

IHS: Uma Técnica de Processamento Digital para a Integração de Dados de Geofísica e de Sensoriamento Remoto

SILVIA BEATRIZ ALVES ROLIM*/UNIV. DO VALE DO PARAÍBA, WALDIR RENATO PARADELLA/INPE

ABSTRACT

This paper discusses the IHS transformation on the digital integration of remote sensing (Landsat-TM) and geophysical (magnetometry) data. The geophysical data were converted to a black and white digital image and subsequently, integrated with TM-images in the IHS space, in order to improve a better correlation between geological and geophysical information. The final product provided additional information on the textural and topographical features (principal components), "colored" by the magnetic patterns.

INTRODUÇÃO

Existe um acervo de dados indiretos (de satélites, de radares, geofísicos, topográficos, etc) que cobre parte do território brasileiro e que muitas vezes não é explorado em todo o seu potencial. A sua disponibilidade, aliada a algumas restrições existentes (financeiras e de infraestrutura) conduzem a um estado da arte, cada vez mais, direcionado ao uso de técnicas de processamento digital de imagens (PDI) e de sistemas de informações geográficas (SIG) como opções para a manipulação integrada destes dados.

Com base nestes aspectos, o objetivo deste trabalho é apresentar a transformação IHS como técnica de realce e integração de dados geofísicos e de sensoriamento remoto como subsídio à pesquisa geológica.

O SISTEMA VISUAL HUMANO E O PROCESSAMENTO DIGITAL DA IMAGEM

A principal característica da visão colorida é a sua natureza tricromática, ou seja, a sua formação pela adição conjunta das cores azul, verde e vermelha (espaço RGB), conforme definido pela Comissão Internationale de l'Eclairiage (CIE) em 1931 (Gonzalez e Wintz, 1977).

Uma representação geométrica do espaço RGB encontra-se na Figura 1, onde uma cor qualquer é especificada em um cubo, pelas suas coordenadas. Observa-se que na origem dos três eixos há ausência de cor e que, adicionando iguais porções de vermelho, verde e azul, formam-se diferentes níveis de cinza, cada vez mais claros, até atingir a cor branca. Outros modelos podem representar o espaço RGB como, por exemplo, o modelo Hexacone (Smith, 1978), entre outros.

Outra característica de igual importância é o fato de que a cor pode ser representada por três parâmetros independentes do ponto de vista da percepção visual: intensidade, matiz (hue) e saturação. Isto significa que, dado um certo objeto colorido, o observador humano pode discorrer sobre tais atributos, relacionando-os diretamente com o objeto. Estes atributos formam o denominado espaço IHS.

Desta forma, intensidade (I) está relacionada às tonalidades de cinza, ou seja, é uma função da energia luminosa total que chega aos olhos; matiz (H) é a

sensação de cor relativa ao comprimento de onda dominante; e saturação (S) é o índice relativo de pureza da cor.

Os modelos de percepção visual da cor são particularmente importantes em sensoriamento remoto. Eles permitem a aplicação de técnicas de PDI por meio da manipulação individual destes atributos de intensidade, matiz e saturação, possibilitando o realce da informação visual das imagens pictóricas.

MODELOS DE TRANSFORMAÇÃO IHS

Dado que a cor pode ser descrita por dimensões quantitativamente especificáveis e independentes, de intensidade, matiz e saturação, faz-se necessário relacionar estes três atributos com o espaço RGB, a fim de possibilitar a manipulação de composições coloridas de imagens pictóricas (espaço RGB) no domínio da imagem digital (espaço IHS).

Existem vários modelos de transformação do espaço RGB para o IHS. Um exemplo é o modelo utilizado por Haydn et al (1982) que utilizaram coordenadas triangulares para relacionar os dois espaços (Figura 2), de onde deduziram as seguintes equações de transformação para o intervalo $0 < H \leq 1$.

