

# PROCESSAMENTO DE IMAGENS DIGITAIS – RAZÃO ENTRE BANDAS

Thiago Peixoto de ARAUJO <sup>1</sup> & Fernando Machado de MELLO <sup>2</sup>

(1) *Departamento de Geotecnia – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. Avenida Trabalhador São Carlense, 400 – Centro. São Carlos, SP. CEP 13566-590. Endereço eletrônico: tpeixoto@sc.usp.br*

(2) *Departamento de Geociências, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. BR-465, km 7 – Seropédica, s/n. CEP 23890-000. Rio de Janeiro, RJ. Endereço eletrônico: fermamll@ufrj.br*

Introdução  
Localização da Área  
    Aspectos Fisiográficos  
    Feições Estruturais  
Materiais e Métodos  
Processamento de Imagens Coloridas  
    Bandas Eletromagnéticas  
    Razão entre Bandas  
Interpretação das Composições Coloridas  
    Interpretação das Imagens  
        Razão entre Bandas 4/5-4/2-4/7 RGB  
        Razão entre Bandas 5/3-7/4-4/2 RGB  
        Razão entre Bandas 7/4-5/3-4/2 RGB  
        Razão entre Bandas 4/1-3/2-5/3 RGB  
Conclusão  
Referências Bibliográficas

**RESUMO** – O uso de imagens de sensores remotos digitais (satélites) tem demonstrado grande utilidade em levantamentos e pesquisas geológico-ambientais. A vantagem do emprego de tais técnicas de Sensoriamento Remoto se deve à sua maior abrangência de área e à sua grande qualidade em termos de resolução espacial, possibilitando uma gama de recursos através de operações entre bandas eletromagnéticas. Neste trabalho, é apresentada a operação Razão entre Bandas, que é composta por diversas operações matemáticas, a fim de se obter sutis diferenças existentes no comportamento espectral de diferentes objetos, o que permite discriminar diversos alvos em uma mesma imagem. Assim, observando o comportamento espectral dos alvos de interesse para a aplicação da razão entre bandas, as bandas devem ser selecionadas visando seus valores máximos e mínimos de reflectância, a fim de que se expressem os gradientes da curva espectral dos objetos de interesse, proporcionando o realce destes alvos. Como resultado, vimos que a operação de Razão entre Bandas mostrou ser bastante eficiente para estudos geoambientais como de caracterização, intervenção e/ou recuperação ambiental de áreas degradadas, devido à sua maior informação de determinados objetos, através da individualização dos mesmos.

**Palavras-chave:** Razão entre Bandas, Sensoriamento Remoto, Bandas Eletromagnéticas.

**ABSTRACT** – *T.P. Araujo & F.M. Mello - Digital images processing – Band Ratios.* The use of images from digital remote sensing (satellites) has shown great utility in environmental geological surveys and researches. The advantage of employing such remote sensing technique is due to its wider coverage area and to its high spatial resolution quality, allowing a range of possibilities by means of operations among electromagnetic bands. In this study, it is presented the Band Ratios operation, which is composed of various mathematical operations in order to achieve subtle differences in the spectral behavior of different objects, which allows discriminating multiple targets in a single image. So, observing the spectral behavior of the targets for Band Ratios application, the bands might be selected aiming their maximum and minimum values of reflectance, in order to express the spectral curve gradients, providing the highlight of the objects. The results indicate that the operation of Band Ratios proved to be very efficient for geoenvironmental studies as characterization, intervention and/or environmental recovery of degraded areas, due to its greater information of certain objects through the individualization of them.

**Keywords:** Band Ratios, Remote Sensing, Electromagnetic Bands.

## INTRODUÇÃO

A crescente demanda por informações geotecnológicas, principalmente onde se pretende realizar projetos de implantação de unidades de conservação, intervenção ou recuperação ambiental de áreas degradadas por equipes transdisciplinares tem sido inegável (Araujo, 2008). A confecção de mapas georreferenciados confiáveis, é uma etapa indis-

pensável no fornecimento de material técnico de análise aos planejadores e para subsidiar decisões regionais importantes, onde se propõem, por exemplo, avaliações de sustentabilidade ambiental de um empreendimento que devam levar em consideração aspectos físicos, econômicos e sociais e seu impacto ambiental.

