

# APLICAÇÃO DA TRANSFORMAÇÃO IHS PARA REALCE DE CORES EM IMAGENS LANDSAT

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, Brasil

## RESUMO

As composições coloridas de imagens multiespectrais, usadas em processamento digital são apresentadas em monitores de vídeo, onde a representação básica das cores se dá através das cores fundamentais verde, vermelho e azul. A percepção visual no entanto trabalha com combinações independentes destas cores fundamentais que são intensidade (I), matiz (H de *Hue*) e saturação (S), ou seja, é possível perceber cada um destes atributos de cor independentemente. Neste trabalho é apresentado um método de aumento de contraste de cores utilizando uma transformação para o espaço IHS e manipulando cada um desses componentes separadamente, de forma a obter um maior controle sobre o resultado da composição colorida gerada no monitor de vídeo. O procedimento básico utilizado é a manipulação do histograma dos componentes I, H e S, de modo a aumentar, diminuir ou deslocar o intervalo de valores possíveis dos componentes através de transformações lineares. Testes efetuados com a imagem TM da região da Serra do Ramalho (Bahia) mostraram que manipulações diferentes nos componentes como por exemplo, alterar I e S mantendo H inalterado, ou alterar I, H, e S, resultaram em diferentes realces de unidades litológicas anteriormente não-distinguidas nas composições coloridas dos canais originais, como também em um contraste de cor mais acentuado entre as diferentes unidades litológicas, o que permitiu maior facilidade na interpretação fotogeológica. A técnica de transformação de espaço de cores abre novas perspectivas na área de processamento de imagens, pois permite integrar dados de diferentes tipos de sensores, mesmo com resoluções diferentes, aproveitando-se da independência dos componentes I, H e S. O estudo terá continuidade na aplicação da transformação IHS com outros tipos de rotações espectrais.

## ABSTRACT

The multispectral color composite imagery, obtained by digital processing and displayed on video monitors through the combination of the fundamental colors-red, green and blue, consists in an efficient form of presentation. The visual or psychophysiologic perception of the brain to the stimulus of particular colors, tends to combine independently the quantitative components of the fundamental colors, the intensity (I), hue (H) and saturation (S), and so it is possible to perceive each one of these attributes of color, separately. In this work a method is presented to increase the contrast of the colors, using a transformation to the IHS coordinate which permit individual manipulation in each of these components, in order to obtain a better control about the color composite generated in the video display. The basic procedure is a manipulation of the histograms of the components - I, H and S, in order to increase, decrease or offset the range of possible values of the components, by linear transformations. Test of this procedure using LANDSAT-TM scene of Serra de Ramalho (BA) showed that different component manipulations resulted in different enhancements of lithologic units, formerly not distinguished in the original color composition, which allowed an easier photogeologic interpretation. The color space transformation opens new perspectives in Digital Images Processing, because it allows integration of different resolution and type of sensors data, using the I, H, e S mutual independency character. The study will continue by exploiting the application of IHS transformation combination with spectral rotation.

## 1. INTRODUÇÃO

Processamentos automáticos de imagens digitais multiespectrais, LANDSAT, SPOT ou similares, quando usados para maximizar o conteúdo e a qualidade da imagem para uma interpretação direta pelo analista (interpretação visual), têm-se mostrado como uma valiosa técnica para a extração dos dados às várias aplicações de pesquisa de recursos naturais. A extração das informações espectrais registradas pelos objetos nas diferentes partes do espectro eletromagnético, visando a identificação e discriminação dos alvos de interesse, depende primordialmente da qualidade de representação dos dados contidos nas imagens. Um dos métodos mais comuns e que tem demonstrado maior efetividade no realce das informações, é a reconstituição de cores das imagens, obtida pelo processo aditivo da combinação de três cores básicas com três diferentes bandas espectrais. Tal codificação de cores é denominada codificação RGB e se refere aos valores triestímulos associados aos monitores coloridos de TV, e que correspondem às intensidades de energia total gerada pelos canhões de elétrons no tubo de imagem para cada cor básica.