Transferência do RGB para o IHS:

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

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

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

Transferência do IHS para o RGB:

$$R = 1/3I(1 + 2S - 3HS) \quad (4)$$

$$G = 1/3I(1 - S + 3HS) \quad (5)$$

$$B = 1/3I(1 - S) \quad (6)$$

MANIPULAÇÕES NO ESPAÇO IHS

Uma vez que não se pode interpretar adequadamente as manipulações no espaço RGB, do ponto de vista de mecanismos de percepção da cor, parte-se para o sistema IHS, onde as cores são representadas de maneira controlada pelos seus atributos perceptivos, através da manipulação dos componentes cromáticos e acromáticos das imagens.

Alguns trabalhos de interpretação em imagens orbitais são realizados com composições coloridas geradas pela combinação de três bandas multiespectrais, nos canais vermelho, verde e azul (espaço RGB) dos monitores de vídeo. O algoritmo da transformação IHS permite, ao se inserir as três bandas de uma imagem nos respectivos canais R, G e B, a determinação dos atributos de intensidade, matiz e saturação de cada imagem. Posteriormente, pode-se realizar várias transformações de forma controlada e voltar novamente ao espaço RGB. A Figura 3 mostra, de maneira esquemática, a transformação do espaço RGB em IHS, as manipulações neste espaço e a volta ao espaço RGB.

Vários trabalhos foram realizados, utilizando-se as técnicas de transformação IHS, com o objetivo de discriminar diferenças litológicas difíceis de serem realçadas no espaço RGB e/ou de

integrar diferentes tipos de dados. Entre os vários trabalhos, alguns serão aqui destacados.

Harding e Forrest (1989) substituíram o componente I por dados do TM-Landsat e o componente H, de acordo com dados de geofísica (dados de magnetometria e de gravimetria) e de geoquímica (dados pontuais de sedimento de corrente). À componente S foi dado um valor constante, em função da maior dificuldade de se reconhecer as variações de saturação nestes testes. As imagens resultantes permitiram sugerir novas áreas potenciais de mineralização, através de observações das inter-relações entre lineamentos regionais e locais, rochas graníticas subsuperficiais e valores geoquímicos anômalos.

Harris (1991) integrou dados de sensoriamento remoto (Radar e TM-Landsat), de geofísica (magnetometria e gamaespectrometria) e temáticos (mapas geológicos e de classificação), utilizando o domínio IHS. Foram geradas composições coloridas com dados do TM e dados geofísicos, onde a intensidade foi substituída por dados de Radar, resultando em combinações excelentes para mapear, particularmente, granitos e padrões estruturais regionais (dados gamaespectrométricos).

Rolim (1992) realizou uma avaliação qualitativa na integração digital de dados de sensoriamento remoto (TM-Landsat) e de geofísica (magnetometria) na área do Pojuca, Serra dos Carajás. Para realizar esta integração, os dados geofísicos fornecidos pela Companhia de Pesquisas e Recursos Minerais - CPRM (perfis de voo posicionados de direção N-S, corrigidos em coordenadas UTM, do

Projeto Geofísico Brasil-Canadá de 1978) foram convertidos em grades regulares, com um espaçamento de 30 metros e, posteriormente, para imagens digitais em preto e branco, com o auxílio do algoritmo de interpolação Spline Cúbico (Figura 4). Estas imagens foram integradas com as imagens TM no espaço IHS, com o objetivo de promover uma melhor visualização das correlações existentes entre as informações. A transformação IHS combinou a primeira componente principal da seis bandas utilizadas do TM (canal I) e a imagem de magnetometria (canal H). O produto final forneceu informações adicionais, principalmente, em relação às feições texturais e topográficas (componente principal) "coloridas" pelos padrões magnéticos da área, mascaradas pela cobertura vegetal do ambiente tropical (Figura 5).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso da transformação IHS como técnica digital de realce e integração de diferentes tipos de dados apresentou um grande potencial como subsídio ao mapeamento geológico básico. A visualização dos dados de magnetometria em níveis de cinza e/ou integrados à dados de sensoriamento remoto auxilia a extração das informações presentes, uma vez que o olho humano percebe melhor as variações de níveis de cinza ou de matizes, do que mapas de isolinhas.

