

1. Classificação <i>INPE-COM.4/RPE</i> C.D.U: 528.711.7		2. Período	4. Distribuição
3. Palavras Chaves (selecionadas pelo autor) <i>FILTRAGEM DIGITAL</i> <i>LANDSAT</i> <i>FOTOINTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA</i> <i>REALCES ESTRUTURAIS</i>			interna <input type="checkbox"/> externa <input checked="" type="checkbox"/>
5. Relatório nº <i>INPE-1823-RPE/189</i>	6. Data <i>Julho, 1980</i>	7. Revisado por <i>Icaro Vitorello</i>	
8. Título e Sub-Título <i>FILTRAGENS DIGITAIS DE IMAGENS LANDSAT</i> <i>COMO TÉCNICA DE AUXÍLIO VISUAL NA</i> <i>FOTOINTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA</i>		9. Autorizado por <i>Narada</i> <i>Nelson de Jesus Parada</i> Diretor	
10. Setor: <i>DSR/GMI</i>	Código <i>30.311</i>	11. Nº de cópias <i>10</i>	
12. Autoria <i>Waldir Renato Paradella</i> <i>Luciano Vieira Dutra</i>		14. Nº de páginas <i>07</i>	
13. Assinatura Responsável <i>Waldir Renato Paradella</i>		15. Preço	
16. Sumário/Notas <i>A possibilidade de processamento automático, por meio de computadores, de fitas magnéticas do satélite LANDSAT, onde as informações espectrais das 4 bandas do satélite estão digitalizadas, abre grandes perspectivas no desenvolvimento de técnicas automáticas de realces de cenas, que auxiliem ou destaquem informações à análise visual. Uma das técnicas disponíveis - "a filtragem digital", pela possibilidade de realçar fotoestruturas nas imagens LANDSAT, segundo direções preferenciais de interesse do fotointérprete, surge como uma técnica valiosa nos campos da fotoanálise estrutural e mapeamento geológico. Basicamente, um processo de filtragem digital deste tipo, procura realçar contrastes tonais entre os elementos constituintes da imagem (pixels). Alguns conceitos de frequência espacial, tipos de filtros disponíveis e procedimentos gerais para a obtenção destes realces direcionais, no Analisador Image-100 do INPE, são mostrados no trabalho.</i>			
17. Observações <i>Trabalho submetido à aprovação para publicação no XXXI Congresso Brasileiro de Geologia, da Sociedade Brasileira de Geologia, Camboriú, Santa Catarina, 19-25 de outubro de 1980.</i>			

## Abstract

Digital filtering techniques of LANDSAT Imagery have been developed at INPE as an aid to geologic photointerpretation. Some concepts about these techniques and general procedures are provided for the utilization of these automatic enhancement, by the users, at the GE-IMAGE-100.

### 1. Introdução

Desde o lançamento em julho de 1972 do primeiro satélite da série LANDSAT, imagens em papel dos imageadores multiespectrais MSS (dois canais no visível e dois no infravermelho próximo) têm sido o produto mais utilizado em trabalhos de fotointerpretação geológica, no país.

A possibilidade de tratamento por meio de computadores dos dados do satélite, onde as informações espectrais correspondentes às quatro bandas estão digitizadas em fitas magnéticas, têm levado, nos últimos tempos, ao desenvolvimento de várias técnicas de realces de cenas que auxiliem ou destaquem certas informações à análise visual.

Dentre as técnicas disponíveis, a utilização de filtros digitais abre perspectivas principalmente nos campos do mapeamento geológico e da geologia estrutural, pela possibilidade da identificação de estruturas (refletidas nas imagens por lineações tonais, sombreamentos associados ao relevo, lineações de drenagens, etc), ser facilitada pelos realces direcionais obtidos através destes filtros.

### 2. Considerações Gerais Sobre Filtragens Digitais de Imagens

Basicamente, um processo de realce de uma cena por meio de uma filtração digital atua sobre as variações tonais, correspondentes aos diferentes níveis de cinza dos elementos constituintes da imagem ou "pixels". Estas variações tonais são passíveis de ser tratadas e analisadas através do conceito de frequência espacial da imagem digital.

Uma imagem digital é uma imagem que pode ser representada por uma função  $f(x,y)$ , que foi discretizada, i.é., só assume valores inteiros, tanto em coordenadas espaciais quanto em níveis de cinza.

