bastante insatisfatório em áreas desprovidas de informações, onde então a interpolação transforma-se em extrapolação. Um grande avanço na área de análise objetiva ocorreu quando Bergthorssen e Doos (1955) propuseram um método baseado na estimativa de correções a serem adicionadas a um campo preliminar. Neste caso, a correção em cada ponto de grade é uma combinação linear dos desvios entre as observações e o campo preliminar (interpolado para as estações), calculados em todos os pontos-estações internos a um círculo de influência preestabelecido. Novamente Cressman (1959) adaptou o método ao uso operacional, adicionando um procedimento iterativo de modo a, em varreduras sucessivas com raios de influência menores, incluir na análise detalhes de escalas menores. Estes métodos, hoje conhecidos por correções sucessivas, foram intensivamente usados nos principais centros mundiais de previsão, sendo eventualmente substituídos pelos métodos estatísticos ou de interpolação ótima, introduzidos pioneiramente por Gandin (1963).

Métodos de correções sucessivas, ao contrário dos estatísticos, não exigem sistemas computacionais de grande porte e são de relativa simplicidade em termos de implantação. Nestes métodos, a continuidade temporal é assegurada pelo emprego de prognósticos numéricos como campos preliminares; e as restrições dinâmicas impostas pela geostrofia entre campos de ventos e altura geopotencial são facilmente incorporadas ao algoritmo.

O objetivo deste trabalho é descrever uma atividade de desenvolvimento para um esquema de análise objetiva, a ser usado de forma integrada com um sistema completo de previsão numérica de tempo em escala sinótica, para a região da América do Sul e oceanos adjacentes.

Trata-se de um algoritmo de correções sucessivas que faz uso de campos preliminares na forma de prognósticos numéricos gerados no National Meteorological Center, já disponíveis e processados no País. Estas previsões, válidas para o horário de análise, apresentam a dupla vantagem de garantir a necessária continuidade temporal e prover alguma informação em áreas onde a cobertura observacional é deficiente. De fato, a rede de observações meteorológicas na América do Sul, em especial a parte de ar superior, apresenta-se não só deficiente em número, mas também irregularmente distribuída, ao longo do litoral. É oportuno mencionar que a solução do problema observacional no Hemisfério Sul depende criticamente da operacionalização de sistemas de aquisição de dados baseados na rede de satélites meteorológicos. Portanto, o uso de métodos estatísticos seria mais recomendável, a exemplo do que ocorre nos principais centros mundiais.

Finalmente, o método aqui descrito foi baseado naquele proposto por Masuda e Arakawa (1962) e teve uma versão adaptada para uso operacional na Japan Meteorological Agency, Japão.

## 2 - MÉTODO DA CORREÇÃO

O método desenvolvido consiste na aplicação sucessiva do método da correção. Este consiste basicamente na inclusão de valores observados de uma variável meteorológica em um campo preliminar desta mesma variável, disponível no horário da análise. A estes campos preliminares, apresentados principalmente na forma de prognósticos numéricos (não excluindo a possibilidade de usar climatologia e persistência), são adicionadas correções, i. e.:

$$X(I,J) = X^{FG}(I,J) + C(I,J), \quad (1)$$

onde:

$X(I,J)$ : campo final, interpolado ou analisado, no ponto de grade (I,J);

$X^{FG}(I,J)$ : campo preliminar no ponto de grade (I,J);

$C(I,J)$ : correção a ser aplicada no ponto ou grade (I,J).

As correções  $C(I,J)$  são determinadas a partir dos desvios,  $D(K)$ , entre a variável observada e o valor do campo preliminar, este último interpolado para o mesmo ponto de observação, através da fórmula:

$$C(I,J) = \frac{\sum_{k=1}^N W(I,J;K) D(K)}{\sum_{k=1}^N W(I,J;K)} \quad (2)$$

onde a somatória é estendida para N pontos-estação e os pesos  $W(I,J,K)$ , definidos em seguida, relacionam-se com o ponto de grade (I,J) e a estação (K). Os pesos, funções monotonicamente decrescentes com a distância  $r(I,J;K)$ , são dados por:

$$W(I,J;K) = \frac{1}{1 + \alpha r^2(I,J;K)} \quad (3)$$

onde  $\alpha$  é uma constante determinada empiricamente e reflete o alcance espacial da influência da observação.