No entanto, ao integrar dados alfanuméricos com dados geográficos e de levantamentos através de imagens de satélites e até mesmo fotografias aéreas, é possível se fazer as correções destas imagens, uma vez que as mesmas apresentam distorção radial, pelo fato de o centro de perspectiva da imagem não se encontrar no infinito, dando assim uma projeção cônica como resposta. Corrigida estas imagens, podemos fazer inúmeros estudos de caracterização de áreas ambientais e inclusive fazer o monitoramento destas áreas.

Na década de 70, com a construção da rodovia BR – 101 (Rio – Santos), as baixas encostas da Serra do Mar foram severamente afetadas, havendo então, em função da rodovia, uma aceleração do crescimento urbano desordenado na região do litoral sul do Rio de Janeiro, com a proliferação de condomínios de luxo, através do desenvolvimento das atividades turísticas e do setor industrial, com base na indústria naval e na usina nuclear de Angra dos Reis (Ribeiro & Araujo, 2009).

É neste contexto que se enquadram os municípios de Angra dos Reis e Mangaratiba, que de acordo com Correa (2008), o turismo é o responsável pelo desenvol-

vimento municipal como um todo, uma vez que, no caso de Angra dos Reis, principalmente, a valorização de sua exuberância natural é orientada por interesses estritamente imobiliários, ainda que haja, *a posteriori*, uma preocupação com a dimensão social no seu crescimento urbano.

Assim, o estudo e desenvolvimento da técnica de sensoriamento remoto, através da operação Razão entre Bandas, é justificado, pois esta técnica nos permite, através da utilização das bandas eletromagnéticas, individualizar alvos/objetos que se queiram estudar. Ou seja, através desta técnica, em uma área de mata densa, por exemplo, pode-se destacar um determinado afloramento rochoso, um deslizamento de terra, ou até mesmo locais de residências e pequenas construções.

Com isso, o objetivo principal deste estudo é o de demonstrar a operação de Razão entre Bandas, realizadas em imagens *Landsat*, mostrando assim, através de imagens e algumas indicações, sua maior eficiência para determinados estudos, como de deslizamentos de terra (Sestini, 1999), caracterização de áreas geoambientais, estudos de processos erosivos entre muitos outros.

## LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

A área enfocada neste estudo (Figura 1) compreende parte dos municípios de Mangaratiba e Angra dos Reis, no litoral sul do estado do Rio de Janeiro, na região conhecida como Costa Verde, ocupando a totalidade do bairro de Conceição de Jacareí, principal ponto de referência, que pertence ao

2º Distrito de Mangaratiba. A área abrange toda a área superior da Folha Topográfica de Ilha Grande (SF.23-Z-C-I-2) e parte da área inferior da Folha Topográfica de Mangaratiba (SF.23-Z-A-V-4), ambas do DRM – Departamento de Recursos Minerais (1983) na escala de 1:50.000.