Pode-se exprimir uma imagem digital na forma matricial (Fig.I), cujos índices das linhas e colunas identificam as coordenadas  $x$  e  $y$  do ponto na cena, e o valor correspondente do elemento da matriz identifica o nível de cinza ou tonalidade naquele ponto (256 níveis de cinza entre o preto e o branco numa imagem digital LANDSAT).

O conceito de frequência espacial de uma imagem é análogo ao de frequência temporal.

A Figura II exemplifica a representação de uma função digital periódica  $f$  de uma imagem, segundo uma dimensão espacial (comportamento de níveis de cinza ao longo de uma linha ou coluna na imagem).

$$\begin{matrix}
 & & & \rightarrow x \\
 & & & \\
 & & & \\
 \downarrow y & \begin{bmatrix} 30 & 40 & 15 \dots \\ 15 & 20 & 15 \dots \\ 16 & 18 & 20 \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots \end{bmatrix} & & & \\
 & & & & & 
 \end{matrix}$$

Fig. I - Representação matricial de uma imagem digital. O ponto  $X_2, Y_2$  possui um valor de cinza ou tonalidade igual a 20, para um canal  $n$ .

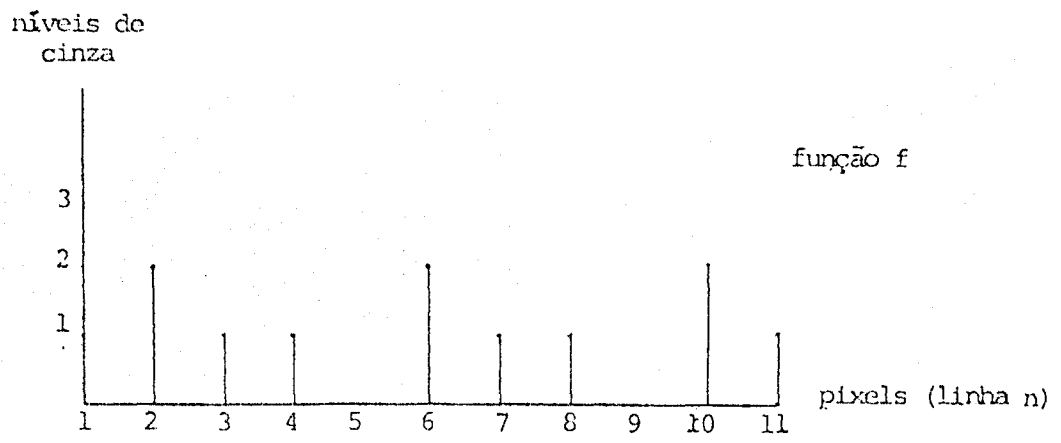


Fig. II

Esta função pode ser decomposta na somatória de, no mínimo, duas funções elementares  $f = f_1 + f_2$  (Figuras III e IV).

