

## Integração de Dados LANDSAT TM e SPOT HRV para o Monitoramento Ambiental

Prof. Nelson Carlos Rosot <sup>1</sup>  
 Maria Augusta Doetzer Rosot <sup>2</sup>  
 Prof. Dr. Carlos Loch <sup>3</sup>

<sup>1</sup> UFPR – Depto. de Ciências Florestais  
 Rua Lothário Meissner, 3400  
 CEP CEP 80210-170 Curitiba – PR  
 ✉ [ncrosot@floresta.ufpr.br](mailto:ncrosot@floresta.ufpr.br)

<sup>2</sup> UFPR – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal  
 Rua Lothário Meissner, 3400  
 CEP 80210-170 Curitiba – PR  
 ✉ [augusta@floresta.ufpr.br](mailto:augusta@floresta.ufpr.br)

<sup>3</sup> UFSC – Depto. de Engenharia Civil  
 Campus Universitário  
 CEP 88040-900 Florianópolis – SC  
 ✉ [loch@ecv.ufsc.br](mailto:loch@ecv.ufsc.br)

| Conteúdo |                                 |
|----------|---------------------------------|
|          | 1 Introdução                    |
|          | 2 Material e Métodos            |
|          | 2.1 Descrição da área de estudo |
|          | 2.2 Metodologia                 |
|          | 3 Resultados e Discussão        |
|          | 4 Conclusões                    |
|          | 5 Referências Bibliográficas    |

**Resumo:** Nesta pesquisa é discutida a utilização de dados integrados dos sensores LANDSAT TM e SPOT HRV Pan para o monitoramento ambiental. A combinação de imagens dos dois diferentes sensores tem por objetivo a obtenção de produtos que preservem a integridade espacial dos dados de melhor resolução (SPOT Pan) e, ao mesmo tempo, retenham a informação espectral dos componentes de menor resolução (LANDSAT TM). Especial ênfase é dada à transformação Matiz-Intensidade-Saturação (HLS), um dos métodos mais utilizados na combinação de dados de sensoriamento remoto. São discutidas as vantagens e desvantagens da técnica HLS com base em um estudo de caso envolvendo o monitoramento ambiental da região do Manguezal do Itacorubi em Florianópolis – SC. Imagens transformadas pela técnica HLS foram analisadas quanto à sua eficiência no reconhecimento de feições urbanas e mapeamento da vegetação. Os produtos híbridos gerados mostraram-se superiores em termos de conteúdo de informação quando comparados às imagens originais de cada sensor.

**Palavras chave:** integração de dados, LANDSAT TM, SPOT HRV Pan, transformação HLS, monitoramento ambiental, manguezal.

**Abstract:** This paper discusses the use of integrated LANDSAT TM and SPOT HRV Pan data for environmental monitoring. The combining of data from these different sensors, or sources, is aimed at preserving the spatial integrity of the higher-resolution data set (SPOT Pan) while retaining much of the spectral information of the lower resolution components (LANDSAT TM). Particular emphasis is placed on the Hue-Lightness-Saturation (HLS) transform, one of the most useful methods for combining a wide range of remotely sensed data. Advantages and limitations of the HLS technique are discussed. A case study on the monitoring of Itacorubi Mangrove, in Santa Catarina Island – Brazil, was used in the analysis. Examples of HLS transformed images are presented with a view to their application to the recognition of urban features and vegetation mapping. The hybrid products showed increased information content when compared to the original LANDSAT TM and SPOT HRV Pan imagery.

