


1. Publicação nº <i>INPE-4310-PRE/1176</i>	2. Versão	3. Data <i>Agosto, 1987</i>	5. Distribuição <input type="checkbox"/> Interna <input checked="" type="checkbox"/> Externa <input type="checkbox"/> Restrita
4. Origem <i>DPI</i>	Programa <i>PREPRO</i>		
6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) <i>TRANSFORMAÇÃO IHS      FILTRAGEM DIGITAL</i> <i>REALCE DE COR          PROCESSAMENTO DE IMAGENS</i>			
7. C.D.U.: <i>621.376.5:728.33</i>			
8. Título <i>INPE-4310-PRE/1176</i>		10. Páginas: <i>07</i>	
"UTILIZAÇÃO DE TRANSFORMAÇÃO NO ESPAÇO DE CORES, CONTRASTE LINEAR E FILTRAGEM PARA REALCE DE IMAGENS COLORIDAS DIGITAIS"		11. Última página: <i>06</i>	
		12. Revisada por  <i>Nelson Mascarenhas</i> Nelson D. A. Mascarenhas	
9. Autoria  <i>Luciano Vieira Dutra</i> <i>Paulo Roberto Meneses</i>		13. Autorizada por  <i>Dr. Marco Antonio Raupp</i> Dr. Marco Antonio Raupp Diretor Geral	
Assinatura responsável 			
14. Resumo/Notas  <i>Neste trabalho apresentam-se alguns métodos de realce de cores em imagens digitais baseado em transformação para o espaço de variáveis perceptivas independentes: intensidade (I), matiz (H) e saturação (S). No espaço IHS são possíveis diversos processamentos como por exemplo manipulação de histogramas das componentes, filtragens, reamostragem, etc. A independência sob o ponto de vista de percepção visual dos parâmetros no espaço IHS leva ao melhor controle dos resultados e a obtenção de produtos visualmente convenientes para foto interpretação e representação.</i>			
15. Observações <i>Trabalho submetido para apresentação no X Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional, 21 a 25 de setembro de 1987, Gramado, RS.</i>			

UTILIZAÇÃO DE TRANSFORMAÇÃO NO ESPAÇO DE CORES,  
CONTRASTE LINEAR E FILTRAGEM PARA REALCE DE IMAGENS COLORIDAS DIGITAIS

Luciano Vieira Dutra  
Paulo Roberto Meneses

Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT  
Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE  
Caixa Postal 515 - 12201 - São José dos Campos - SP

RESUMO

Neste trabalho apresentam-se alguns métodos de realce de cores em imagens digitais baseado em transformações para o espaço de variáveis perceptivas independentes: intensidade (I), matiz (H) e saturação (S). No espaço IHS são possíveis diversos processamentos como por exemplo manipulações de histogramas das componentes, filtrações, reamostragem, etc. A independência sob o ponto de vista de percepção visual dos parâmetros no espaço IHS leva ao melhor controle dos resultados e a obtenção de produtos visualmente convenientes para foto interpretação e representação.

1 - INTRODUÇÃO

A extração das informações espectrais registradas pelos objetos nas diferentes partes do espectro eletromagnético, visando a identificação e discriminação visual dos alvos de interesse, depende primordialmente da forma de representação dos dados contidos nas imagens.

Normalmente, uma cor é associada a uma determinada banda de uma imagem de uma maneira um tanto empírica, isto é, sem que haja sido estabelecida uma relação entre os valores triestímulos dos monitores de TV com as cores naturais dos objetos presentes nas imagens as quais, observadas pelo analista, são definidas pelos valores triestímulos do olho humano, através de atividades eletroquímicas nos nervos e que transmitem a informação dos olhos ao cérebro. Estes valores, como um atributo da experiência visual do que é cor, são descritos por dimensões quantitativamente especificáveis e independentes de brilho (intensidade) matiz (*hue*) e croma (saturação). Isto posto, é necessário decompor as imagens em componentes de intensidade, *hue* e saturação (IHS) para que se possa dimensionar quantitativamente seus valores, de maneira a permitir ajustes individuais diretamente em cada componente. Nos monitores de TV, os ajustes

que são feitos nas cores, através dos potenciômetros de ganho e brilho, alteram simultaneamente os valores de intensidade, *hue* e saturação das imagens, distorcendo os valores espectrais correspondentes aos objetos da cena. O que interessa ao analista é que as informações contidas nas imagens sejam totalmente reproduzidas nos monitores de TV, de uma maneira balanceada, para que o intérprete possa compreender e explicar o fenômeno físico detectável na imagem.

Neste contexto, o presente trabalho aborda a aplicação da transformação IHS como um método mais efetivo para a manipulação de imagens coloridas. Os testes realizados consistiram na transformação IHS/RGB de bandas originais TM, com o objetivo de realçar a discriminação litológica. O processo básico é transformar a imagem RGB para o espaço IHS e nesse espaço realizar operações tais como filtragens e manipulação de histograma. A área tomada para ilustração do método é representativa das regiões de transições morfoclimáticas do cerrado com a caatinga situada na região sudoeste do Estado da Bahia.

