

ARTIGO TÉCNICO

ÁREA: PROCESSAMENTO DE IMAGENS: SENSORIAMENTO REMOTO

"UTILIZAÇÃO DE TRANSFORMAÇÃO IHS PARA INTEGRAÇÃO DE IMAGENS DE DIFERENTES RESOLUÇÕES: ESTUDO DO USO DO SOLO URBANO"

Luciano Vieira Dutra

Celina Foresti

Paulo Roberto Meneses

Maria de Lourdes Neves de Oliveira Kurkdjian

Instituto de Pesquisas Espaciais-INPE

Caixa Postal 515 - 12201 - São José dos Campos - SP - Brasil

SUMÁRIO

Dados de sensoriamento remoto têm se tornado fontes valiosas para a interpretação de recursos naturais e uma das aplicações que tem se destacado nos últimos anos refere-se à realização de estudos urbanos. Contudo, a foito interpretação de imagens requer uma forma ótima de apresentação dos dados, especialmente em monitores coloridos de sistemas de processamento de imagens. Atualmente, as técnicas de processamento de imagens evoluem no sentido de trazer cada vez mais um maior número de sistemas sensores de resoluções e características espectrais distintas. Transformações no espaço de cores (Transformações IHS), como técnicas convenientes para integrar dados de sensores de resoluções distintas, descrevem as cores em termos de variáveis perceptivas independentes I (intensidade), H ("hue" = matiz) e S (saturação). As cores descritas nesse espaço podem ser manipuladas pelo pesquisador de uma forma mais compreensível e controlada. Neste trabalho é apresentada uma maneira de aplicar a transformação IHS para preparar uma imagem colorida com resolução de 10m, utilizando-se a banda pancromática do SPOT e as bandas 4, 3 e 2 do TM - LANDSAT, para levantamento do uso do solo urbano. A área escolhida para teste é o Bairro Alfaville em Barueri, um dos municípios da Região Metropolitana de São Paulo. A técnica de processamento, utilizada para a integração de imagens pancromáticas SPOT com cores do TM-LANDSAT, melhorou o realce visual das imagens originais e possibilitou uma análise mais detalhada da estrutura urbana da área teste. Assim, foi possível através da observação dos padrões texturais, forma e dimensão dos alvos, elementos estes obtidos especialmente pela resolução espacial da imagem pancromática SPOT, inferir usos diferenciados como setores residenciais, comerciais e industriais. A associação com as cores das imagens TM, permitiu avaliar de modo mais preciso as áreas arborizadas intra-urbanas, como também, identificar novas áreas incorporadas ao tecido urbano, o sistema viário e as grandes instalações industriais.

1 - INTRODUÇÃO

No conjunto das aplicações de dados de sensoriamento remoto orbital aos estudos urbanos que vem sendo realizados a nível nacional e internacional, um tema de interesse aos planejadores diz respeito ao mapeamento do uso do solo urbano.

Conforme Lindgren (1974), o mapeamento do uso do solo é um documento fundamental para fins de planejamento urbano pois proporciona uma ilustração abrangente de como o solo está sendo utilizado.

No entanto, a composição extremamente complexa deste espaço, com posto de alvos com funções diversas, de pequenas dimensões, e constituídos de diferentes elementos, tem dificultado a tarefa de identificar o uso do solo presente nas cidades e sua distribuição espacial, a partir de dados orbitais.

As resoluções espacial e espectral dos sistemas sensores orbitais em operação até 1984 não permitiam que os resultados dos estudos do uso do solo urbano fossem consideradas satisfatórios para, a nível operacional, serem utilizados para os propósitos de planejamento. Isto porque no processo de mapeamento só era possível a obtenção de classes amplas de uso.

Os sensores remotos orbitais de 2ª geração têm se mostrado, cada vez mais, adequados a estudos urbanos, em função do aumento do poder de resolução espacial, espectral e radiométrica dos mesmos.

O primeiro deles, o Mapeador Temático (TM), a bordo dos satélites LANDSAT 4 e 5, opera simultaneamente, em 7 bandas espectrais, 6 com resolução espacial equivalente a 30m (bandas do visível e infravermelho refletido) e um com resolução espacial de 120m (banda do infravermelho termal).

A melhora da resolução espacial e da discriminação espectral dos dados TM-LANDSAT, comparativamente dos dados do sensor MSS, reduz sensivelmente a proporção de pixels mistos e facilita a identificação de tipos de uso do solo registrados nestes dados. Acrescenta-se a esta particularidade a maior fidelidade geométrica destes dados que permitem o reconhecimento das formas de certos alvos urbanos.

