

c) As equações obtidas para os dois períodos foram:

primavera-verão : $RG = Q_0 (0.25 + 0.42 n/N) \pm 0.063 Q_0$

outono-inverno : $RG = (0.25 + 0.46 n/N) \pm 0.062 Q_0$

5 - Referências Bibliográficas

- ANGSTRON, A. Solar anal terrestrial radiation. Quart.J.R. Meteorology Soc. n.50, p. 121-126, 1924.
- BLACK, J.N.; BONYTHON, C.Q.; PRESCOTT, J.A. Solar radiation and duration of Sunshine. Quart. J. Roy Meteor. Soc. v.80, n.344, p. 231-235, 1954.
- CARDON, D.A., NETO, M.S.A. Relação entre radiação solar global e a insolação na região de Petrolina (PE). In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 3, 1983, Campinas. Anais.Campinas, 1983, p. 123-128.
- DAVIES, J.A. Estimation of insolation for West Africa. África Quart.J.Roy.Meteor.Soc. v. 91, p. 359-363, 1965.
- GLOVER, J. & Mc; CULLOCH, J.S.G. The empirical relation between solar radiation and hours of bright sunshine in the high-altitudes tropics, Kenya. Quart. J.Roy. Meteor. Soc., v. 84, n. 359, p.56-60, 1958.
- OMETTO, J.C. Estudo das relações entre radiação solar global, radiação líquida e insolação. Piracicaba: USP, 1968. 64p. (Tese de Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, 1968.
- OMETTO, J.C. Bioclimatologia Vegetal: São Paulo: Ceres, 1981, 425 p.
- REVFEIM, K.J. Estimating solar radiation income from "bright" sunshine records. New Zealand, Quant. J. Roy. Meteor. Soc., v. 107, p. 427-435, 1981.
- ROSENBERG, J.J. Microclimate: The biological environment. New York Wiley-Inter Science, 1974. 315p.
- SÁ, D.F. Alguns aspectos da energia solar em Mandacaru, Recife Bol.REc.Nat., v. 11, n. 1/2, 9. 11-26, 1973.
- SALATI, E. et al. Estimativa da radiação solar que atinge uma área horizontal unitária admitindo-se a ausência da atmosfera. Bol.Tec.Serv.Met., Rio de Janeiro, v.1, n. 6, p. 1-60, 1967.
- SCHULZE, R.E. A physically based method of estimating solar radiation from suncards. Agric.Meteorol., n.16, p. 85-101, 1976.
- TARIFA, J.R. Estimativa da radiação solar em função da insolação para Presidente Prudente. Cad. Ciências Terra, v. 22, p. 1-15, 1972.
- TUBELLIS, A., NASCIMENTO, F.J.L. Meteorologia Descritiva: fundamentos e aplicações brasileira. São Paulo. Nobel, 1980, 374 p.6

Segmentação de Imagens Meteosat

Elizabeth Silvestre Espinoza
Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) - SJC/SP (CNPq)
Humberto Conrado Conforti
Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) - SJC/SP
Yoshihiro Yamazaki
Instituto de Pesquisas Meteorológicas (IPMet/UFPel)-Pelotas/RS (RHAE/CNPq)

Abstract

The aim of the ESOC's (European Space Operational Center) Meteosat segment processing system is to produce an objective account of the different scenes within it. It gives the mean radiance and its standard deviation for a class of pre-defined scenes in all three different channels, including the number of pixels corresponding to each scene. The identification of cluster is related to pattern recognition, and to a well defined classification technique. The system is intelligent in the sense that it is a self-learning type, because it is allowed to make use of previous classification results. The initial state of the techniques of a segment processing system for the retrieval of satellite products was implemented at Institute for Space Research (INPE), and a summary of the procedure and some preliminary results are presented.

1.- Introdução

Os desenvolvimentos das tecnologias espaciais e o advento dos satélites vem fazendo com que a meteorologia tenha uma dependência cada vez maior sobre a disponibilidade dos diferentes tipos de dados que eles provem. Graças a essa dependência direta inúmeros desenvolvimentos foram obtidos, tanto nos sistemas de coleta de dados propriamente dito (satélite, sensores, etc.), como nos processos de tratamento e disseminação dos dados em tempo real (Bos, A.M. et alii, 1991). Não obstante, é cada vez mais crescente a necessidade de se processar os dados em tempo quase real para que estas tenham aplicação nas previsões de tempo, notadamente àquelas de médio, curto e muito curto prazos. E, face ao volumoso dado que os satélites provêm, suas informações devem ser devidamente condicionadas para que tenham aplicações específicas.