**Keywords:** data integration, LANDSAT TM, SPOT HRV Pan, HLS transform, environmental monitoring, mangrove.

### 1 Introdução

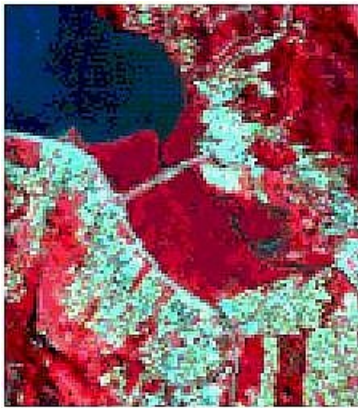
O grau de impacto sobre o ambiente é determinado pela intensidade dos tensores e suas formas de ação, que, por sua vez, dependem do tipo, da extensão e da sua distribuição no espaço (Varjabedian, 1995). Um plano de manejo integral, que objetive a proteção e recuperação de áreas silvestres e, ao mesmo tempo, considere a capacidade dos ecossistemas em absorver os impactos das atividades humanas, deve, necessariamente, prover a visualização de todos os elementos envolvidos no processo. Os sistemas costeiros – e os manguezais, em particular – são os mais vulneráveis à degradação ambiental, em parte pela utilização intensa de seus múltiplos recursos, tais como lazer, alimentação, turismo, educação e, em parte, por um processo histórico de concentrações urbanas junto à faixa litorânea. A forte pressão imobiliária responsável pela conversão de florestas de mangue em cidades como Miami (E.U.A.) ou São Luiz do Maranhão, no Brasil (FAO, 1989) e a própria dinâmica de expansão urbana, faz com que a informação cartográfica da qual se dispõe sobre o manguezal torne-se rapidamente desatualizada. A utilização de imagens de satélite representa uma forma rápida e consistente de acesso a informações sobre uso do solo e alterações no ambiente ao longo do tempo. Isto se deve principalmente à sua alta periodicidade e facilidade de interpretação visual, utilizando-se técnicas de processamento de imagens.

A alta tecnologia disponível de sensoriamento remoto e os recentes e modernos sensores de mapeamento atualmente em operação em plataformas orbitais não devem ser desconhecidos dos responsáveis pela implantação de uma política de monitoramento e manejo dos recursos naturais. Neste contexto, dados de sensores orbitais tornam-se cada vez mais adequados a estudos ambientais devido

às suas características superiores em relação às resoluções espaciais, espectrais, temporais e radiométricas.

Os dados do sensor Thematic Mapper (LANDSAT 4 e 5) são os mais conhecidos e utilizados – principalmente nos Estados Unidos – em aplicações que envolvem o monitoramento e avaliação dos recursos naturais (US Forest Service, 1995). As sete bandas deste sensor cobrem as regiões visíveis e infra-vermelho refletido do espectro eletromagnético (0,45 a 2,35  $\mu$  m – Bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7), além do infra-vermelho termal (10,5 a 12,5  $\mu$  m – Banda 6). A resolução espacial das seis bandas na região do visível e do infra-vermelho refletido é de, aproximadamente 30 m. Entretanto, quando se trata de áreas de pequenas dimensões, onde se necessita obter informações mais detalhadas, as imagens LANDSAT não oferecem a qualidade espacial ideal. Já as imagens pancromáticas do satélite SPOT HRV registram a resposta espectral dos alvos na região de 0,51 a 0,73  $\mu$  m numa única banda, porém com ótima resolução espacial (10 m). Uma combinação de imagens ideal seria aquela que retivesse a informação contida em diferentes bandas espectrais e, ao mesmo tempo, possuísse fina resolução espacial, permitindo o aumento de detalhe na interpretação da imagem.

As Figuras 1 e 2 representam imagens da mesma área, sendo a primeira uma composição colorida das bandas do LANDSAT TM e a segunda, a banda pancromática do SPOT HRV. A comparação entre elas permite relacionar suas respectivas vantagens e o porquê de combiná-las. Os detalhes espaciais das construções e padrões de ruas, avenidas e outras áreas de ocupação urbana ao redor do manguezal são claramente observáveis na imagem SPOT Pan, o que não acontece para a imagem TM. As diferentes classes de vegetação, no entanto, apresentam uma assinatura característica em tons de vermelho na imagem LANDSAT TM, mas não são identificáveis na imagem SPOT. Várias tonalidades de azul na imagem TM indicam diferentes categorias de uso do solo, não observáveis na imagem SPOT. Esta, por sua vez, mostra detalhes de tamanho, forma e densidade de edificações e ruas, além dos canais existentes no interior do manguezal. É de se supor, portanto, que uma combinação das duas imagens seria valiosa à interpretação da cena.