Em adição, é importante mencionar que qualquer técnica, seja a fotorinterpretação, o PDI, etc, fica limitada quando utilizada isoladamente.

Cabe ao geólogo manipular de forma adequada todas as informações disponíveis. Neste sentido, o tratamento e a integração de dados multidisciplinares mostraram-se dinâmicos e eficientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Gonzalez, R.C.; Wintz, P. Digital image processing. Reading, MA, Addison-Wesley, 1977. 431 p.

Harding, A.E. ; Forrest, M.D. Analysis of multiple geological datasets from the English Lake District. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 27(6): 732-738, Nov. 1989.

Harris, J. Mapping of regional structure of Eastern Nova Scotia using remotely sensed imagery: implications for regional tectonics and gold exploration. Canadian Journal of Remote Sensing, 17(2):122-135, apr., 1991.

Haydn, R.; Dalke, G.W.; Henkel, J.; Bare, J. Application of the IHS color transform to the processing of multisensor data and image enhancement. In: Intern. Simp. on Rem. Sens. of Arid and Semi Arid Lands, Thematic Conference, 2., Cairo, Egypt. Proceedings. ERIM, Ann Arbor, MI, 1982, p. 599-616.

Mather, P.M. Computer processing of remotely sensed images. Chichester, John Willey and Sons, 1987. 352 p.

Rolim, S.B.A. Avaliação do uso da transformação IHS na integração de dados geofísicos (aeromagnetometria) e de sensoriamento remoto (TM-Landsat) para a investigação geológica na área do Pojuca (Serra dos Carajás, PA). Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, 1992. No prelo.

Smith, A.R. Color gamut transform pairs. Proceedings of Computer Graphics, 12:12-19, Aug. 1978.

Wu, C. Adequate sampling in magnetic survey, the resolution of closely-spaced sources and their importance to data processing, image-enhancement techniques and interpretation. Unpub MSc thesis. ITC, Delft. 1991.

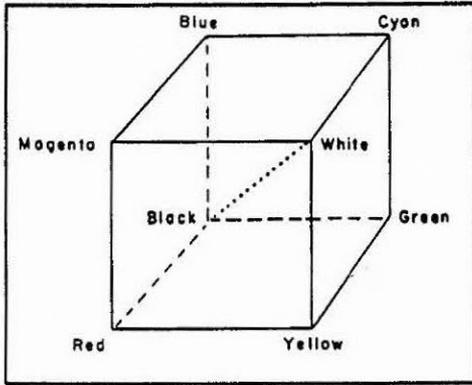


Fig. 1 - Representação geométrica do espaço RGB.
 FONTE: Mather (1987).

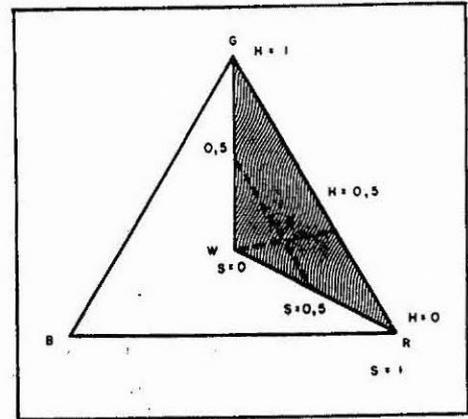


Fig. 2 - Representação triangular do espaço IHS.
 FONTE: Haydn et al. (1982).

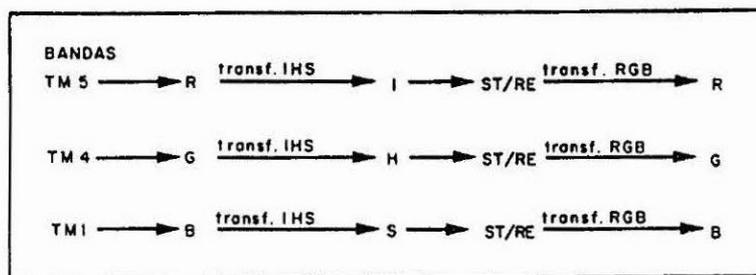


Fig. 3 - Transformação do espaço RGB para o espaço IHS e o retorno ao RGB, após as substituições (ST) e/ou os reescalamentos (RE).