No caso do satélite Meteosat, em particular, a medida que os dados das imagens são recebidos, eles são pré-processados e tratados, e antes mesmo de serem completamente recebidos vão sendo retransmitidos e disseminados para os usuários, e armazenados para a utilização na extração de produtos meteorológicos. Elas são pré-processadas, em tempo real, à taxa de uma linha a cada 0,6 segundos, separando as imagens dos canais radiométricos infravermelho (IV), visível (VIS) e vapor d'água(VA), e compensando as imperfeições dos radiômetros e de navegação. São também retificados, para que seja possível a localização de 'pixels' em termos de coordenadas terrestres, e as imagens retificadas são posteriormente colocadas em formatos próprios para disseminação dentro de um esquema pré-estabelecido e provê a base para os processamentos dos produtos meteorológicos subsequentes, e que é a forma em que são recebidos os dados nas estações principais (PDUS - por exemplo do INPE / FUNCEME/ VEMET, etc..). Os fundamentos básicos empregados no estágio inicial do condicionamento das imagens para a extração dos produtos meteorológicos (MIEC) é chamado de segmentação de imagens. O estágio inicial do processo de segmentação de imagens foi parcialmente implementado no Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) e aplicados às imagens dos três canais espectrais do Meteosat-3. Será apresentada uma descrição simplificada do processo de segmentação, e os resultados de um estudo conduzido na fase inicial de implementação do sistema.

2.- Segmentação: processo, análise e resultados

As imagens dos canais espectrais dentro do campo de visão do satélite meteorológico geoestacionário METEOSAT consistem basicamente de matrizes com 2500 por 2500 elementos de imagem nos canais IV e VA, e de 5000 por 1000 elementos no canal VIS; elementos esses comumente conhecidos por 'pixels'. Após a recepção, formatação, ingestão e armazenamento em um sistema computacional, elas foram submetidas a um processo de condicionamento (Tomassini, 1980). Esse condicionamento consistiu no transladamento das imagens cruas em imagens ideais, para que elas possam ser utilizadas na determinação das características dos segmentos. O procedimento reflete um dos aspectos mais importantes do processamento digital das imagens, visto consistir na definição das características espaciais nas quais são determinados os produtos meteorológicos.

Dentro da concepção de segmento, aplicou-se no processo de condicionamento uma resolução espacial da ordem de 10 Km por 50 Km, que é o suficiente para atender os requisitos de uma grande gama de modelos atmosféricos e de estudos climáticos, incluindo os de previsão numérica de tempo, bem como para a obtenção das estatísticas determinísticas envolvidas nesse processo. Com essa resolução espacial, as imagens do IV e VA foram subdivididas em áreas de 32 x 32 'pixels', e do VIS em 64 x 64 pixels, denominados segmentos. Estes segmentos foram centradas em posições geográficas fixas, e passaram a constituir a unidade básica de processamento digital da imagem. Assim, o disco total da terra, dentro do campo de visão do satélite, apresenta um total de 80 x 80 segmentos, incluindo a visão do espaço pelo satélite. Na prática limitar-se-á à extração dos produtos meteorológicos para cerca de 3500 segmentos, que são aqueles delimitados pelo campo de visão da terra, dentro de uma circunferência traçada com centro no ponto sub-satélite e raio de 50 ou 55 graus. Para esse propósito foi implementado o algoritmo de navegação, que determina os 'pixels' que pertencem a cada um dos (80x80) segmentos. Uma vez definidos os segmentos, com os correspondentes 'pixels', foram implementados os algoritmos essenciais para a análise multiespectral dos pixels dos segmentos. Ela foi feita aplicando o procedimento de 'cluster' nas 1024 radiancias (32 x 32 pixels), em um histograma mono e bi-dimensional, identificando os picos do histograma. A princípio, as análises devem ser feitas para todos os três canais espectrais disponíveis, agrupando as radiancias em classes representativas de radiancias médias, correspondentes às respostas de diferentes tipos de superfície e tipos de nuvens. Na fase preliminar, do processo implementado, foi aplicado apenas para os seguintes casos: céu limpo sobre continentes e oceanos, e céu coberto com nuvens do tipo estratus, estratus-cumulus e cumulus. O passo seguinte consistiu na construção dos histogramas dos três canais em uma dimensão, e em duas dimensões para os IV e VIS, e IV e VA; e na definição de todos os picos presentes nos histogramas considerando-os como uma superposição de várias superfícies Gaussianas. O principal objetivo dessa análise está no fato de que os canais IV e VIS nos permite criar histogramas de refletividade e de temperatura. E, quando todo segmento estiver ocupado por um único 'cluster' (cena), o histograma deverá apresentar a forma de uma gaussiana; e quando ocupado por vários 'clusters', deverá apresentar vários picos. Entretanto a análise unidimensional não permite diferenciar por exemplo, na da refletividade o oceano do solo, cirrus de solo, cumulus de estratus espessos; e na da temperatura os baixos estratus da superfície, cirrus de cumulusnimbus, terra de oceano. Assim, para se eliminar essas possíveis ambiguidades é necessário criar histogramas bi-dimensionais. A figura 1. apresenta a idealização das respostas esperadas para o caso de VIS x IV.