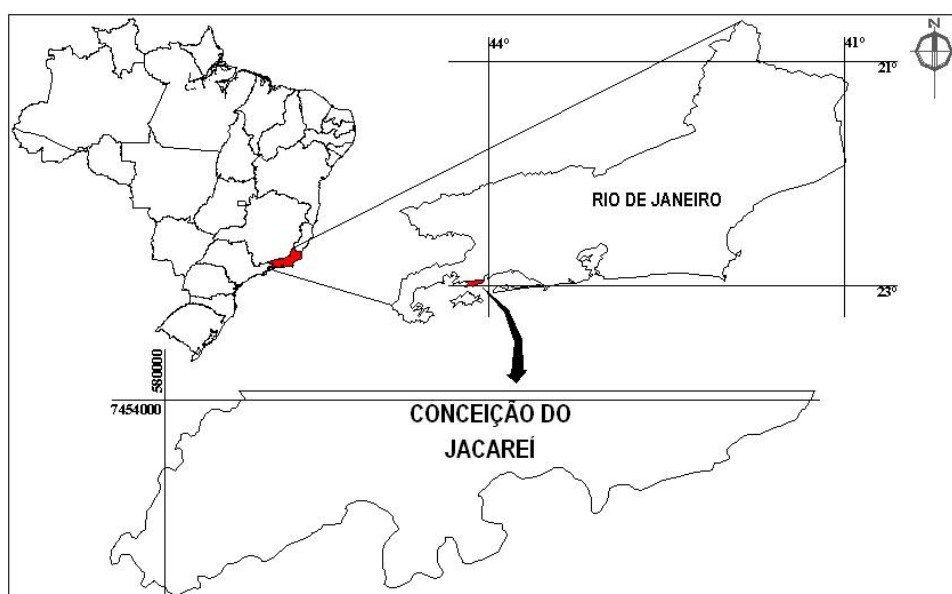


FIGURA 1. Região de Conceição de Jacareí, Mangaratiba – RJ, área de estudo do presente trabalho.

## ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

A área situa-se no litoral sul do estado do Rio de Janeiro, dominado por encostas da Serra do Mar. A Serra do Mar e seus esporões costeiros, que se situam entre a Serra da Mantiqueira e a fossa do Paraíba sendo resultado de importantes eventos estruturais desde o pré-Cambriano até o Fanerozóico, desde tectônica rúptil distensional até dúctil transpressional, no ciclo Brasileiro. Longos alinhamentos de falhas NE – SW foram observadas e registradas nos sopés da Mantiqueira e na Serra do Mar, bem como eixos divergentes de linhas de falhas no dorso do Planalto Atlântico, originados por cisalhamentos no Macrodomo Cristalino Afro – Brasileiro, tensionado antes da ruptura do Gondwana Ocidental (Ab´Saber, 2007).

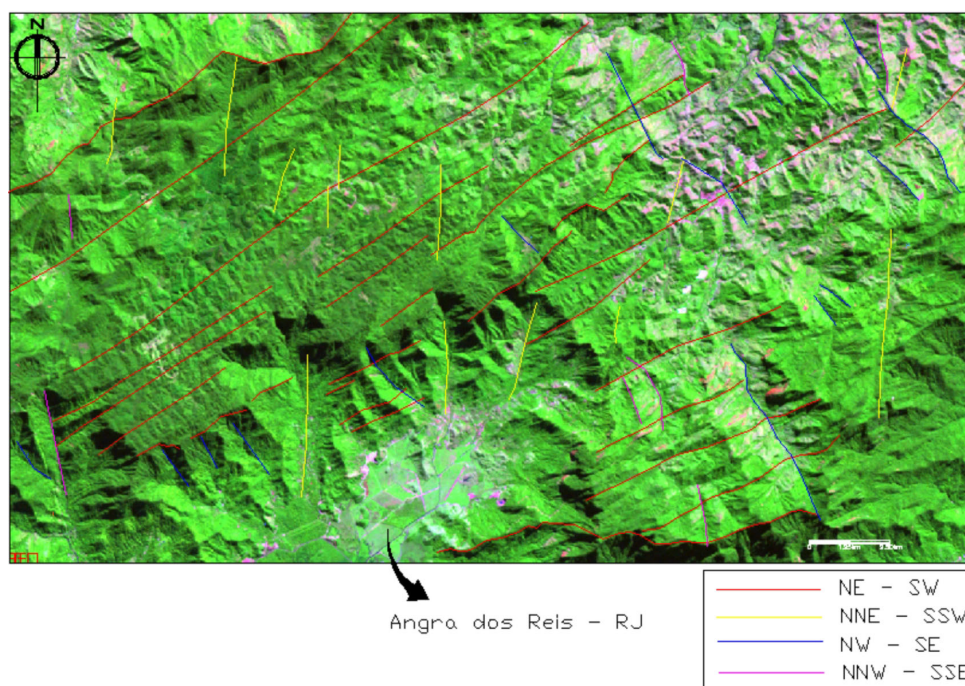
De acordo com o Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil (Silva, 2001), a área enfocada situa-se num trecho do litoral sul do estado do Rio de Janeiro e compreende a Macrounidade Geomorfológica Escarpa da Serra do Mar – Unidade Geomorfológica Escarpa da Serra de Mangaratiba.