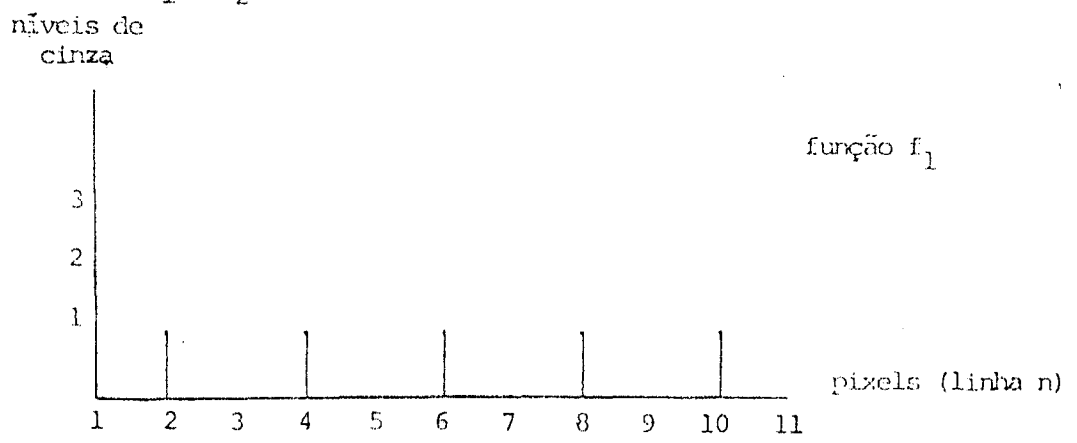


Fig. III

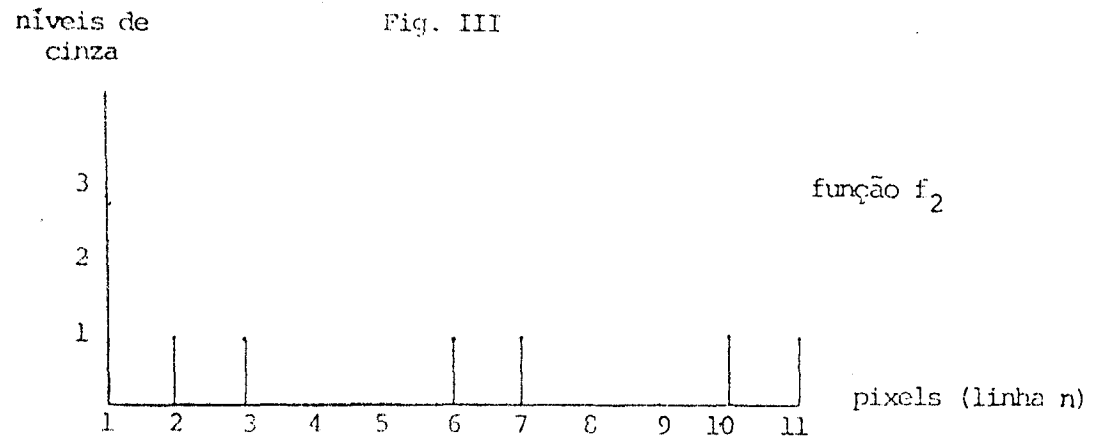


Fig. IV

A função  $f_1$  possui uma variação a cada "pixel", enquanto que a  $f_2$  varia a cada dois "pixels".

A função principal,  $f$ , é, deste modo, decomposta em duas componentes: uma de frequência mais alta e outra de frequência mais baixa.

As componentes de frequência mais alta, em uma imagem, estão associadas aos contrastes tonais da cena, responsáveis pela definição dos detalhes da imagem. Já as componentes de frequência mais baixa tenderiam a promover o sentido de homogeneidade de distribuição tonal da cena, que caracteriza espectralmente os objetos da imagem.

Deste modo, uma imagem com incremento de contraste pode, geralmente, apresentar um aspecto visual mais agradável da cena, existindo casos em que uma imagem bastante contrastada se presta mais a uma determinada análise visual.

Os filtros que diminuem as componentes de baixa frequência e aumentam as componentes de alta frequência são denominados de passa alta. Do mesmo modo, os filtros tipo passa baixa tenderiam a aumentar as componentes de baixa frequência e diminuir as de alta frequência.

No realce de linhas ou fotoestruturas, em imagens digitais, busca-se desenvolver filtros tipo passa alta que, por sua ação de incremento de contrastes, tenderiam a realçar lineações, que em imagens normais se expressariam de forma mais sutil, dificultando seu traçado pelo fotointérprete.

### 3. Filtros Digitais Disponíveis no Analisador Image-100

Existem, no INPE, implementados em "software", de fácil utilização pelos interessados, três tipos de filtros digitais, que se prestam à realização de realces de fotoestruturas segundo direções preferenciais (NE, NW, NS, EW, isotrópico), em imagens do LANDSAT. Todos estes filtros fazem parte de um conjunto mais amplo de opções para tratamento automático de imagens, disponível no Analisador Multiespectral Image-100.

Basicamente, estes filtros acarretam variações tonais em um "pixel" da cena original segundo a influência de seus "pixels" vizinhos. Esta maior ou menor influência será função de valores (positivos, nulos ou negativos) fornecidos pelo usuário e atribuídos ao "pixel" central e seus vizinhos, considerados segundo a configuração do filtro utilizado. É através da combinação destes valores de entrada, ou pesos, no programa de filtragem, que se promoverá um realce maior ou menor da cena, para qualquer canal do LANDSAT, e segundo direções preferenciais de interesse do usuário.

Em outras palavras, o valor de um ponto da imagem processada é função não somente do valor do ponto da imagem original correspondente (ou seja, na mesma posição relativa), mas também dos valores em nível de cinza de seus vizinhos, na imagem original. O valor de cada ponto processado é calculado por meio de uma média dos valores dos pontos vizinhos, definidos pela configuração escolhida, ponderada pelos respectivos pesos, fornecidos pelo usuário, no início do programa.

Uma operação normal de filtragem deste tipo, para qualquer canal do LANDSAT é efetuada em frações de minutos e a obtenção do "realce ótimo" estará a critério do fotointérprete, que acompanhe a operação.