Os desvios  $D(K)$  da variável  $X$ , nas estações, são calculados como:

$$D(K) = X^E(K) - X^{FE}(K) \quad (4)$$

onde  $X^E(K)$  e  $X^{FE}(K)$  são, respectivamente, os valores observados de  $X$  e os valores de  $X$  obtidos nas estações a partir da interpolação do campo preliminar. Nesta interpolação usam-se somente os quatro valores de grade  $X^{FG}$  que cercam a estação, com pesos semelhantes aos apresentados na Equação 3, com  $\alpha = 10$ . Ainda, no caso particular da observação sobre um lado do quadrado determinado pelos quatro pontos de grade, somente os valores dos dois vértices mais próximos são usados.

A distância  $r(I,J;K)$  é calculada conforme o tipo de projeção escolhido. Neste trabalho, por uma questão de compatibilidade com o modelo de previsão de área limitada, o esquema de análise objetiva é aplicado diretamente a uma superfície esférica. Assim, para uma grade com espaçamento angular fixo (em latitude e longitude), uma distância é dada pelo comprimento do arco subtendido pelo ângulo  $\theta$ , ou seja:

$$r(I,J;K) = a * \theta(I,J;K), \quad (5)$$

onde  $a$  é o raio da Terra (6371 km) e  $\theta(I,J,K)$  o ângulo em radianos do arco que passa pelos pontos  $(I,J)$  e  $(K)$ , dado por:

$$\theta(I,J;K) = \cos^{-1} \{ \sin\phi_G \sin\phi_E + \cos\phi_G \cos\phi_E \cos(\lambda_G - \lambda_E) \}, \quad (6)$$

onde  $(\phi_G, \lambda_G)$  e  $(\phi_E, \lambda_E)$  referem-se respectivamente às latitudes e longitudes do ponto de grade e estação.

### 3 - MÉTODO DAS CORREÇÕES SUCESSIVAS

O método da correção, visto na seção anterior, pode ser modificado de modo a introduzir mais suavização no processo de interpolação. Isto é conseguido usando vários ciclos sucessivos com círculos maiores de influência, porém tomando a precaução de, paralelamente, aumentar o parâmetro  $\alpha$ , ou seja, diminuir o peso para as observações mais afastadas. No caso específico da rede aerológica da América do Sul, este procedimento evita que um grande número de pontos de grade permaneça inalterado.

Cada ciclo consiste em duas varreduras.

a) Primeira varredura:

Na primeira varredura de cada ciclo, é exigido que pelo menos duas estações estejam dentro do círculo de influência para calcular os desvios e a correção a ser aplicada ao valor do campo preliminar. Se esta condição não é satisfeita em um ponto de grade, este valor permanece inalterado, podendo vir a ser eventualmente modificado na segunda varredura ou em um próximo ciclo. Cada ciclo é caracterizado por valores fixos de  $\alpha$  para cada nível isobárico e o raio do círculo de influência. A Tabela 1 fornece os valores de  $\alpha$  e R para quatro ciclos. Estes valores foram determinados empiricamente com base no desempenho satisfatório do algoritmo para a análise de observações na região do Japão e adjacências; portanto estão sujeitos a possíveis modificações para o caso da América do Sul.

TABELA 1

VALORES DO PARÂMETRO  $\alpha$  E DO RAI DO CÍRCULO DE INFLUÊNCIA PARA VÁRIOS NÍVEIS ISOBÁRICOS E QUATRO CICLOS

Ciclo	M = 1	M = 2	M = 3	M = 4
Raio de Influência	1,5 d*	2,5 d	3,5 d	4,5 d
100 mb	1,0	2,0	3,0	4,0
200 mb	1,0	2,0	3,0	4,0
250 mb	1,0	2,0	3,0	4,0
300 mb	1,5	3,0	4,5	6,0
500 mb	2,0	4,0	6,0	8,0
700 mb	3,0	6,0	9,0	12,0
800 mb	4,0	8,0	12,0	16,0
Superfície	4,0	8,0	12,0	16,0
W M	0,9	0,7	0,5	0,3

\* d é um valor fixo de espaçamento meridional de grade, dado por  $d = 6371 * 50 * \pi / 180$ , (em km).

b) Segunda varredura:

A segunda varredura atinge somente os pontos não-modificados pela primeira, não alterando os pontos atualizados anteriormente, que passam a ser considerados como observações. A correção final no ponto de grade (I,J) é dada por:

$$C(I,J) = \frac{W(I,J;K) D(K) + \sum S(I',J';I,J) G(I',J';I,J) C(I',J')}{W(I,J;K) + \sum S(I',J',I,J)} \quad (7)$$

onde:

$$S(I',J',I,J) = \frac{0,125}{1 + \alpha r^2 (I',J',I,J)}$$

e

$$G(I',J',I,J) = WM * (1 - 0,333 r (I',J',I,J)).$$

As somatórias na Equação 7 estendem-se sobre todos os pontos de grade (I',J') modificados na primeira varredura e que, obviamente, estejam dentro do círculo de influência do ciclo em questão. A distância entre os pontos de grade (I,J) e (I',J'),  $r (I',J',I,J)$ , é calculada usando as Equações 5 e 6. Ainda, o coeficiente  $G(I',J',I,J)$  é usado para abrandar a influência dos pontos de grade (I',J') na interpolação do valor no ponto (I,J). O fator WM, dado também na Tabela 1, varia de ciclo para ciclo.