A partir de 1986, os sensores HRV a bordo do satélite SPOT operam em dois tipos de imageamento: o multiespectral e o pancromático, com resoluções espaciais respectivamente de 20m e 10m.

Os dados orbitais do sistema TM-LANDSAT apresentam características sensivelmente diferentes dos dados pancromáticos HRV-SPT. Enquanto os primeiros permitem novas possibilidades de análise multibanda, os dados pancromáticos do SPOT contribuem com seu maior poder de resolução espacial possibilitando os estudos referentes à estruturação do espaço intra-urbano, caso do mapeamento do uso do solo das cidades.

Além disso, uma característica de grande potencialidade, para estudos do uso do solo urbano, dos sistemas LANDSAT e SPOT é a disponibilidade de fitas compatíveis com computador (CCT). Essas fitas permitem que grande quantidade de dados fornecidos por estes sistemas seja analisada de modo mais eficiente através do processamento automático. Assim é possível através da análise digital de dados, ampliá-los a escalas compatíveis com o estudo de áreas urbanas, e combinar produtos de diferentes tipos de sensores através de registro de imagens.

Aos dados digitais é possível também a aplicação de técnicas de processamento automático de realce que melhoram a qualidade original dos produtos e facilitam o processo de interpretação da imagem.

O propósito deste trabalho é o de obter um produto fotográfico de imagens digitais que aproveite as vantagens da análise multibanda do sensor TM e a vantagem do poder de resolução espacial do sensor SPOT pancromático através da aplicação de técnicas automáticas de realce e registro de imagens.

Mais especificamente, neste trabalho foi empregada a técnica de transformações no espaço de cores (transformações IHS) para produzir, com a integração de dados TM/LANDSAT e HVR/SPOT, uma imagem colorida com resolução de 10 metros.

O objetivo final é testar a potencialidade desta técnica para gerar melhores produtos fotográficos para o estudo do uso do solo urbano.

Foi escolhida como área teste o bairro de Alfaville, no município de Barueri, na Região Metropolitana de São Paulo.

## 2 - DESCRIÇÃO DO MÉTODO EMPREGADO

Qualquer vetor de cores baseado nas cores primárias vermelho, verde e azul (RGB) pode ser representado alternativamente por três parâmetros independentes do ponto de vista de percepção visual que são a intensidade, matiz e saturação.

Essa transformação foi descrita por Dutra et alii (1986). A intensidade (I) corresponde ao brilho da cor e poderia ser entendida como o corresponsante ao resultado da tomada de uma foto preto e branco de uma cena colorida; o matiz (H) define a cor dominante de um ponto colorido representado; e a saturação (S) define a quantidade de branco que compõe aquele ponto colorido.

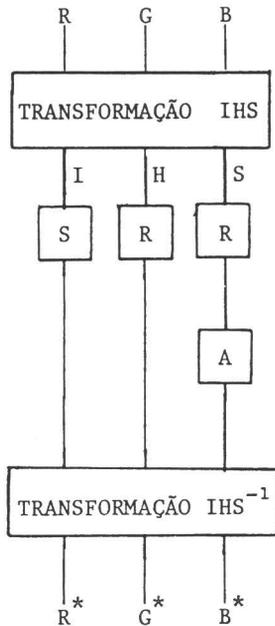
A representação no espaço IHS apresenta diversas propriedades (Haydan, 1982) e entre elas pode-se destacar o ordenamento da resolução espacial I, H e S como percebido pelo olho humano. São ordenadas pela resolução espacial, e a componente I é percebida em máxima resolução seguida de H e S. Isso se deve ao fato de que a retina do olho humano se compõe de um número muito maior de bastonetes (responsáveis pela percepção do brilho) do que de cones (responsáveis pela percepção da cor). Esse fato pode ser aproveitado para integrar dados de diferentes resoluções.

Neste trabalho um conjunto de imagens TM, bandas 4, 3 e 2, com as médias pré-ajustadas em 100 foi processado pela transformação IHS. A componente intensidade (I) com resolução de 30m foi substituída pela imagem pancromática SPOT, com resolução de 10m, registrada às imagens TM com uma função linear com 6 pontos de controle, que pelo fato da área em estudo não ser muito extensa, permitiu bom registro. As imagens foram ampliadas para a escala 1:17.500.