Os resultados dos realces são documentados ou por fotografias convencionais, tiradas do vídeo de TV do Sistema Image-100, ou fornecidos pelas fotografias do conjunto DIOPED.

O produto final da fotointerpretação para uma área será a somatória de cada análise visual, realizada separadamente nestas fotografias, segundo as filtragens preferenciais realizadas.

A rotina de trabalho tem mostrado que os melhores resultados são obtidos quando se utilizam pesos negativos não muito elevados a fim de se evitar saturações nas imagens.

A tabela I apresenta a configuração destes filtros e fornece algumas

combinações de pesos, visando realces direcionais, obtidas da experiência de utilização deste tratamento.

Nas fotos 1 e 2 são mostradas as variações de efeitos visuais, obtidas através de uma filtragem quando comparada com a imagem original.

Uma avaliação sobre o desempenho e efeitos destes filtros, utilizando-se comparações com imagens originais, i.e., sem tratamentos de realce, e dados estruturais de campo, constitui um projeto de pesquisa sobre filtrações digitais em desenvolvimento no INPE, em São José dos Campos, SP.

Bibliografia

DUIRA, L.V. 1980. "Extração de atributos espaciais em imagens multiespectrais" Dissertação de Mestrado, INPE, São José dos Campos, 56 pag. (preliminar) (no prelo)

GENERAL ELECTRIC CO. 1975. "Image-100 interactive multiespectral image analysis system (user manual), Florida, USA.

PARADELLA, W.R.; LIU, C.C. e MENESES, P.R. 1980. "Análise de anomalias morfológicas através do Analisador Image-100" Projeto Planalto Arenítico-Basáltico, 3ª parte, Vol. II, IPT/SA, SP.

TABELA I

FILTRO DIGITAL I configuração		FILTRO DIGITAL II configuração		FILTRO DIGITAL III configuração	
A     B A D B C C D B D A B     A		D A A A B B B C B B B A A A D		D A D A B B B C B B B A D A D	
REALCES		REALCES		REALCES	
P/ NE	P/ NW	P/ NS	P/ EW	P/ NS	ISOTRÓPICO
A valores baixos e negativos	A valores nulos	A valores positivos	A valores baixos e negativos	A valores nulos	A valores baixos e positivos
B valores nulos	B valores baixos e negativos	B valores baixos e negativos	B valores baixos e positivos	B valores baixos e negativos	B valores baixos e negativos
C valores positivos	C valores positivos	C valores positivos	C valores positivos	C valores positivos	C valores positivos
D valores nulos ou positivos	D valores nulos ou positivos	D valores nulos	D valores baixos e negativos	D valores nulos	D valores baixos e negativos
Exemplo A=1 B=0 C=15 D=0	Exemplo A=0 B=1 C=15 D=0	Exemplo A=1 B=2 C=15 D=0	Exemplo A=2 B=1 C=10 D=1	Exemplo A=0 B=2 C=30 D=0	Exemplo A=1 B=2 C=28 D=2



Foto 1 - Imagem LANDSAT, canal 7, original da região da Ilha de São Sebastião (SP), ampliada no Image-100.



Foto 2 - Mesma cena anterior realçada por filtragem isotrópica no Image-100.

TABELA I

FILTRO DIGITAL I configuração		FILTRO DIGITAL II configuração		FILTRO DIGITAL III configuração	
A      B A D B D C D B D A B      A		D A A A B B B C B B B A A A D		D A D A B B B C B B B A D A D	
REALCES		REALCES		REALCES	
P/ NE	P/ NW	P/ NS	P/ EW	P/ NS	ISOTRÓPICO
A valores baixos e negativos	A valores nulos	A valores positivos	A valores baixos e negativos	A valores nulos	A valores baixos e positivos
B valores nulos	B valores baixos e negativos	B valores baixos e negativos	B valores baixos e positivos	B valores baixos e negativos	B valores baixos e negativos
C valores positivos	C valores positivos	C valores positivos	C valores positivos	C valores positivos	C valores positivos
D valores nulos ou positivos	D valores nulos ou positivos	D valores nulos	D valores baixos e negativos	D valores nulos	D valores baixos e negativos
Exemplo A=1 B=0 C=15 D=0	Exemplo A=0 B=-1 C=15 D=0	Exemplo A=1 B=-2 C=15 D=0	Exemplo A=-2 B=1 C=10 D=-1	Exemplo A=0 B=-2 C=30 D=0	Exemplo A=1 B=-2 C=28 D=-2