Neste processo, 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 interprete 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 reprodução de imagens coloridas. Dado o caráter inicial da pesquisa, os testes realizados consistiram unicamente na transformação IHS/RGB de bandas originais TM, com o objetivo de realçar a discriminação litológica. 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. A pesquisa está tendo continuidade com outras áreas testes e com a aplicação do método na combinação de ima-

gens originais com imagens *ratio* e componentes principais, e na combinação de imagens de sensores de diferentes resoluções espaciais.

## 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 alii, 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  $1 \leq H < 3$ .

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

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

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

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

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

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

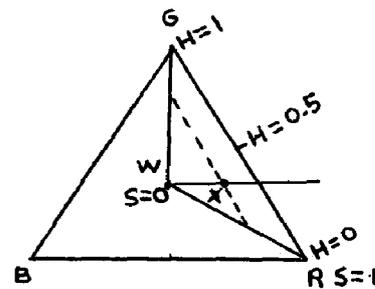


Fig. 1 - Representação IHS triangular.

A 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 três módulos de software. 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 nas componentes I, H e S separadamente, somando-se

offsets aos valores dos parâmetros e alterando-lhes o ganho. O terceiro módulo realiza as equações de 4 a 6 (transformações IHS inversa) obtendo-se como retorno as componentes RGB que vão a ser expostas no monitor colorido do imageador I-100.

### 3. RESULTADOS

Dois experimentos foram realizados a partir de uma subcena TM na escala 1:50.000, da região da Serra do Ramalho, sudoeste da Bahia, com o objetivo de testar o desempenho da transformação IHS no realce de unidades litológicas. Uma composição colorida, de combinação normal RGB das bandas originais 4, 5 e 7, (Figura 2), mostra com um bom contraste a separabilidade, nos perfis rochosos, das rochas calcárias (ponto A na Figura 2) com as rochas dolomíticas (B), da unidade de calcário negros (C) com os tabuleiros areníticos (D). Porém, na região aplainada, formada de solos e afloramentos arrasados de rochas carbonáticas/pelíticas, os alvos geológicos confundem-se e impedem uma discriminação das unidades litológicas.