**Fig. 1 :** Composição colorida 432(RGB) de uma imagem LANDSAT TM englobando o manguezal do Itacorubi em Florianópolis – SC



**Fig. 2 :** Imagem SPOT HRV pancromática englobando o manguezal do Itacorubi em Florianópolis – SC

A combinação de dados de diferentes sensores envolve dois aspectos distintos: a retificação ou correção geométrica e a combinação ou "merging" propriamente dita (Chavez & Bowell, 1988). Os dados envolvidos no processo de integração ou fusão devem complementar-se mutuamente, pois o objetivo final é produzir imagens onde as cores sejam elementos significativos para a fotointerpretação e onde a preservação da integridade espacial do sensor de maior resolução ofereça riqueza de detalhes. Entre as muitas técnicas empregadas na combinação de imagens, Harris et al.(1994) destacam:

- Combinações de banda (imagens compostas de três cores);
- Combinações aritméticas;
- Transformações estatísticas e
- Transformações no espaço de cores.

Nesta pesquisa foi abordada a técnica de transformação no espaço de cores ou, mais precisamente, a transformação IHS ou HLS (H="hue" - matiz; S="saturation" - saturação; I="intensity" ou L="lightness" – intensidade, brilho), que se utiliza do sistema de mesmo

nome. A transformação consiste em projetar a informação de cores representada no espaço Vermelho-Verde-Azul (RGB) para um outro conjunto de eixos de medição de cores – no caso, o IHS – para descrever a amplitude de possíveis variações na tonalidade das cores (Manore et al., 1997). Esse sistema alternativo possui a vantagem de apresentar as cores de uma forma mais aproximada àquela utilizada pelo sistema de visão humano, pois os tons são descritos em termos de intensidade – que representa o brilho ou a energia total da imagem –, de matiz – que representa o comprimento de onda dominante da cor – e de saturação – que representa a pureza da cor (Sabins, 1997). Além disso a transformação para o espaço IHS permite um maior controle individual sobre os componentes cromáticos ("hue") e acromáticos ("saturation") da imagem (Harris et al., 1990).

A fusão de imagens LANDSAT e SPOT através da transformação IHS tem sido empregada, principalmente, na geração de mapas que servem como subsídio ao planejamento e monitoramento de áreas silvestres (US Forest Service, 1995) e de áreas de proteção ambiental que sofrem intensa pressão urbana, como é o caso do maciço da Tijuca – Rio de Janeiro (Rosas et al., 1993). Os níveis de acurácia no mapeamento de manguezais na Nova Zelândia, usando imagens do sensor LANDSAT TM, foram melhorados após a incorporação da banda pancromática do sensor SPOT HRV no processo de classificação temática (Gao, 1999).

O objetivo da integração de imagens LANDSAT TM e SPOT Pan, neste estudo, foi explorar diferentes conteúdos de informação sobre alvos captados pelos dois sensores na região do manguezal de Itacorubi e entorno, com a finalidade de melhorar o reconhecimento e discriminação de feições na cena. Além disso avaliou-se a adequabilidade da transformação IHS para a fusão de imagens em função dos produtos gerados.

## 2 Material e Métodos

### 2.1 Descrição da área de estudo

Ocupando uma área de 142 ha, com coordenadas  $27^{\circ} 34' 14''$  -  $27^{\circ} 35' 31''$  de latitude Sul e  $48^{\circ} 30' 07''$  -  $48^{\circ} 31' 33''$  de longitude Oeste, o Manguezal do Itacorubi está situado na porção estuarina de uma bacia hidrográfica drenada por dois rios. A área ocupada pelo manguezal é plana com leve desnivelamento de sudeste para noroeste e altitude variando do nível do mar até cerca de 1 metro. A bacia de drenagem inclui um grande número de pequenos afluentes, englobando diversos bairros densamente habitados e próximos ao centro de Florianópolis (Soriano-Sierra, 1993).