A Equação 7 permite a inclusão de uma observação com o peso  $W(I,J,K)$ . Na ausência desta, toma-se  $W(I,J,K)$  igual a zero. Estabelece-se que a soma do número de estação (0 ou 1) e dos pontos de grade modificados deve ser maior ou igual a 2, caso contrário um próximo ciclo é necessário.

Somente após o término da segunda varredura é que se realiza a atualização do campo preliminar, usando a Equação 1. Este campo atualizado eventualmente é utilizado como campo preliminar para o próximo ciclo.

#### 4 - DESCRIÇÃO DO PROGRAMA E RESULTADOS

O esquema de análise objetiva aqui apresentado é executado por um programa denominado ANOBUT, desenvolvido em FORTRAN 77 para o computador BURROUGHS 6800 do INPE/MCT, cujo fluxograma global de funcionamento é mostrado na Figura 1.

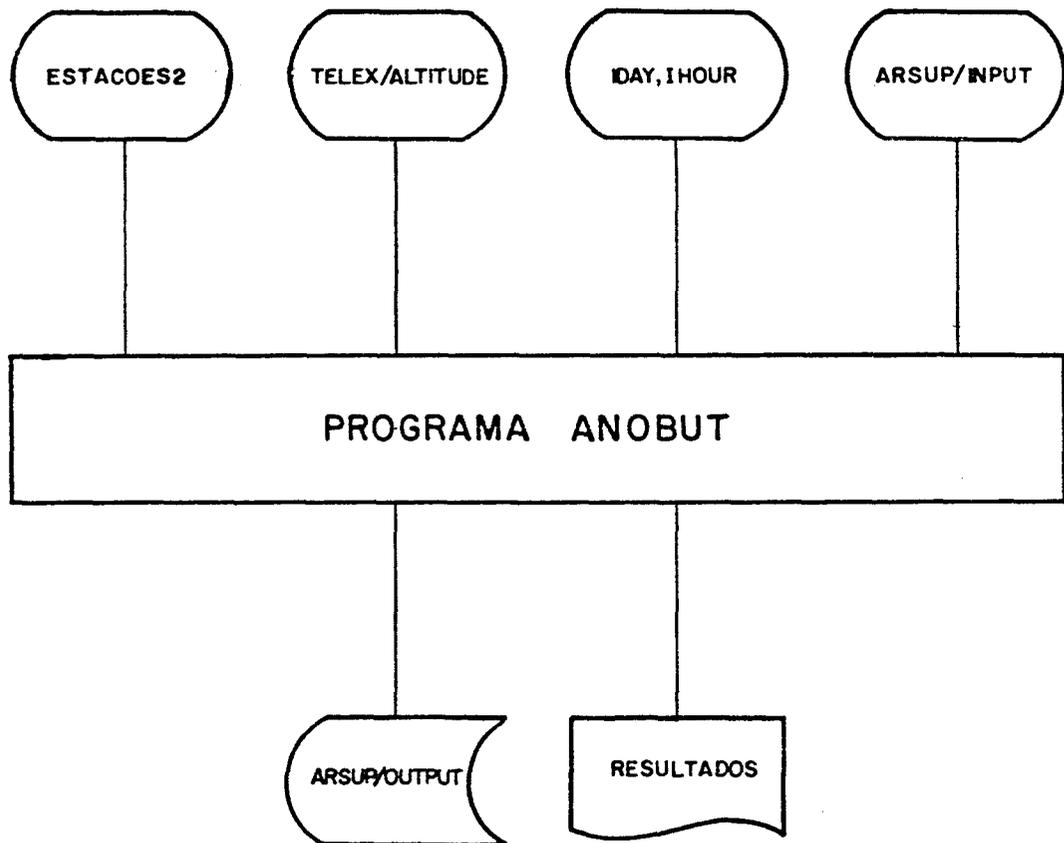


Fig. 1 - Fluxograma global do programa ANOBUT

O programa ANOBUT exige inicialmente a especificação da análise, o que é feito via terminal de vídeo, e a leitura de um arquivo ARSUP/INPUT que contem os campos preliminares necessários. Em sua versão atual, o usuário deve fornecer este arquivo para o programa, ressaltando ainda que a opção para a área da análise é bastante limitada, pois esta deve coincidir com a área de um ou mais setores contíguos da mensagem em formato GRIB. Esta escolha é feita através de parâmetros de controle na fase de iniciação do ANOBUT. No arquivo ARSUP/INPUT, os campos preliminares são precedidos de registros caracterizadores, descritos a seguir:

#### REGISTRO 1

KODEP: variável que contém o código identificador do campo a ser analisado, como abaixo:

KODEP = 1 temperatura (T)

KODEP = 2 componentes, zonal (u) e meridional (v)

KODEP = 3 razão de mistura

KODEP = 4 altura geopotencial

IGUESS: variável do tipo inteira, que indica a existência (IGUESS = 1) ou ausência (IGUESS = 0) de um campo preliminar.

PLEVEL: variável do tipo real, que especifica o nível isobárico da análise.

RLTMAX: variável do tipo real, que especifica a latitude máxima da região da análise.

RLTMIN: variável do tipo real, que especifica a latitude mínima da região da análise.

- RLNMIN: variável do tipo real, que especifica a longitude mínima da região da análise.
- RLNMAX: variável do tipo real, que especifica a longitude máxima da região da análise.
- RINC: variável real, que fornece o espaçamento angular (em graus) da grade, considerado o mesmo nas direções zonal e meridional.
- SPCING: variável do tipo real, que define o incremento entre as iso linhas do campo analisado por ocasião de sua plotagem.

#### REGISTRO 2 EM DIANTE

GUESS (I,J): matriz real com os dados do campo preliminar (já devidamente decodificado), introduzida por linha, sendo que cada linha deverá sempre começar em um novo registro.

No caso de análise de ventos, devem ser especificados sequencialmente uma matriz para a componente u e outra para a componente v. Todos os parâmetros e campos de dados devem ser introduzidos em formato livre.

O procedimento de iniciação do programa ANOBUT é ilustrado com o seguinte exemplo, para o caso da altura geopotencial:

#### REGISTRO 1

4,1,500., -20., -60., -105., -15., 50, 60.

REGISTRO 2 etc:

5840., 5840., ----- 5840

5830., 5830., ----- 5830

9 linhas ou registros

5140., 5140., ----- 5140

19 valores

Os arquivos de observações são acessados automaticamente através de chamadas de sub-rotinas (LOADER, LEIA e INIC2) pelo programa ANOBUT, sub-rotinas estas que farão parte de uma versão integrada de assimilação de dados, atualmente em desenvolvimento.

O programa ANOBUT consiste num programa principal onde se faz, como descrito anteriormente, a leitura dos arquivos de entrada (campos preliminares e de observações). As sub-rotinas que constituem o ANOBUT são:

SUB-ROTINA TERAUX: responsável pelo controle dos parâmetros necessários em cada ciclo da análise objetiva, bem como pela atualização do campo que está sendo analisado, após as duas varreduras de cada ciclo, através de chamadas às:

SUB-ROTINA XFEK: interpola o campo atualizado (e o preliminar no início da análise) para um ponto de observação circundado por quatro pontos de grade;

SUB-ROTINA SCAN1: determina as correções para os pontos de grade, a partir dos valores dos desvios nas estações. Estes desvios são referentes ao campo preliminar e às observações no início da análise, ou ao campo atualizado e às observações nos ciclos subsequentes, conforme descrito na Seção 3;

SUB-ROTINA SCAN2: aqui as correções calculadas no SCAN1 são utilizadas para determinar correções a serem aplicadas a pontos de grade não-modificadas durante a primeira varredura.

Os campos analisados são gravados em um arquivo ARSUP/OUTPUT, donde são posteriormente acessados para plotagem por um outro programa PLOTAR.

A execução do programa ANOBUT exige o seguinte comando:

RUN ANOBUT,

após o qual surgirá a mensagem na tela:

"MÉTODOS DE CORREÇÕES, SUCESSIVAS (VERSÃO JMA)"

"ENTRE JDATA (DDMMAA) E I HOUR, FORMATO LIVRE", que procede a leitura do arquivo ASSUP/INPUT.

Após a execução do programa, deve-se dar o comando START PLOTAR para a plotagem dos campos analisados.