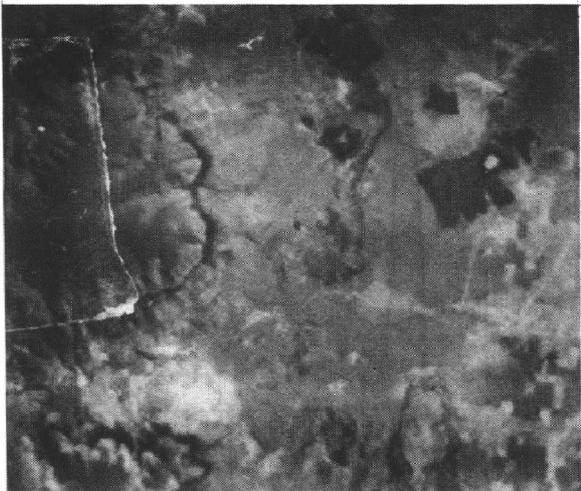


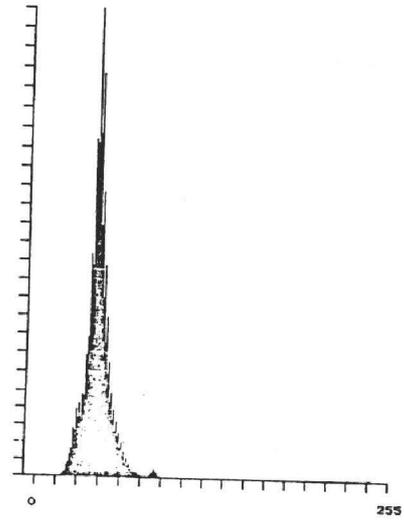
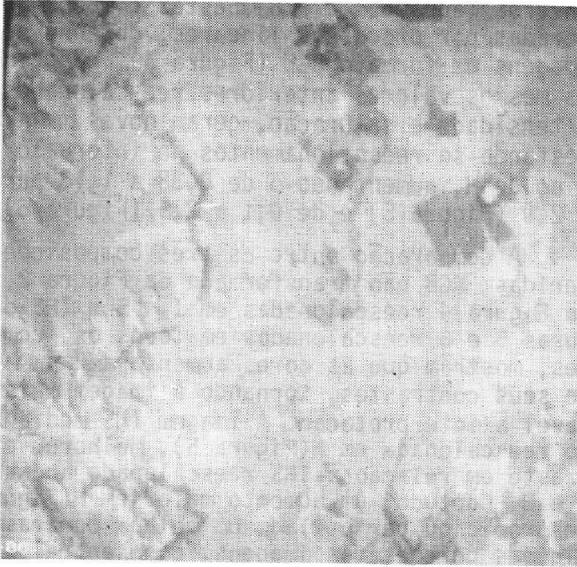
Fig. 2 - Composição colorida RGB normal bandas 4, 5 e 7 TM, região da Serra Ramalho, (BA).

Procurando obter um melhor realce da cena, no primeiro experimento foi inicialmente realizada a transformação IHS a partir das bandas originais TM 4, 5 e 7, gerando os componentes individuais, intensidade (I), *hue* (H) e saturação (S). As imagens destes componentes e seus respectivos histogramas são mostradas na Figura 3. O componente I que ocupava um intervalo de nível de cinza de 15 a 90 foi reescalado linearmente para ocupar o intervalo de nível 0 a 255, com a intenção de realçar as áreas de baixo albedo; o componente S que ocupava o intervalo de 0,18 a 0,9 foi também reescalado linearmente para ocupar o intervalo de 0,5 a 1,0, com o objetivo de aumentar a saturação e tornar as cores mais vivas. Este reescalamento em S é aconselhável para diminuir na imagem as áreas com alto albedo especular; o componente H, que ocupava um intervalo de 0,38 a 1,13, como teste não foi alterado inicialmente, para se poder ter uma melhor apreciação dos parâmetros I e S na transformação. Em seguida, aplicou-se a transformação IHS

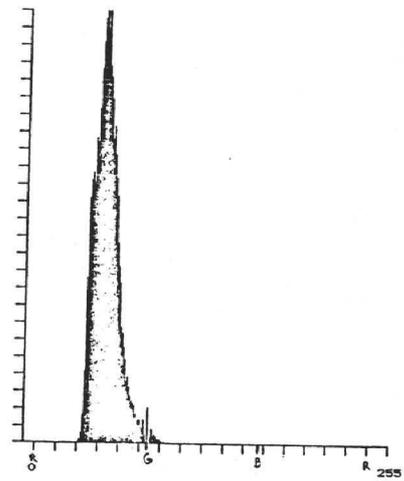
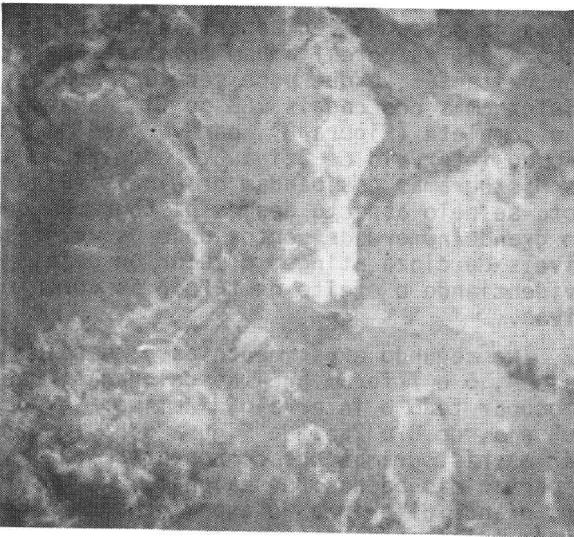
inversa (equações 4 a 6) nestas componentes alteradas por processos lineares, obtendo-se as imagens em formato RGB (Figura 4). Mantendo-se os mesmos valores anteriores reescalados, de intensidade e saturação, geram novas imagens RGB testando-se reescalamentos no intervalo dinâmico de H, aumentando-o de 0,38 a 1,13 para 0,1 a 2,0 (Figura 5) e de 0,1 a 2,5 (Figura 6).