### 2.2 Metodologia

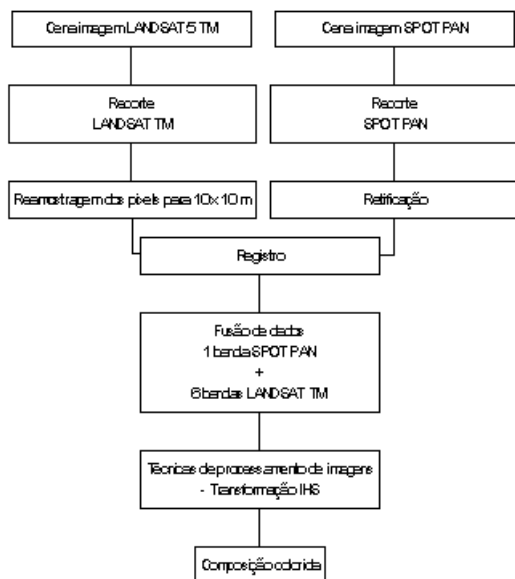
Todas as etapas do processamento digital de imagens foram executadas utilizando-se o software Idrisi v. 2.0 (Clark University). A partir de uma imagem do satélite SPOT HRV na banda pancromática, de março de 1996, recortou-se a área da pesquisa (Manguezal do Itacorubi e entorno). Da mesma forma, para as bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7 da imagem LANDSAT 5 TM, foi efetuado um recorte englobando a mesma área. Em seguida procedeu-se à retificação da imagem SPOT para o sistema de projeção UTM, utilizando-se o arquivo de parâmetros de referência existente no software, porém modificado para o DATUM South American 1969. Os pontos de controle foram localizados na imagem e no mapa dos Distritos de Florianópolis (IPUF - 1:50.000, fonte: levantamento topográfico do IBGE - folhas SG 22.Z.D.III.3, SG 22.Z.D.V.2, SG 22.Z.D.VI.3, projeção Universal Transversa Mercator). Empregou-se a função de mapeamento linear e a reamostragem por interpolação bilinear.

Como as imagens LANDSAT e SPOT possuem resoluções espaciais diferentes, para integrá-las foi necessário, primeiramente, reamostrar cada pixel original da imagem LANDSAT (de resolução igual a 30 m) para 9 pixels (de resolução de 10 m cada), através da função "expand", utilizando fator 3.

Registro é o processo de tornar duas imagens conformes entre si, em termos de grade de pixels (ERDAS Imagine, 1997). Antes de ser efetuado o registro entre as imagens, as coordenadas da imagem LANDSAT no sistema de referência plano foram alteradas para o número exato de linhas e colunas da imagem (descritas no arquivo documento). Dessa forma, uma unidade no sistema de referência plano tornou-se igual à extensão de *um* pixel, ou seja, o deslocamento de *uma* unidade na direção *x* corresponde ao deslocamento de *um* pixel. Essa definição é importante quando da avaliação da função de mapeamento empregada para o registro, pois o erro médio quadrático (RMS) é expresso nas unidades do sistema de referência de entrada (Eastman, 1998).

Foram, então, selecionados 9 pontos de controle, identificáveis na imagem SPOT – já retificada para o sistema de projeção UTM – e na banda 3 da imagem LANDSAT, à qual foi aplicado um contraste linear com saturação de 3% para melhorar a visualização dos pontos. As coordenadas (x, y) de uma e outra imagem foram armazenadas num arquivo de correspondência, utilizado depois por todas as bandas na função de mapeamento linear, com reamostragem pelo método de interpolação bilinear. As transformações lineares ou de 1ª. ordem podem ser empregadas quando se está retificando áreas relativamente pequenas (ERDAS Imagine, 1997), como é o caso do manguezal do Itacorubi. Entre os métodos de reamostragem de pixels, selecionou-se o de interpolação bilinear, por ser este o considerado mais apropriado para imagens de satélite e para dados quantitativos (Eastman, 1998). O arquivo de parâmetros do sistema de referência foi o mesmo utilizado para a retificação da imagem SPOT.

A transformação HLS foi efetuada empregando-se o módulo "colspace" do software Idrisi. Inicialmente procedeu-se a um estudo das correlações simples entre todas as imagens envolvidas no processo de fusão com o objetivo de selecionar as bandas menos correlacionadas entre si, evitando, assim, redundância de informações. Numa primeira etapa transformou-se uma composição colorida das imagens LANDSAT TM para o espaço HLS e aplicou-se um contraste linear à componente S (saturação) resultante, bem como à imagem SPOT. Em seguida a componente L (intensidade) foi substituída pela imagem SPOT pancromática e aplicou-se a transformação inversa (HLS – RGB). As bandas resultantes foram utilizadas para gerar composições coloridas com a resolução espacial da imagem SPOT e a resolução espectral das três bandas LANDSAT TM. O processo foi repetido para diversas combinações de bandas originais da imagem TM e para diversas composições coloridas entre as bandas resultantes da transformação HLS. Desta forma procurou-se obter produtos visualmente agradáveis e apropriados à identificação das feições de interesse. As imagens geradas foram editadas utilizando-se outros programas de edição gráfica com a finalidade de realçar cores, aumentar brilho, contraste, etc. O fluxograma apresentado na Figura 3 relaciona as principais etapas do processo de integração de imagens aplicado nesta pesquisa.