## FEIÇÕES ESTRUTURAIS

O desenvolvimento das principais feições estruturais do estado do Rio de Janeiro, referente à porção sul de seu litoral está diretamente relacionado ao Sistema de Orógenos e Colagens Brasileiras Neoproterozóicas.

Durante a Orogênese Brasileira, associada a uma colisão continental, um regime de cisalhamento tangencial imprime uma estruturação regional com tendência de lineamentos NE – SW (Silva, 2001). As principais feições aqui originadas envolvem a obstrução e lenticularização de leitos e bandas, trunicações tectônicas, dobras intrafoliais e estruturas de leques de cavalgamento. A deformação tangencial gerou foliações que exibem dobramentos superpostos, variando de abertos a fechados, entre métricos a decaquilométricos e com eixos de direção NE – SW.

Na Figura 2 é possível observar, através da imagem *Landsat* ETM+, a Zona de Cisalhamento Paraíba do Sul, na cidade de Angra dos Reis (RJ), com quatro direções de lineamentos bem marcados, a saber: NE – SW; NNE – SSW; NW – SE; e NNW – SSE.



**FIGURA 2.** Zonas de Cisalhamentos associadas ao Cinturão Paraíba do Sul em imagem do satélite *Landsat* 7, cena 218/76, bandas 7 – 4 – 3, Serra do Mar no município de Angra dos Reis, RJ (Araújo, 2008).

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para este trabalho, foram utilizadas as cartas topográficas da Ilha Grande e Mangaratiba (SF.23-Z-C-I-2 e SF.23-Z-A-V-4, respectivamente) na escala de 1:50.000 do DRM (1983), sendo a área limitada

pelas coordenadas UTM 594000 m e 574000 m E; e 7456000 m e 7450000 m N, na zona 23 S.

Foram utilizadas também imagens dos satélites *Landsat* 5 e 7, através dos sensores TM (*Thematic*

*Mapper* – Mapeador temático) e ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper Plus* – Mapeador temático mais realçado), respectivamente. As cenas utilizadas foram 217/76, obtidas em 18/01/1988 pelo satélite *Landsat 5* e em 28/10/2001 pelo satélite *Landsat 7* e a cena 218/76, obtida pelo satélite *Landsat 7* em 15/05/2002. As características na aquisição das cenas, de acordo com o relatório emitido e anexado às imagens, pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), são:

- Cena 217/76 – datum SAD 69; elipsóide de referencia SAD 69; unidade em metros; sistema cartográfico UTM; zona -23 Sul; e *Product*

*Framing Method* (Método de quadro do produto), *Path 217* e *Row 076*.

- Cena 218/76 – datum e elipsóide de referencia SAD 69; unidade em metros; sistema cartográfico UTM; zona -23 Sul; e *Product Framing Method*, *Path 218* e *Row 076*.

Para o processamento das bandas eletromagnéticas e para a transformação das mesmas em imagens coloridas, bem como a realização da operação de Razão entre bandas, foi utilizado o programa ENVI® (*Environmental for Visualizing Images* – Ambiente para visualização de imagens).