A comparação entre as três composições coloridas, RGB não transformada da Figura 2, IHS da Figura 4 reescaladas em I e S e IHS das Figuras 5 e 6 reescaladas em todos os componentes, mostram que as cores aumentaram sensivelmente seus contrastes, tornando a imagem mais agradável à interpretação. A imagem IHS medianamente reescalada em H (Figura 5), melhorou o contraste em relação à IHS reescalada apenas em I e H. Contudo, um aumento maior em H (Figura 6) se propiciou por um lado um melhor contraste em algumas porções das imagens, como entre os pavimentos calcários (A) e os pavimentos dolomíticos (B), por outra gerou certas confusões específicas entre parte do pavimento calcário com os tipos de solos da região aplainada (ponto C na Figura 6). As cores também mostraram-se mais contrastantes, o que pode ser verificado pelos histogramas dos canais RGB ao fim da transformação completa (Figura 8), para o caso da ampliação do intervalo de 0,1 a 2,5 comparando-se com os histogramas das bandas originais (Figura 7). Nota-se pelo aspecto desses histogramas que há um grande número de pontos onde os valores dos níveis de cinza atingem o valor ou seja, 255, evidenciando o efeito de tornar as cores mais vivas.

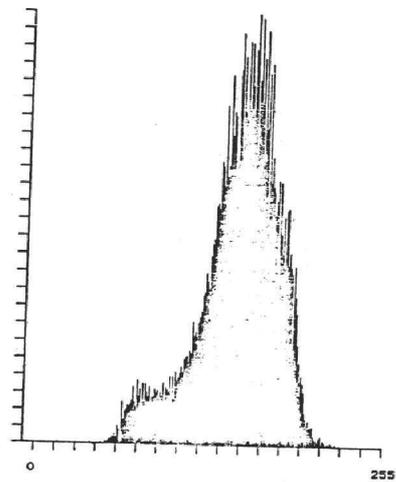
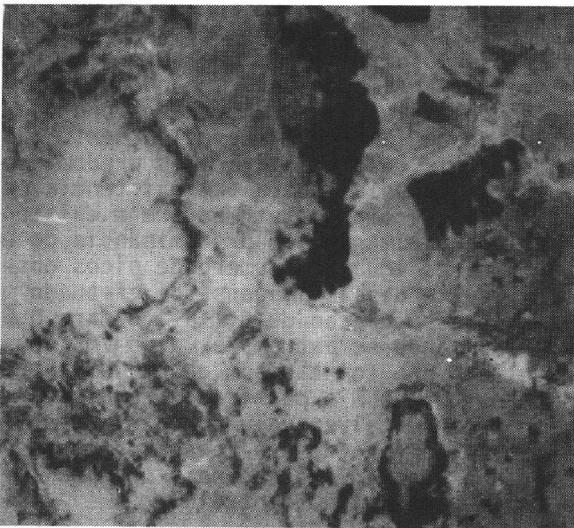
No segundo experimento as bandas TM originais 4, 5 e 7 foram pré-reescaladas e passaram a ocupar todo o intervalo dinâmico disponível ou seja, de 0 a 255. Na Figura 9 podemos observar os histogramas dos componentes IHS gerados a partir das bandas reescaladas. Observa-se uma grande diferença no aspecto da componente H agora multi-modal e ocupando todo o intervalo possível. No caso do primeiro experimento podemos observar que a componente B (39 canal/Figura 7) ocupava sempre níveis menores que as outras componentes e a componente R níveis intermediários. Isso fazia com que a imagem tivesse cor predominantemente verde, o que se reflete no acúmulo do histograma em torno dos pontos de verde. Quando se faz o pré-reescalamento das bandas originais, não existirá mais predominância de uma cor sobre as outras. A existência de vários picos na componente H sugere a existência de regiões na imagem com predominância de um número de cores igual ao número de picos observados. O realce dessas imagens foi efetuado reescalando a saturação de 0,1 a 1,0 para 0,5 a 1,0. Realizando-se a transformação IHS inversa, o resultado não foi tão bom quanto um realce discreto sobre o H a partir dos canais originais, em parte talvez pelo aumento excessivo da saturação e o fato do pré-reescalamento alterar o ganho e a média dos canais originais de uma certa maneira sem controle.