**Fig. 3** : Etapas do processo de integração de imagens LANDSAT TM e SPOT HRV Pancromática

### 3 Resultados e Discussão

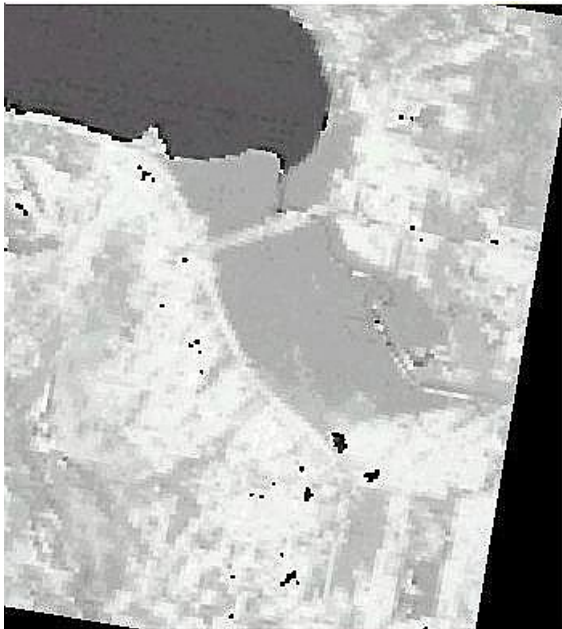
No processo de retificação da imagem SPOT obteve-se um erro médio quadrático de 1,46 pixels (ou aproximadamente 15 m no terreno) que, embora superior ao desejável, foi considerado aceitável em função do mapa de origem utilizado para a obtenção dos pontos de controle. O erro médio quadrático obtido no registro espacial entre as imagens dos dois sensores foi de 0,95 pixels, portanto inferior a 10 m.

A Tabela 1 contem as correlações simples entre as 6 bandas do sensor TM e a banda pancromática do sensor SPOT. Pode-se observar que as bandas TM 1, 2 e 3 são altamente correlacionadas entre si, o mesmo ocorrendo entre as bandas TM 5 e 7, razão pela qual deve-se evitar colocá-las na mesma composição. Nenhuma das bandas do LANDSAT, no entanto, possui alta correlação com a banda pancromática do SPOT, o que reforça a suposição de que a integração dos dois sensores produz ganhos em termos de informação.

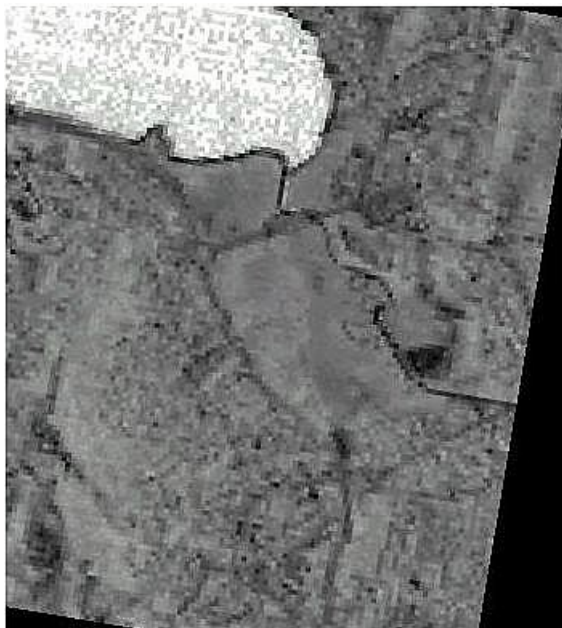
**Tabela 1** – MATRIZ DE CORRELAÇÃO DAS IMAGENS LANDSAT E SPOT PARA A REGIÃO DO MANGUEZAL DO ITACORUBI