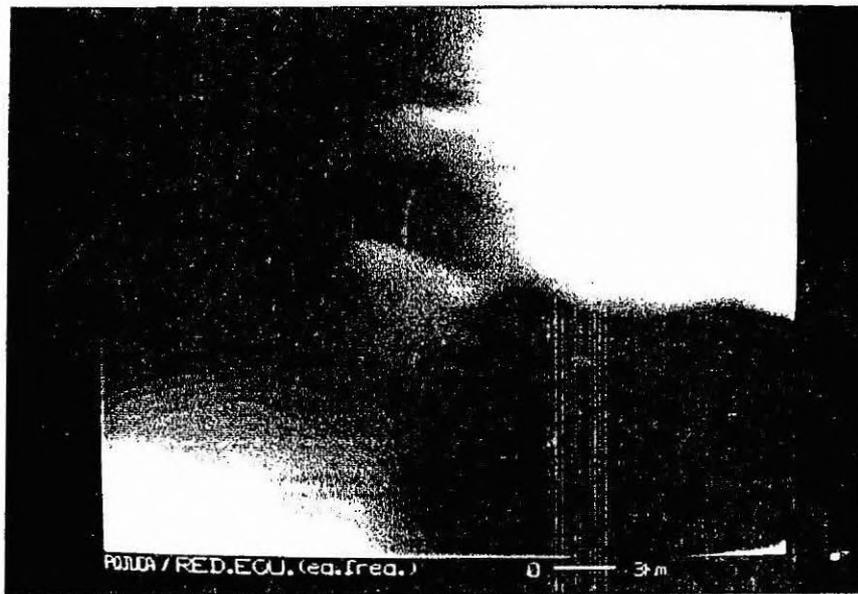


Fig. 4 - Imagem de magnetometria, realçada por equalização de frequência.
FONTE: Rolim (1992).

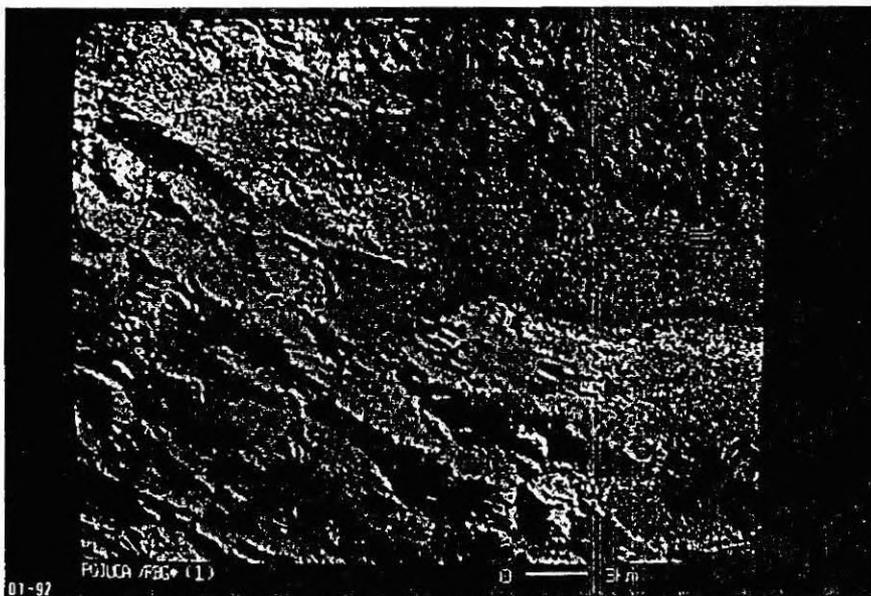


Fig. 5 - Produto final da transformação IHS (integração dos dados de sensoriamento remoto e de magnetometria).
FONTE: Rolim (1992).