As componentes H e S das bandas TM 4, 3 e 2 foram mantidas e reamostradas de modo tal que cada nove pixels do SPOT correspondiam a um valor de H e S, derivados das imagens TM e que passam a determinar a cor desses nove pixels, os quais têm a resolução espacial de brilho do SPOT. O valor de 0,3 foi adicionado à componente saturação para definir uma maior saturação às cores (tornar as cores mais vivas).

Finalmente foi feita a transformação IHS inversa e a imagem resultado, uma composição colorida com resolução de 10m, pode ser apresentada no monitor do vídeo.

A Figura 1 ilustra o processo da transformação para combinação das imagens.



S - Substituição do canal

R - Reamostragem para ajuste de escala

A - Adição de saturação

Fig. 1 - Processo de produção de uma imagem colorida com resolução de 10m a partir de imagens TM e SPOT.

### 3 - RESULTADOS

A análise da potencialidade do produto gerado com o emprego da técnica de transformações no espaço de cores foi feita comparando os resultados do mapeamento do uso do solo urbano realizado com a interpretação deste produto, com aqueles gerados a partir da interpretação da imagem SPOT pancromática e da composição colorida RGB TM 4, 3 e 2.

A área teste estudada corresponde ao bairro planejado da Alfaville que contém setores: industrial, comercial e residencial de classe média alta. Este bairro localiza-se no setor oeste da Região Metropolitana de São Paulo, à margem direita do rio Tietê, e limita-se ao sul pela rodovia Castelo Branco.

A Figura 2, apresenta a área teste ampliada no IMAGE-100 na escala de vídeo 1:17.500, a partir da composição colorida com as bandas TM-4, 3 e 2, associadas respectivamente às cores vermelho, verde e azul.

Esta composição permite discriminar através da análise dos arranjos texturais e tonalidade, áreas de ocupação urbana homogêneas, como por exemplo: áreas residenciais de ocupação densa, áreas de grandes construções de uso industrial, loteamentos recentes, áreas de terraplenagem e áreas de uso tipicamente industrial.



Fig. 2 - Área teste. Composição colorida TM 4, 3, 2.  
 1. Áreas residenciais de ocupação densa.  
 2. Uso industrial.

Além disso, as áreas de vegetação podem ser identificadas e separadas em diferentes densidades de biomassa pela variação da cor vermelha que está associada à banda TM-4, e corpos d'água e áreas úmidas são claramente percebidas.

A Figura 3 corresponde à imagem pancromática SPOT, com resolução espacial de 10m, da área de estudo. A grande vantagem deste produto em relação à imagem TM analisada anteriormente é a melhoria na definição geométrica dos alvos.

Devido a sua natureza pancromática, esta imagem em branco e preto, dificulta a discriminação entre corpos d'água, ou áreas úmidas e vegetação, perfeitamente discernidas na composição colorida TM.

A imagem colorida, com resolução de 10m, obtida com a integração da banda pancromática do SPOT e as bandas 4, 3 e 2 do TM/LANDSAT através da técnica de transformações no espaço de cores (transformações IHS) reúne as vantagens de ambas as imagens componentes consideradas de modo isolado. A Figura 4 corresponde a esta imagem colorida.

Assim sendo, a grande vantagem desta imagem colorida com relação às anteriormente analisadas é que simultaneamente ela oferece a definição geométrica dos alvos permitida pela imagem SPOT pancromática, e a definição espectral permitida pela imagem TM.

O produto resultante da integração das imagens TM e SPOT permite, portanto discriminar, de modo mais claro e preciso, que suas componentes, as áreas residenciais mais densas e menos densas, as áreas industriais com grandes edificações, as áreas de vegetação com diferentes densidades de biomassa os corpos d'água e áreas úmidas, o centro comercial e, o traçado do sistema viário na área teste e de acesso a ela.

Além disso, conforme evidenciado no Figura 4, as áreas do solo exposto são destacadas pela sua cor amarela, as áreas com vegetação mais densa (vermelho escuro) e com gramíneas (vermelho claro) e as áreas com cobertura asfáltica em cor esverdeada. Tais cores, associadas a outros elementos de fotointerpretação como forma, tamanho, tonalidade, textura e localização permitem discriminar as áreas de terraplenagem para novos loteamentos e indústrias, pequenos terrenos com solo exposto, praças e jardins com vegetação arbórea, terrenos cobertos por gramíneas e estacionamentos anexos às grandes indústrias.