O programa foi testado para quatro casos, mas somente dois são aqui incluídos a título de exemplo. Em todos, o campo preliminar foi obtido a partir de prognósticos numéricos em formato GRIB recebida do National Meteorological Center (EUA) via Brasília. Somente o campo de altura geopotencial de 500 mb foi analisado; os valores observados aparecem nos mapas ao lado dos círculos indicativos das estações.

A Figura 2 mostra o campo preliminar como resultado de uma previsão de 24 horas a ser verificada em 9 de junho de 1987, 12:00 TMG. Neste exemplo as observações de ar superior sobre a Argentina, exceto a de Buenos Aires, não foram recebidas pelo INPE, o que evidenciou drasticamente a precariedade da cobertura observacional convencional sobre o continente. Não obstante, foi ainda possível avaliar o de

sempenho do esquema de análise objetiva nas proximidades de observações. A Figura 3 mostra o campo final, que se obtém após a aplicação de 4 ciclos. Por exemplo, inicialmente a isolinha de 5160 mgp passa ao sul da estação de Punta Arenas (extremo sul do continente) que, no entanto, registrou 5140 mgp. Já no campo analisado, a posição desta isolinha foi corrigida, passando agora ao norte da estação, consistentemente com a distribuição de temperatura. A Figura 4, com a diferença entre os campos preliminar e analisado, mostra que, em regiões onde as observações são inexistentes, o programa devolve o campo preliminar como o analisado.

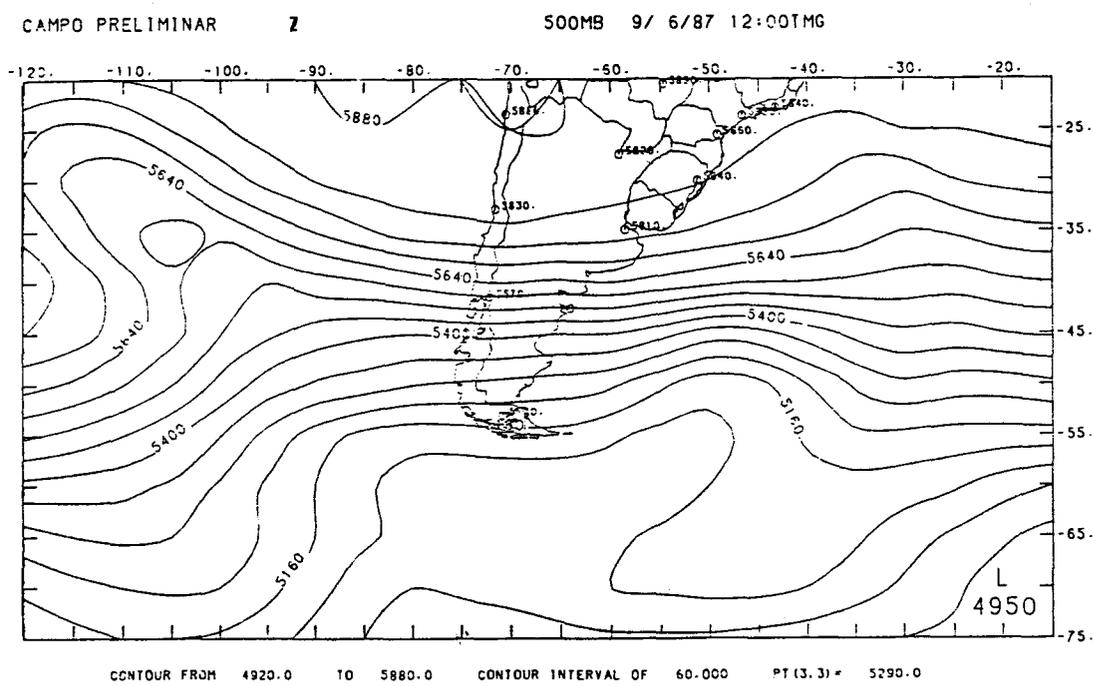


Fig. 2 - Campo de altura geopotencial de 500 mb, 09.06.87, 12:00 TMG fornecido pelo National Meteorological Center (NMC) e usado como campo preliminar na análise objetiva.