(a) Foto e histograma componente I



(b) Foto e histograma componente H



(c) Foto e histograma componente S

Fig. 3 - Canais IHS e respectivos histogramas

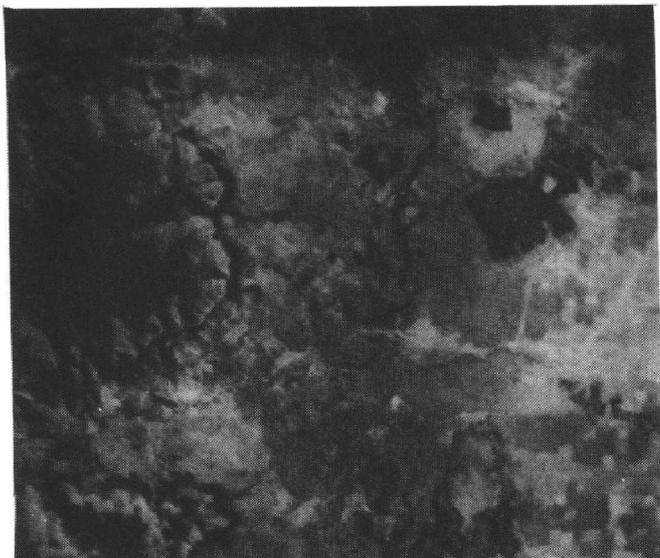


Fig. 4 - Imagem realçada em I e S

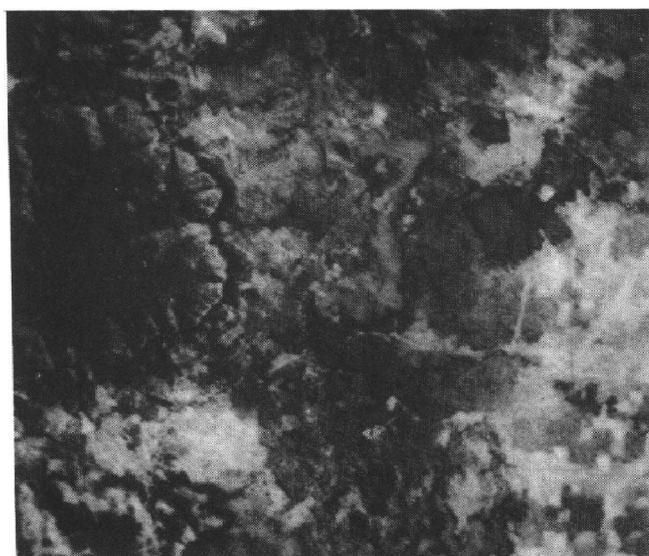


Fig. 5 - Imagem realçada em I, H e S

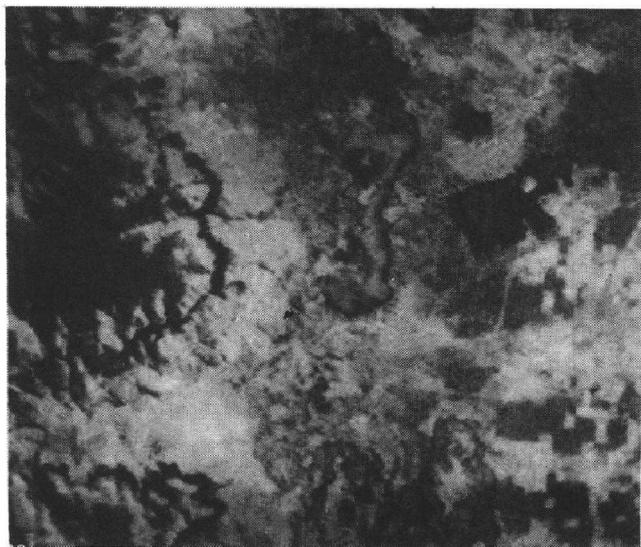