| BANDAS   | TM1   | TM2   | TM3   | TM4    | TM5    | TM7   | SPOT Pan |
|----------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|----------|
| TM1      | 1.000 | 0.954 | 0.855 | 0.517  | 0.660  | 0.645 | 0.172    |
| TM2      | 0.954 | 1.000 | 0.943 | 0.474  | 0.720  | 0.740 | 0.264    |
| TM3      | 0.855 | 0.943 | 1.000 | 0.414  | 0.791  | 0.856 | 0.292    |
| TM4      | 0.517 | 0.474 | 0.414 | 1.000  | 0.713  | 0.484 | -0.486   |
| TM5      | 0.660 | 0.720 | 0.791 | 0.713  | 1.000  | 0.928 | -0.059   |
| TM7      | 0.645 | 0.740 | 0.856 | 0.484  | 0.928  | 1.000 | 0.131    |
| SPOT Pan | 0.172 | 0.264 | 0.292 | -0.486 | -0.059 | 0.131 | 1.000    |

Dentre todas as séries de transformações RGB-HLS e as respectivas transformações inversas efetuadas selecionou-se como as melhores aquelas que envolviam as bandas 5, 4 e 2 do TM associadas respectivamente aos canais vermelho, verde e azul do espaço RGB. As imagens obtidas nas componentes H (matiz), S (saturação) e L (intensidade) podem ser visualizadas nas Figuras 4, 5 e 6 respectivamente.



**Fig. 4** : Imagem da componente "matiz"(H) no espaço HLS



**Fig. 5** : Imagem da componente "saturação"(S) no espaço HLS

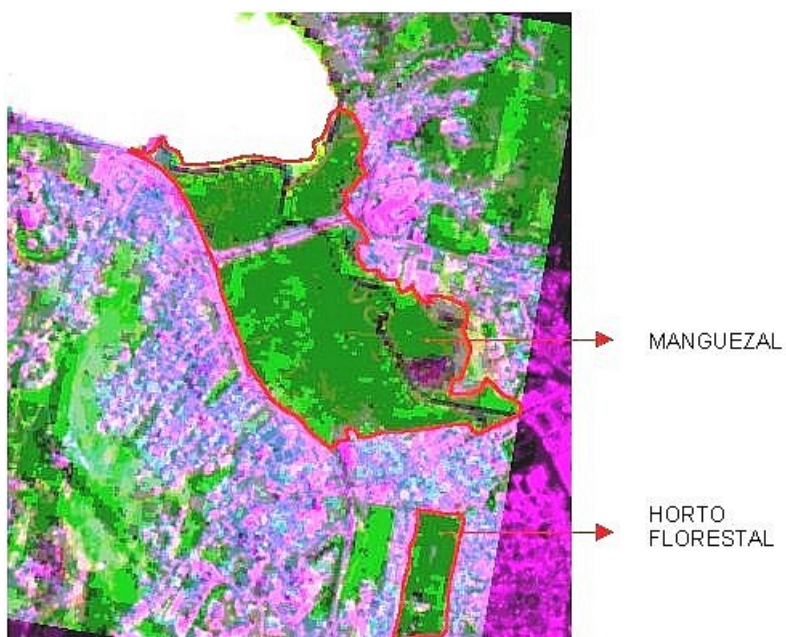


**Fig. 6** : Imagem da componente "intensidade"(L) no espaço HLS

A composição colorida original TM 542(RGB) é apresentada na Figura 7, enquanto que a composição envolvendo as bandas resultantes da transformação HLS é apresentada na Figura 8. Comparando as duas figuras pode-se avaliar os ganhos com a fusão de imagens. A combinação LANDSAT+SPOT ao mesmo tempo em que mantém as diversas tonalidades de classes de uso do solo contidas na imagem TM, apresenta resolução bastante superior em termos de traçado de ruas que cortam e circundam o manguezal, permitindo a discriminação de quadras e terrenos baldios, além de outras formas, dimensões e tipos de ocupação urbana, elementos estes percebidos devido à resolução espacial da imagem SPOT. O asfalto e o concreto dos alvos urbanos aparecem em tons de azul e rosa, enquanto que as diversas tonalidades de verde representam os diferentes tipos de vegetação. Dentro do manguezal, em particular, pode-se observar que as tonalidades mais escuras correspondem a áreas de vegetação mais densa, presumivelmente menos afetadas por influências antrópicas. Já as áreas em verde-claro que aparecem na porção centro-oeste do manguezal, junto à avenida Beira-Mar, representam regiões onde houve desmatamento ou defoliação intensa, provocada por intoxicação ou stress fisiológico, conforme já constatado por outros autores (Sierra de Ledo, 1997; Soriano-Sierra, 1997).