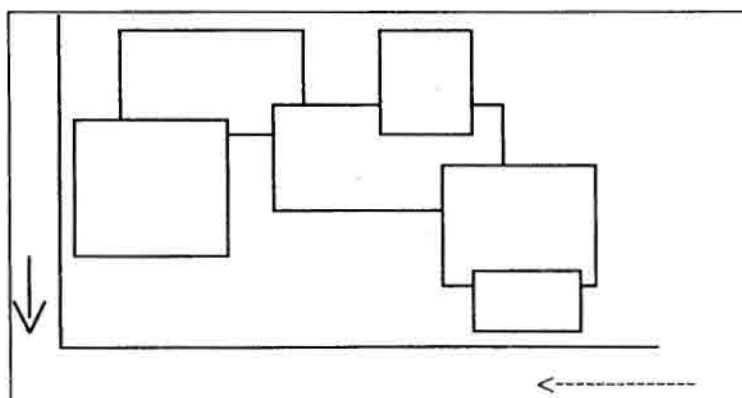


Fig. 1- Picos dos 'clusters' (cenas) idealizadas para o caso de VIS x IV

Para um dado pico do histograma unidimensional do IV, o valor médio e o desvio padrão médio associado devem ser calculados; e a contribuição dos dados do canal VIS à análise do histograma em duas dimensões isolados utilizando os valores das radiancias máximas e mínimas desse pico no IV. Em seguida, deve ser feita uma análise do cluster reconhecido, em um histograma VIS unidimensional criado como uma projeção da porção isolada do histograma bi-dimensional, para determinar o valor médio e o desvio padrão do canal VIS. Descrevendo o cluster dessa forma, ele pode ser subtraído do histograma de duas dimensões, deixando o histograma residual. Esse processo deve ser considerado para cada pico do histograma bi-dimensional VIS/IR.. Após a extração de cada cluster, sua fonte de radiação finalmente identificada observando as características da radiancia dentro do dado segmento (ie. mar, diferentes tipos de solo e de nuvens [3 tipos principais]). Além dessas análises, no estágio posterior deve-se proceder correção de semi-transparência, que consiste na correção das radiancias dos clusters medidos pelo satélite pois estes são menores que seus valores reais devida a absorção da atmosfera. A base teórica do método apresenta-se descrita por Cayla et al, 1978. Muito embora o processamento para todos os segmentos, e para todas combinações espectrais sejam extremamente complexos, a essência dos processos de identificação foram descritos, e parcialmente aplicados para uma observação dos 3 canais espectrais.

Na tabela abaixo são apresentados os resultados das identificações das nuvens, nas três bandas espectrais, obtidas dos histogramas para duas dimensões.

TIPOS DE COBERTURA	VISIVEL	INFRAVERMELHO	VAPOR D'ÁGUA
SEM COB. / CONTINENTE	0 - 32	48 - 53	0 - 15 & 32 - 53
SEM COB. / OCEANO	0 - 32	48 - 53	53 - 84
ESTRATUS (St)	0 - 15	48 - 53	53 - 84
ESTRATUS CUMULUS (Sc)	60 - 100	69 - 116	16 - 47
CUMULUS (Cu)	181 - 214	197 - 255	197 - 230