## 2 - TRANSFORMAÇÃO IHS

Qualquer vetor de cores baseado nas cores primárias vermelho, verde e azul (RGB), pode ser representado alternativamente por três parâmetros independentes, os quais descrevem a cor em sua intensidade (I), matiz (H) e saturação (S).

As cores podem ser representadas por coordenadas polares ou triangulares mas mesmo assim variações dessas representações são possíveis. A representação por coordenadas polares (Pratt, 1978) (King et al., 1984) conduz a expressões mais complexas que as de coordenadas triangulares (Haydn et alii, 1982) usadas neste trabalho. A Figura 1 mostra uma relação gráfica entre RGB e IHS. Nesta figura H é definido por partes medindo-se na periferia do triângulo no sentido anti-horário e que tem valores que variam de 0 a 3. A saturação S é definida como 1 no vértice do triângulo e 0 no centro. As equações de 1 a 6 são definidas para o intervalo  $0 \leq H < 1$  e podem ser estendidas para o intervalo  $1 \leq H < 3$ .

$$I = R + G + B \quad (1)$$

$$H = (G - B)/(I - 3B) \quad (2)$$

$$S = (I - 3B)/I \quad (3)$$

$$R = \frac{1}{3} I(1 + 2S - 3SH) \quad (4)$$

$$G = \frac{1}{3} I(1 - 2S + 3SH) \quad (5)$$

$$B = \frac{1}{3} I(1 - S) \quad (6)$$

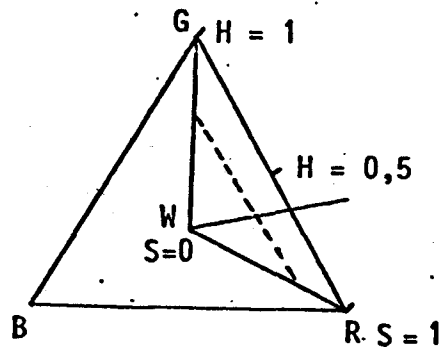


Fig. 1 - Representação IHS triangular.

As transformações no espaço IHS utilizado neste trabalho são os reescalamentos lineares e rotação de matiz definida na Figura 2. As rotações em H são definidas em graus, correspondendo então a variação de  $360^\circ$  para  $0 \leq H < 3$ . Seja  $\theta$  o ângulo desejado para a rotação do matiz; os novos valores para o matiz são dados pela equação 7.

$$S(h) = \begin{cases} h - d & d \leq h < 3 \\ h - d + 3 & 0 \leq h < d, \end{cases} \quad (7)$$

onde  $d = \frac{3 \cdot \theta}{360}$ .

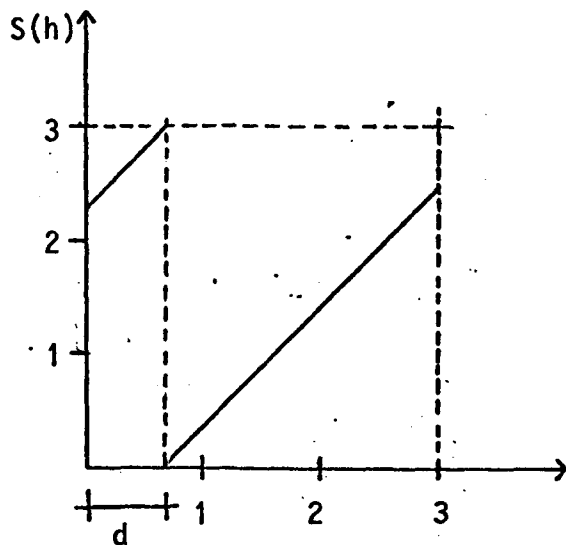


Fig. 2 - Rotação de matiz.

Filtros passa-alta ou passa-baixa podem ser utilizados na componente intensidade para aumentar ou diminuir o contraste local. Neste caso garante-se que o mesmo contraste espacial de brilho se dará em todos os canais RGB. Exemplos de filtros possíveis na Figura 3.

-1		1	-2	1	1	2	1	
-1	5	-1	-2	7	-2	2	3	2
-1		1	-2	1	1	2	1	
(a)		(b)		(c)				

Fig. 3 - Filtros passa-alta (a) e (b) e filtro passa-baixa (c).

Devido ao caráter circular da componente H não é possível aplicar os filtros nessa componente, mas pode-se aplicá-los na componente S com o cuidado de que a saturação não pode ser maior que 1 nem menor que zero, mas essa restrição é facilmente implementada, pois para imagens reais os programas elaborados já levam em conta a restrição física de que o brilho não pode ser negativo e são limitados superiormente pelo número de bits que representam o pixel.