**Fig. 7 :** Composição colorida 542 (RGB) de uma imagem LANDSAT TM, englobando a região do Manguezal do Itacorubi em Florianópolis – SC



**Fig. 8 :** Integração de imagens LANDSAT TM e SPOT HRV Pan obtida por transformação HLS para a região do Manguezal do Itacorubi em Florianópolis – SC

As áreas localizadas na porção sudeste do manguezal correspondem a áreas de piscicultura, abastecidas com água de maré (Soriano-Sierra, 1993). Na composição original TM (Figura 7), elas aparecem com tonalidades mais escuras, possuindo um aspecto característico de áreas úmidas; na imagem SPOT(Figura 2) essa mesma área pode ser interpretada como área desprovida de

vegetação. No entanto, na imagem combinada (Figura 8), é possível diferenciá-la de vegetação, corpos d'água ou ocupação urbana, pelo fato de possuir uma assinatura espectral distinta.

O Horto Florestal do IBAMA, que pode ser observado na parte inferior direita da imagem combinada (Figura 8), apresenta assinatura espectral semelhante ao manguezal, em tons de verde claro e escuro. No entanto os tons mais escuros correspondem a povoamentos com espécies exóticas, como p.e., o *Pinus spp* e as partes mais claras são clareiras com predominância de vegetação nativa. O mesmo ocorre em relação à área à esquerda do Horto Florestal, em tons de verde mais claro, que representa vegetação nativa associada a algumas árvores isoladas de *Eucalyptus spp*. Na imagem SPOT (Figura 2) o Horto é percebido apenas como uma área de forma retangular, com vegetação, similar à do manguezal. Na imagem LANDSAT é possível identificar diferentes tons de verde, sugerindo diferentes tipos de vegetação, embora os limites do Horto não consigam ser perfeitamente definidos. A combinação dos dois sensores conseguiu, portanto, reunir numa imagem (Figura 8), a resolução espacial necessária à discriminação dos alvos urbanos associada à informação espectral indispensável à identificação dos diversos tipos de vegetação existentes na área. Isto bem exemplifica a noção de complementaridade que é fundamental quando se realiza a fusão de imagens.

Quando o canal "intensidade" original é substituído pode haver uma alteração nos valores de brilho do canal "matiz", fazendo com que tonalidades similares tornem-se não-separáveis (Harris et al., 1994). A distorção de cores observada nos produtos híbridos gerados é devida à baixa correlação existente entre o canal L(intensidade) e a imagem SPOT Pan que o substitui na transformação inversa. O problema foi solucionado, em parte, pela manipulação de contraste no canal "saturação", que permitiu aumentar a amplitude de cores nas imagens resultantes.

## 4 Conclusões

Os produtos híbridos obtidos pela integração de dados foram superiores às imagens originais de cada sensor, considerando-se que o objetivo era realçar simultaneamente alvos naturais – como o manguezal e outras formas de vegetação – e alvos urbanos – como ruas e residências. Pode-se concluir que a integração de dados dos sensores LANDSAT TM e SPOT HRV Pan constitui ferramenta adequada ao monitoramento ambiental de áreas degradadas como o Manguezal do Itacorubi, sujeitas a intensa pressão ocasionada por expansão urbana e por outras influências antrópicas.

A técnica de transformação HLS, empregada na fusão de dados, mostrou-se eficiente por preservar a resolução espacial mais fina do sensor SPOT HRV e, ao mesmo tempo, acrescentar a informação espectral do sensor LANDSAT TM. No entanto, a obtenção de um produto final satisfatório em termos de cores e interpretabilidade ainda se baseia num processo de tentativa e erro, demandando grande tempo computacional. Isto se deve, em parte, à falta de ferramentas interativas do software utilizado, de forma a permitir experimentar diferentes parâmetros na transformação.