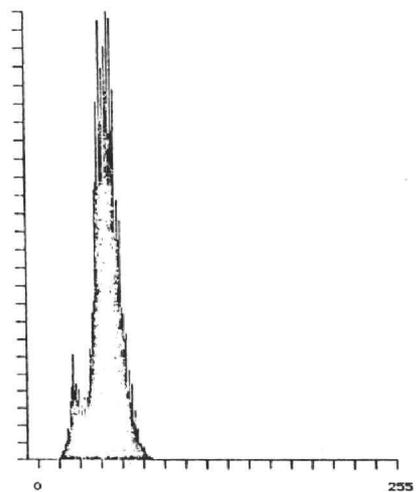
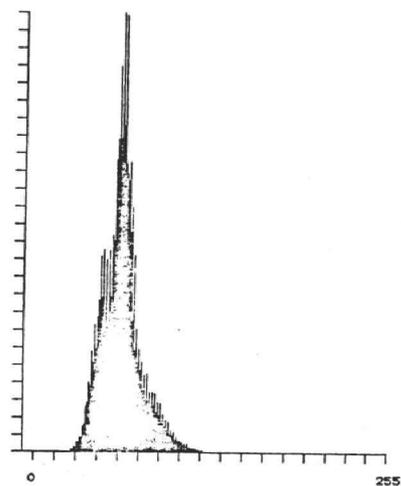


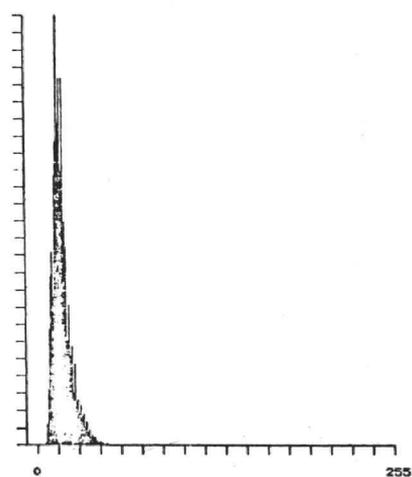
Fig. 6 - Imagem realçada em I, S e maior variação em H



(a) TM 4 original (R)

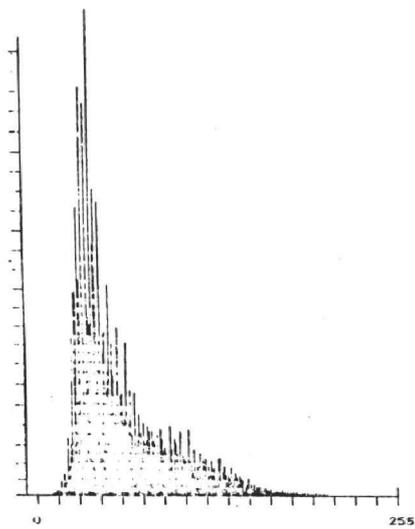


(b) TM 5 original (G)

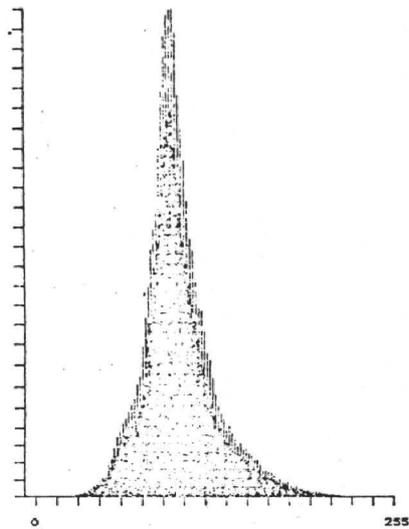


(c) TM 7 original (B)