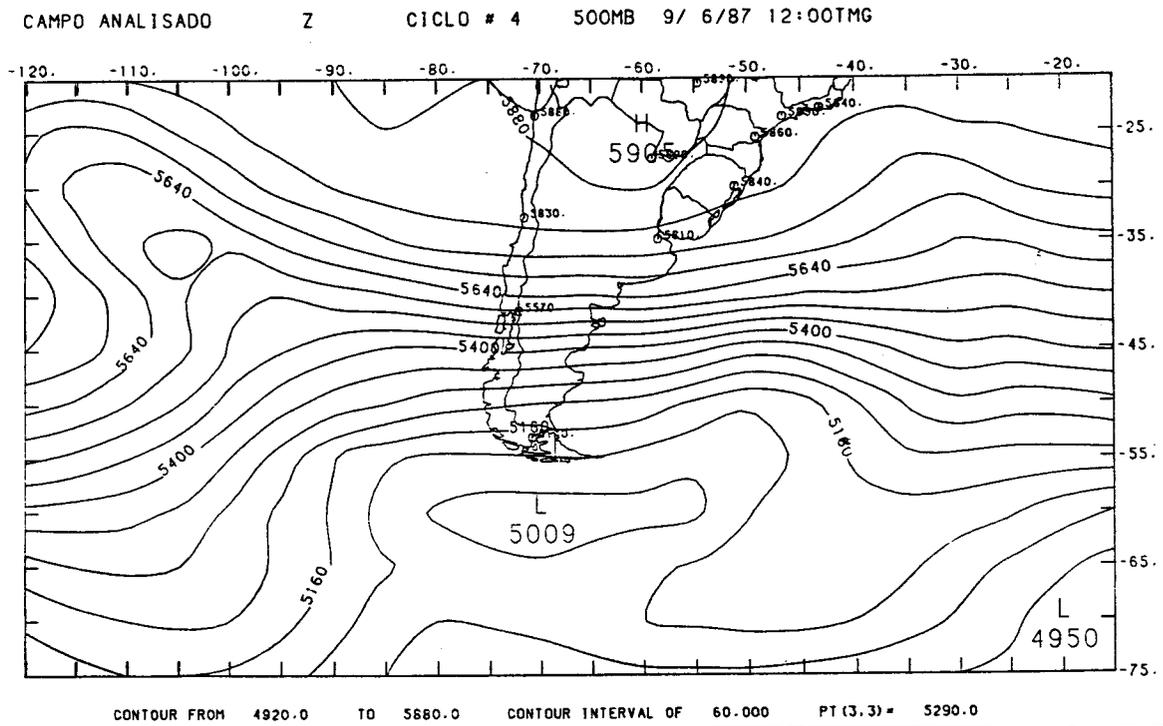


Fig. 3 - Resultado da análise objetiva, mostrando o campo de altura geopotencial final, após o 4º ciclo.

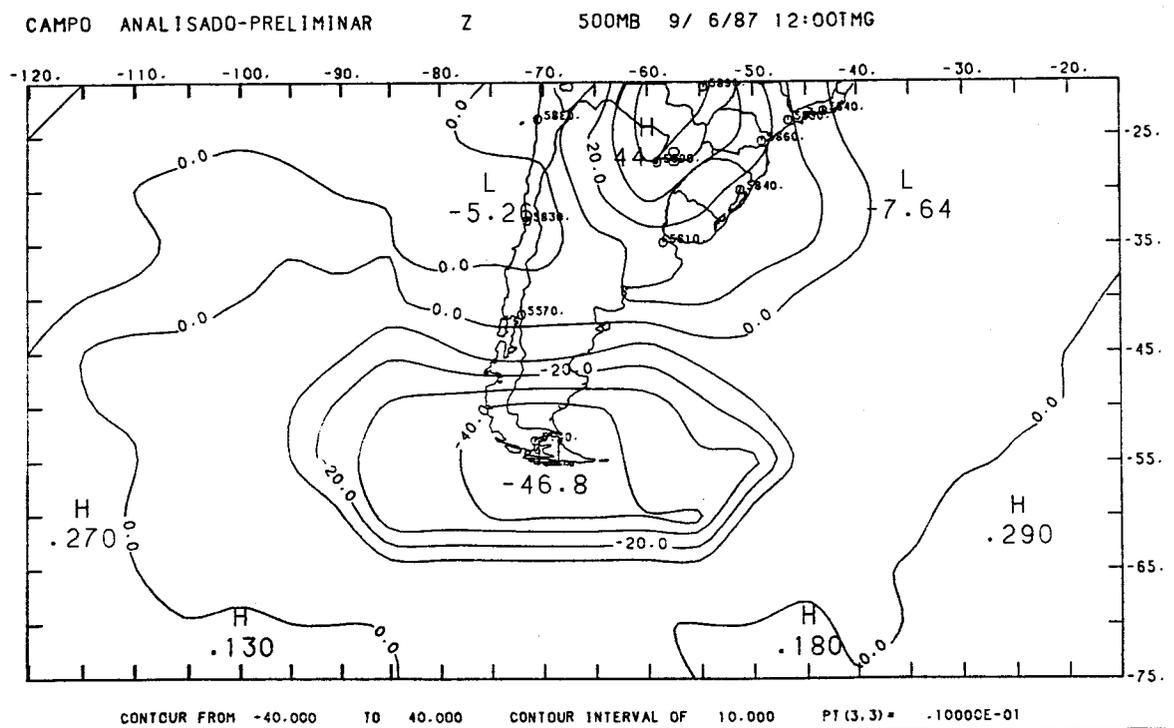


Fig. 4 - Campo de diferença entre o campo analisado e o preliminar, para 500 mb, 09.06.87 12:00 TMG.