Observa-se na tabela, que as regiões sem coberturas de nuvens apresentam menores valores nos níveis de cinza que àquelas com coberturas de nuvens; ou seja que têm menos refletividade. Conseqüentemente, com os valores da intensidade do nível de cinza na banda VIS pode constatar que elas estão diretamente relacionados com a refletividade; o que é óbvio por que as nuvens refletem mais que àquelas sem coberturas de nuvens. Levando em consideração o IV, que é aquela que possibilita representar a temperatura no topo das nuvens; com valores de nível de cinza maiores com temperaturas menores, e o oposto para as nuvens baixas, observando os valores da intensidade de cinza nessa banda constata-se que os maiores valores de intensidade figuram para aquelas com nuvens com topo mais elevado e as menores para nuvens com topo menores ou para regiões sem nuvens. Com relação à banda do VAPOR D'ÁGUA, as regiões com nebulosidade foram constatada como sendo aquelas que apresentaram maiores valores, e os desprovidos de nuvens com menores valores no nível de cinza. Essa análise preliminar permitiu concluir que apenas uma banda não é realmente suficiente para definir o tipo de nuvem por apresentarem características distintas. Diferentes segmentos com distintos tipos e condições de coberturas de nuvens foram analisados a partir de uma identificação a priori através da visualização das imagens. Os resultados dos algoritmos implantados revelaram que os resultados das análises apresentam uma concordância geral com os aspectos teóricos esperados e apresentados na figura 1.

A figura 2. apresenta os histogramas de VIS x IV com segmentos sob diferentes condições de 'cluster'. Muito embora a apresentação (não colorida) da figura não seja a ideal para esse tipo de análise, fato é que os resultados se apresentam em conformidade com os aspectos teóricos das cenas idealizadas na figura 1. As análises foram feitas observando-se seguimentos sobre o mar com céu aberto, solo e florestas com céu limpo, e com coberturas de nuvens estrato cumulus, cumulonimbus, cirrus e cirrustratus, e com diferentes tipos de combinações espectrais.

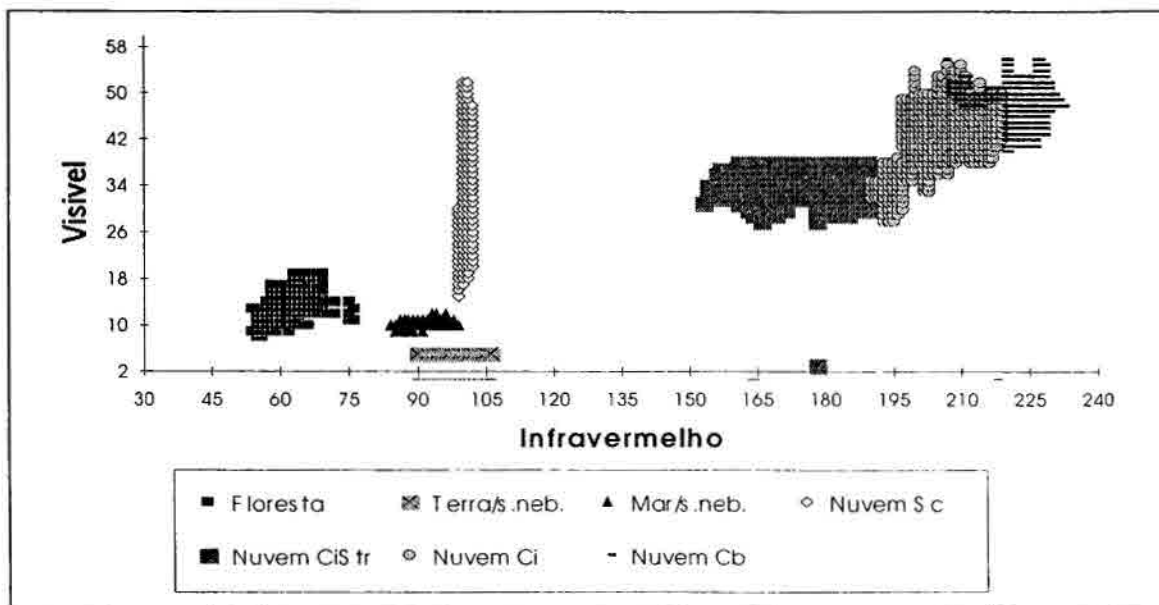


Fig. 2. - Histograma bi-dimensional com segmentos (32x32 pixels) com diferentes 'clusters'

Referências bibliográficas

- European Space Operation Center, 1991. Large Area Histogram from Meteosat Images. ESOC/ESA Internal report.
- Tomassini, C., 1980. Objective Classification Technique in Meteosat Image Data Processing. The Meteosat Central Processing System. ESOC/ESA. A compilation of technical papers.
- Bos, A.M., J. de Waard, J. Adanson, 1991. Real Time Rectification of Meteosat Images. ESA Journal, V.14, 179-191.