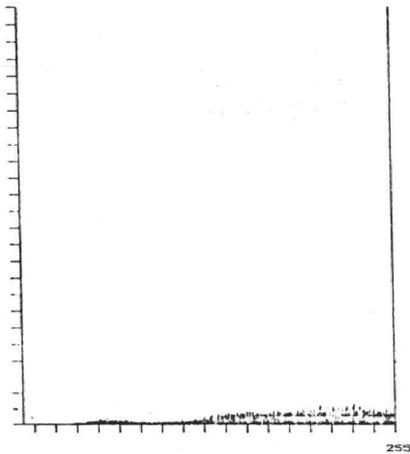
Fig.7 Histogramas das componentes RGB originais



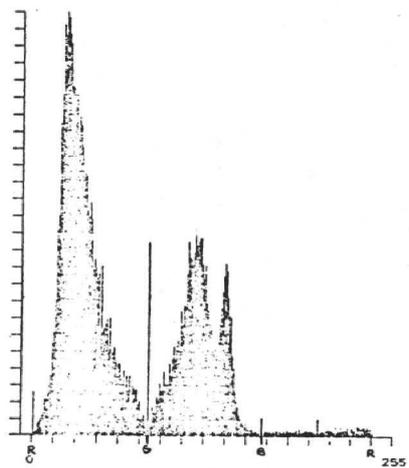
(a) R



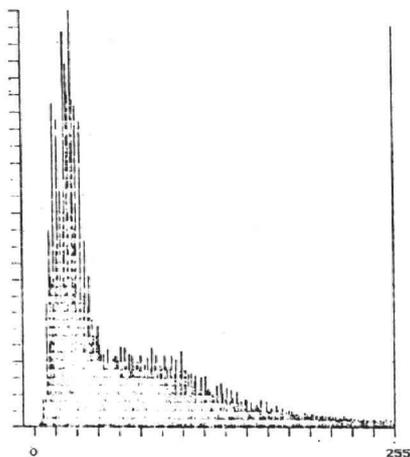
(a) componente I



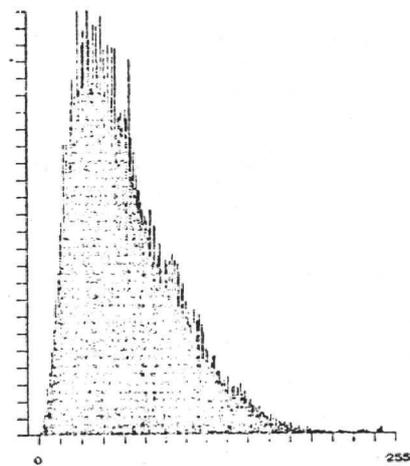
(b) G



(b) componente H



(c) B



(c) componente S

Fig. 8 - Histograma das componentes RGB realçadas

Fig. 9 - Histograma das componentes IHS geradas a partir de bandas rescalonadas

Resultados mais recentes sugerem que se faça inicialmente um ajuste de médias, fazendo-os coincidir entre as componentes RGB, e além disso não aumentar excessivamente os níveis mínimos de saturação. Os resultados demonstravam o ótimo potencial de realce de cor do método comparando-se com os métodos tradicionais de reescalonamento linear.

De modo geral, conclui-se que é mais conveniente alterar inicialmente apenas o componente I e a componente S e partir dos resultados obtidos, utiliza a opção de modificar também o H se necessário.

A independência do ponto de vista de percepção visual entre os componentes I, H e S sugere a utilização conjunta de dados de natureza diferente, tais como dados espaciais de medida geográficas, atributos espaciais, etc.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- HAYDN, R.; DALKE, G.W.; HENKEL, J.; BARE, J.E. Application of the EAS 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 Michigan Ann Arbor, Michigan, 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*, Niley, New York, 1978.