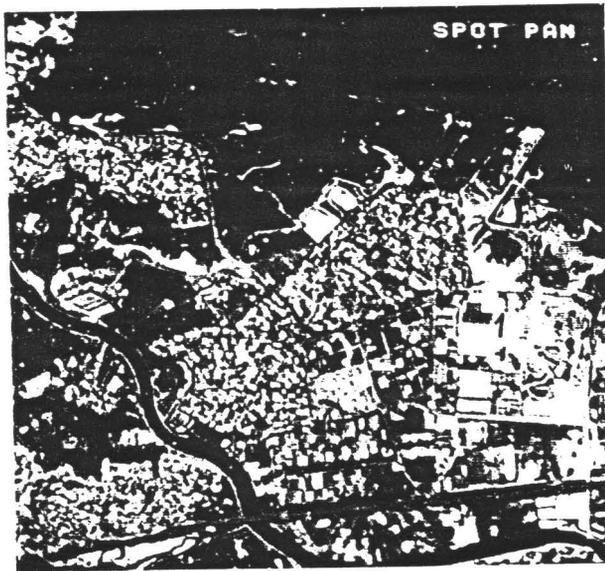


Fig. 3 - Área teste. Imagem SPOT pancromática.  
1. Áreas industriais.  
2. Áreas residenciais.  
3. Praças.

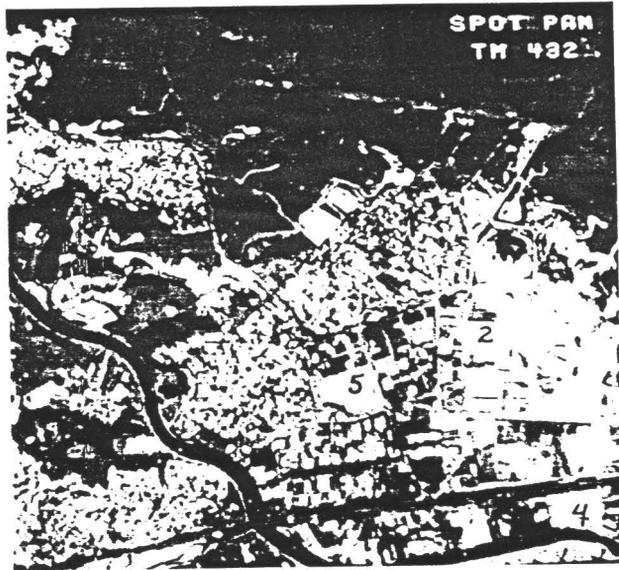


Fig. 4 - Imagem colorida com resolução espacial de 10m, resultante da integração de dados digitais TM e SPOT. 1 - Áreas residenciais; 2 - Áreas industriais; 3 - Vegetação; 4 - Rio Tietê e 5 - Centro comercial.

#### 4 - CONCLUSÕES

Pode-se concluir que a técnica de transformações no espaço de cores (transformações IHS), produz imagens coloridas resultantes da integração de produtos sensores de diferentes resoluções, cuja qualidade, frente aos produtos isolados, é superior considerando o objetivo de mapeamento do uso do solo urbano. A técnica IHS não se aplica apenas para uma superposição geométrica dos dados, mas sim para preservar as propriedades da melhor resolução espacial de um produto, adicionando a ele as qualidades espectrais de um outro sensor.

Tal imagem resultante, além do conforto de permitir extrair toda a informação de um único produto, é melhor para interpretação visual, que se realiza de maneira mais precisa.

Assim sendo, sugere-se que esta técnica seja empregada para a integração dos produtos com diferentes resoluções, quando a finalidade for o mapeamento do uso do solo. Sugere-se também que seja testada, em outros estudos, a utilidade do produto resultante da integração de imagens SPOT no modo multiespectral e pancromático, que não estavam disponíveis aos autores deste trabalho.

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DUTRA, L.V.; MENESES, P.R. Aplicação da transformação IHS para realce de cores em imagens LANDSAT. In I SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE SENSORIAMENTO REMOTO, Gramado, Brasil, agosto 1986, vol. 1, p. 675-681.
- HAYDN, R.; DALKE, G.M.; 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 Michigan Ann Arbor, Michigan, 1982, p. 599-616.
- LINDGREN, D.T. Sistemas de Informação Urbana e Sensores Remotos. *Boletim Geográfico*. 33(240); 57-70, mai. jun., 1974.