O sistema de transformação IHS foi implementada no imageador I-100 pertencente ao Laboratório de Tratamento de Imagens Digitais (LTID), do Departamento de Processamento de Imagens do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) em São José dos Campos e consta de quatro módulos de soft-

ware. O primeiro módulo transforma a imagem colorida armazenada na memória do imageador I-100 para o espaço IHS usando as equações de 1 a 3. O segundo módulo realiza transformações lineares (reescalamentos lineares), somando-se "offsets" aos valores de entrada e alterando-se o ganho. O terceiro módulo realiza a rotação de matiz e o quarto módulo realiza as equações de 4 a 6 (transformação IHS inversa) para obter as componentes RGB processadas que voltam a ser expostas no monitor colorido do imageador I-100.

A Figura 4 apresenta o esquema do processo de realce de cores usando as transformações IHS onde RE é o módulo de reescalamento linear.

#### BANDAS ESPECTRAIS SELECIONADAS

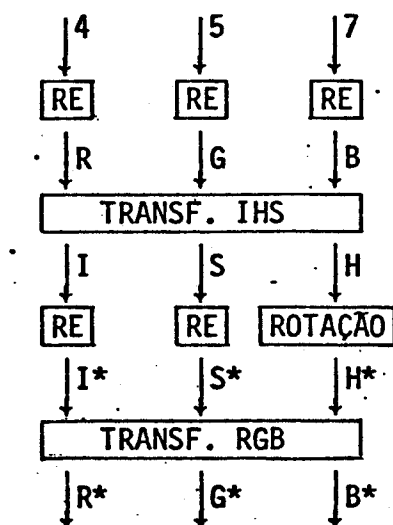


Fig. 4 - Processo de Realce de cores utilizando-se de transf. IHS (RE = Reescalamento).

### 3 - RESULTADOS

Os resultados foram realizados a partir de uma subcena TM, canais 4, 5 e 7, na escala 1:50.000 da região da Serra do Ramalho, sudoeste da Bahia, com o objetivo de testar o desempenho do método para realce de unidades geológicas. Os resultados mostraram que a manipulação adequada de histogramas tais como realce das componentes I, H e S; filtragem passa-alta da componente I, rotações do matiz, alternativamente modificam o balanço de cores dos alvos presentes na cena, tornando também as cores mais vivas e facilitando a fointerpretação visual.

Na Figura 5 vemos um particular exemplo dessa imagem já processada onde houve inicialmente a transformação para o espaço IHS. Depois a componente I foi reescalada do intervalo [32,96] para [0,255], o valor 0,25 foi somado à saturação e o matiz foi deslocada de  $+15^{\circ}$  fornecendo esse resultado que ressaltou nas diversas cores as diferentes unidades geológicas presentes na cena.

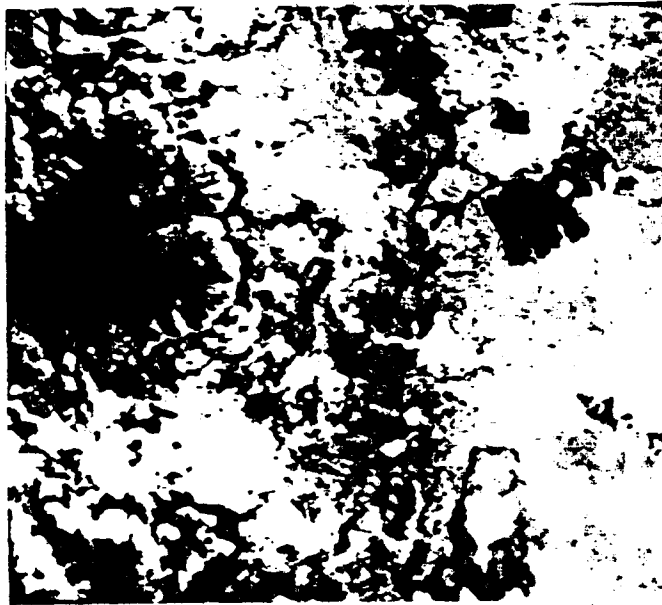


Fig. 5 - Imagem realçada por transformação IHS e manipulação de histograma.

#### 4 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- HAYDN, R.; DALKE, G.W.; HENKEL, J.; BARE, J.E. Application of the IHS color transform to the processing of multisensor data and image enhancement. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING OF ARID AND SEMI-ARID LANDS, 2th Thematic Conference, Cairo, Egypt. *Proceedings*. Environmental Research Institute of Michiganm Ann Arbor, Michiganm, 1982, p. 599-616.
- KING, R.W.; KAUPP, V.H.; WAITE, W.P.; MACDONALD, H.C. Digital color space transformations. In: INTERNATIONAL GEOSCIENCE APPLICATION REMOTE SENSING SYMPOSIUM. *Proceedings*. Strasbourg, August 1984, p. 649-654.
- PRATT, W.K. *Digital Image Processing*, Wiley, New York, 1978.