O principal ganho da integração de dados quando comparada à utilização isolada de imagens de um e outro sensor está no realce das feições de interesse e na melhor discriminação dos padrões texturais da estrutura intra-urbana.

## 5 Referências Bibliográficas

**Chavez, P.S. & Bowell, J.A.** *Comparison of the Spectral Information Content of LANDSAT Thematic Mapper and SPOT for Three Different Sites in the Phoenix, Arizona Region.* Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 54 (12) 1988: 1699-1708.

**Eastman, J.R.** 1998. *IDRISI for Windows: Introdução e Exercícios Tutoriais.* Versão em português. Editores: Hasenack, H. & Weber, E. UFRGS Centro de Recursos Idrisi. Porto Alegre. 240 p.

**ERDAS Imagine.** *ERDAS Field Guide.* Erdas Inc., Atlanta. 1997. 656 p.

**FAO.** *Forestry and Food Security.* FAO Forestry Paper 90. Roma, 1989. 129 p.

**Gao, J.** *A Comparative Study on Spatial and Spectral Resolutions of Satellite Data in Mapping Mangrove Forests.* International Journal of Remote Sensing. 1999, 20(14):2823-2833.

**Harris, J.R.; Murray, R. & Hirose, T.** *HIS Transform for the Integration of Radar Imagery with other Remotely Sensed Data.* Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 56(12) 1990:1631-1641.

>Harris, J.R.; Bowie, C.; Rencz, A.N. & Graham, D. *Computer-Enhancement Techniques for the Integration of Remotely Sensed, Geophysical, and Thematic Data for the Geosciences.* Canadian Journal of Remote Sensing 20(3) 1994.:210-221.

**Manore, M.; D'lorio, M. & Harris, J.** *SAR Data Fusion.* In: First Latino-American Seminar on Radar Remote Sensing. Image Processing Techniques. Buenos Aires, December 2 – 4, 1996. ESA Publications Division. Noordwijk. 1997. pp. 91-96.

**Rosas, R.O.; Castro Júnior, E.; Lima, M.M.A.; Pereira, J.L.G. & Coelho Netto, A.L.** *Mapeamento do Uso e Cobertura do Solo na Bacia do Rio da Cachoeira, Maciço da Tijuca-RJ, através da Integração de Imagens LANDSAT-TM e SPOT-Pan.* In: VII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Curitiba, Maio 10-14, 1993. Anais, vol. IV. INPE. São José dos Campos, 463 p.

**Sabins, F..** *Remote Sensing: Principles and Interpretation.* W. H. Freeman and Company. New York, 1997. 494 p.

**Sierra De Ledo, B.,** 1997. *Subsídios ecológicos para um plano de gestão integrada na zona costeira da Ilha de Santa Catarina.* Atas do Colóquio Franco-Brasileiro. CE/C.T. 93.0334.BR. In: Gestion de la zone littorale de l'île de Santa Catarina (Brésil). Klingebiel, A.; Sierra De Ledo, B. & Soriano-Sierra, E. (Eds.). Aquitaine Ocean, (3): 9-27.

**Soriano-Sierra, E. J.,** 1997. *Fluxos de maré e interferências antropogênicas à hidrodinâmica no interior de um manguezal naturalmente estressado. Estudo de caso.* Atas do Colóquio Franco-Brasileiro. CE/C.T. 93.0334.BR. In: Gestion de la zone littorale de l'île de Santa Catarina (Brésil). Klingebiel, A.; Sierra De Ledo, B. & Soriano-Sierra, E. (Eds.). Aquitaine Ocean, (3): 163-177.

**US Forest Service.** *Guidelines for the Use of Digital Imagery for Vegetation Mapping.* United States Department of Agriculture. Washington, 1995. 125 p.

**Varjabedian, R.** *Impactos sobre os Manguezais.* In: Schaeffer-Novelli (Edt.) 1995. Manguezal: Ecossistema entre a Terra e o Mar. Instituto Oceanográfico/USP. São Paulo, 1995. p. 49-51.