Apesar de não se ter realizado um número suficiente de testes, notou-se em todos os campos de diferença, como mostrado nas Figuras 4 e 5 (esta última referente à altura geopotencial de 500 mb, em 23 de outubro de 1987, 12:00 TMG), uma configuração sistemática que pode implicar áreas com grandes diferenças em valor absoluto, da dos suspeitos e/ou previsões com baixo índice de destreza. Por exemplo, os valores mínimos até 47 mgp ao sul do continente. Na Figura 4, onde consta a observação na estação de Puerto Montt, as diferenças são bastante reduzidas quando comparadas ao caso da inexistência desta observação (Figura 5).

Considerações finais sobre o esquema de análise objetiva aqui proposto são feitas a seguir.

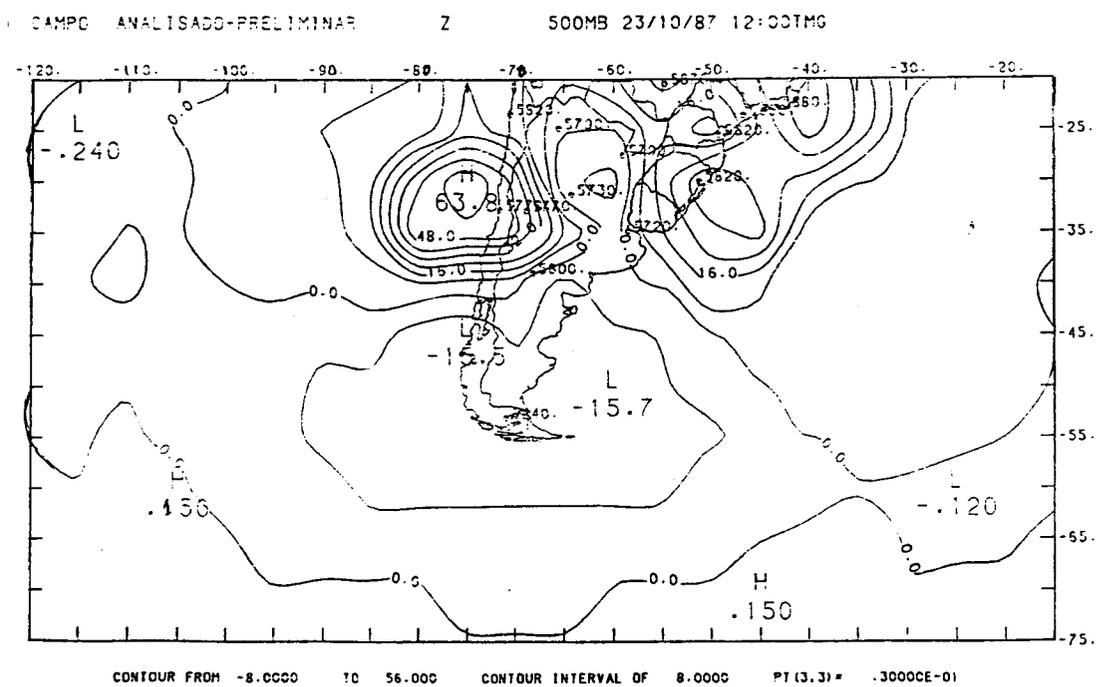


Fig. 5 - Campo de diferenças entre o campo analisado e o preliminar, para 500 mb, 23.10.87, 12:00 TMG.

## 5 - COMENTÁRIOS FINAIS

O programa de análise objetiva aqui apresentado foi desenvolvido para uso rotineiro no Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. Ele será integrado a um conjunto de software aplicativo, cuja implantação deverá caracterizar uma primeira fase, pré-operacional, do Centro.

Em sua versão original, o programa não permite o uso de ventos na análise dos campos de altura, mas esta modificação já está sendo introduzida. Torna-se ainda necessário que o esquema seja intensivamente tratado com dados reais para determinar os valores ótimos dos parâmetros de método, para o caso das variáveis vento, temperatura, umidade etc, nos diversos níveis padrões.