Sistema de processamento de ventos da ESOC

Yoshihiro Yamazaki

Instituto de Pesquisas Meteorológicas (IPMet/UFPel)- Pelotas/R.S.(RHAE/CNPq)

Volker Gaertner

European Space Operational Centre (ESOC/ESA) -Darmstadt/Alemanha

Abstract

The cloud-motion winds are derived from geostationary Meteosat satellite data in the Meteosat Exploitation Project (MEP), of the Meteosat Operational Program (MOP) ground segment, by the Meteorological Information and Extraction Center (MIEC), of the European Space Operational Center (ESOC) of the European Space Agency (ESA). These data are processed and disseminated to the meteorological community by the Global Telecommunication System (GTS), and are one of the most important data in the analysis for atmospheric forecast models of Weather Centers. They are derived automatically, in four cycles times a day, and presents after a final state of a manual quality control about 3,000 wind vectors.

A brief description of the complex operational system of ESOC's cloud motion wind retrieval procedure are presented, including the results of the improvements of the algorithms.

1. Introdução

Cerca de duas décadas já se passaram desde a implantação das técnicas operacionais, dos desenvolvimentos e das metodologias precursoras, para a derivação dos ventos dos movimentos das nuvens (VMN) a partir de imagens de satélites meteorológicos. Desde então, inúmeros estudos tem revelado que esses dados apresentam um impacto positivo nas previsões de tempo. Apesar de alguns estudos revelarem que o impacto dos VMN sobre as qualidades das previsões, particularmente no Hemisfério Norte, são menos convincentes (Kelly e Pailleux, 1989), pelo fato de subestimarem os ventos próximos às correntes de jato; estudos mais recentes (Schmetz et al. 1993) revelam que são encorajadores o fato de que a implantação de novos procedimentos de controle de qualidade vem também apresentando um impacto positivo nas regiões extra tropicais do Hemisfério Norte (Hayden, 1992; Uchida, 1992).

Os VMN representam atualmente um dos dados mais importantes para as análises dos Centros de Previsões de Tempo. Eles são imprescindíveis nas baixas latitudes pois os ventos não podem ser inferidos a partir do campo de massa, e também sobre grande parte do Hemisfério Sul pelo fato de ser a única fonte de dados de vento na região. Eles são também de grande importância para estudos climáticos e mudanças climáticas, particularmente à produção de dados globais homogêneos (Baker, 1991).

É de fundamental importância salientar que os VMN, da maneira concebida na meteorologia por satélites, não representam medidas diretas do campo do vento, e consequentemente apresentam eventuais propriedades que comprometem seu uso direto como fonte de dado para um dado nível. Isso se explica pelo fato das nuvens nem sempre serem fontes passivas para derivação dos ventos, ou seja nem sempre a existência de uma nuvem implica na derivação do vento; e também porque nem sempre ela se localiza no ponto em que ocorre o vento mais intenso. Além disso, o VMN derivado pode eventualmente representar o escoamento médio de uma camada ao invés de vetor em um certo nível da atmosfera.

Será apresentada uma descrição geral dos processos de extração dos VMN que vem sendo utilizado operacionalmente no Centro de Operações Espaciais Europeia (ESOC) da Agência Espacial Europeia (ESA), a partir das imagens dos satélites geostacionários Meteosat

2. Processamento

Os satélites METEOSAT observam a Terra com radiômetro imageador nos canais do espectro solar (VIS) entre 0,4 e 1,1 μm ; na janela do infravermelho (IV) entre 10,5 e 12,5 μm ; e na banda de absorção do vapor d'água (VA) entre 3,7 e 7,1 μm . A obtenção operacional dos ventos são feitas utilizando imagens sucessivas de IV. E a título experimental e de testes, com monitoramento em colaboração com o Centro Europeu para Previsões de Médio Prazo (ECMWF), são derivados dados de ventos com imagens de VA, utilizando um algoritmo bi-espectral para atribuição das alturas dos vetores ventos das nuvens semi-transparentes. Além disso, como pesquisa, são derivados dados de vento a partir das imagens do VIS. Os dados de ventos são operacionalmente derivados 4 (quatro) vezes ao dia utilizando-