O esquema proposto apresenta a desvantagem de ser bidimensional e, para preparar campos de entrada para modelos multiníveis, deve ser aplicado nível por nível, o que gera uma análise tridimensional formada por uma "pilha" de análises horizontais. Também não reconhece dados de natureza diferentes, o que seria altamente desejável, visto o caráter heterogêneo das observações no Hemisfério Sul. Deste modo, este esquema de análise objetiva deve ser considerado provisório e, tão logo os recursos computacionais de porte razoável tornem-se disponíveis, ele deve ser substituído por um esquema de interpolação estatística multivariada.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARNES, S.L. Mesoscale objective map analysis using weighted time-series observations. NOAA Tech. Memo. NOAA TM ERL NSSL-62, Environmental Research Laboratories, Norman, 1973 60 pp.
- BERGTHÖRSSEN, P.; DÖÖS, B. Numerical Weather Map Analysis, *Tellus*, 7(3):329:340, Aug. 1955.
- CRESSMAN, G.P. An Operational Objective Analysis System, *Monthly Weather Review*, 87(10), Oct. 1959.
- GANDIN, L.S. Objective analysis of meteorological fields. In: Gridrometeorol Izdat, Leningrad (Translation published by Israel Program for Scientific Translations), Jerusalem, 1963, p. 633-677.
- GILCHRIST, B.; CRESSMAN, G.P. An Experiment in Objective Analysis, *Tellus*, 6(4):309-318, Nov. 1954.
- MANCUSO, R.L. and ENDLICH, R.M. Wind Editing and Analysis Program-spherical grid (WEAP-1A). Contract Dahc 04-71-C-0013, Stanford Research Institute International, Menlo Park, California, 1973, 59 pp.
- MASUDA, Y; ARAKAWA, A. On the objective analysis for surface and upper level maps. In: Proceedings of the International Symposium on Numerical Weather Prediction, Tokyo, Japan, 1962, p. 55-66.
- PANOFSKY, H.A. Objective Weather Map Analysis. *Journal of Meteorology*, 6(6):386-392, Dec. 1949.
- WAHBA, G.; WENDELBERGER, J. Some new mathematical methods for variational objective analysis using splines and cross validation. *Monthly Weather Review*, 108:1122-1143, Aug. 1980.





PROPOSTA PARA  
PUBLICAÇÃO

- DISSERTAÇÃO  
 TESE  
 RELATÓRIO  
 OUTROS

TÍTULO  
UM MÉTODO DE CORREÇÕES SUCESSIVAS PARA USO EM ANÁLISE  
METEOROLÓGICA

IDENTIFICAÇÃO	AUTOR(ES) JOSE CARLOS RODRIGUES MARIA JNEZ OLIVEIRA LEITE LAÇOS MARCOS ANTONIO MARINGOLO LEMES JOSE LUIZ STECH EIICHI TERAUCHI			ORIENTADOR 481	DISS. OU TESE
	LIMITE _/_/			DEFESA _/_/	
DIVULGAÇÃO <input type="checkbox"/> EXTERNA <input checked="" type="checkbox"/> INTERNA <input type="checkbox"/> RESTRITA			EVENTO/MEIO <input type="checkbox"/> CONGRESSO <input checked="" type="checkbox"/> REVISTA <input type="checkbox"/> OUTROS		

REV. TÉCNICA	NOME DO REVISOR EUGENIO J.F. NEIVA			NOME DO RESPONSÁVEL LUIZ GYLVAN MEIRA FILHO			APROVAÇÃO
	RECEBIDO 12/01/88	DEVOLVIDO 13/01/88	ASSINATURA <i>Eugenio J.F. Neiva</i>	APROVADO <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO	DATA _/_/	ASSINATURA	

REV. LINGUAGEM	Nº 07	PRIOR. 01	RECEBIDO 15/01/88	NOME DO REVISOR Keusa Maria	OS AUTORES DEVEM MENCIONAR NO VERSO INSTRUÇÕES ESPECÍFICAS, ANEXANDO NORMAS, SE HOUVER	DATILOGRAFIA
	PÁG. 22	DEVOLVIDO 19/01/88	ASSINATURA <i>Keusa Maria</i>	RECEBIDO		

Nº DA PUBLICAÇÃO:	PÁG.:	AUTORIZO A PUBLICAÇÃO	DIRETOR
CÓPIAS:	Nº DISCO:	LOCAL:	
		<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO	

OBSERVAÇÕES E NOTAS