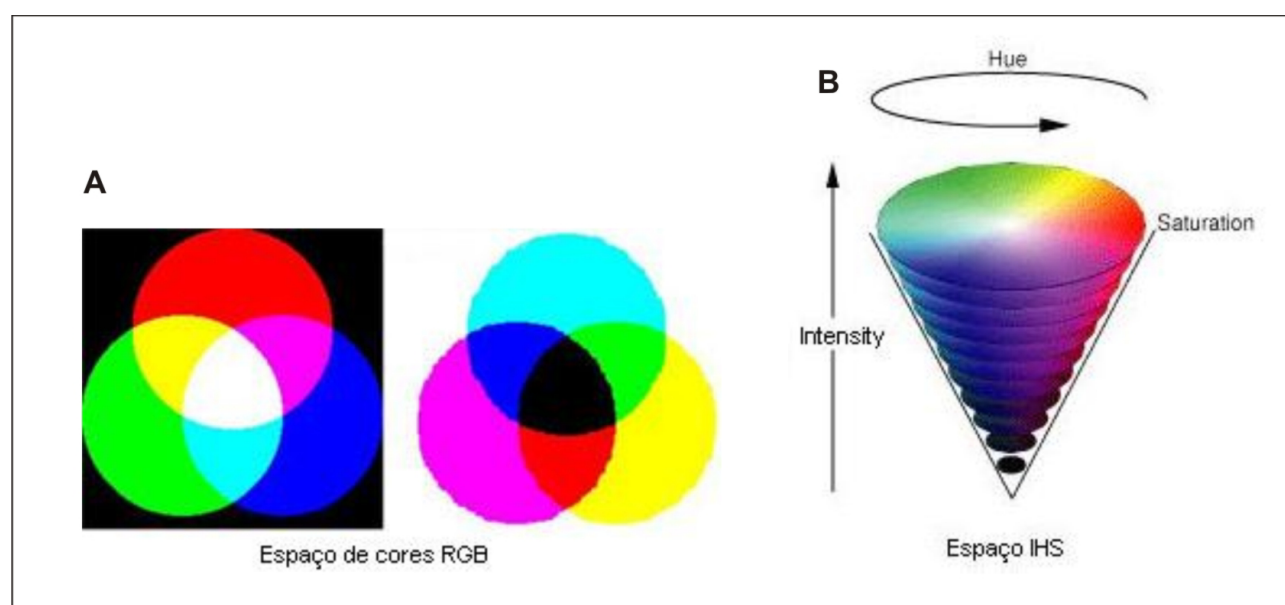
## PROCESSAMENTO DE IMAGENS COLORIDAS

Ao se processar uma imagem de satélite em composição colorida, é feita uma transformação IHS – RGB. IHS, do português: intensidade (I), matiz (H) e saturação (S), onde I, ou brilho, é a medida de energia total envolvida em todos os comprimentos de onda, sendo responsável pela sensação de brilho da energia incidente sobre o olho; H, ou cor de um objeto, é a medida do comprimento de onda médio da luz que se reflete ou se emite, definindo a cor do objeto; e S, ou pureza, expressa o intervalo de comprimento de onda ao redor do comprimento de onda médio, no qual a energia é refletida ou transmitida. Uma cor espectral-

mente pura é resultado de um alto valor de saturação, enquanto que um baixo valor de saturação indica uma mistura de comprimentos de onda produzindo tons pastel.

Para entender melhor o conceito de IHS e RGB, devemos pensar nos mesmos como espaços de cores (Figura 3 A e B).

No entanto, a transformação é feita através de algoritmos matemáticos, realizado pelo próprio programa, onde relaciona o espaço RGB ao espaço IHS. As Equações 1, 2 e 3 mostram esses algoritmos matemáticos usados para se fazer a transformação.



**FIGURA 3.** A) mostra o espaço de cores RGB; e B) mostra o espaço IHS (Araujo, 2008).

$$I = \frac{1}{3}(R + G + B) \quad (1)$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{0,5[(R-G) + (R-B)]}{\left[ (R-G)^2 + (R-G) \cdot (G-B) \right]^{1/2}} \right\} \quad (2)$$

$$S = 1 - \frac{3}{(R + G + B)} [\min(R, G, B)] \quad (3)$$

## BANDAS ELETROMAGNÉTICAS

As bandas eletromagnéticas nada mais são do que uma parcela do espectro eletromagnético limitada por dois comprimentos de onda.

O satélite *Landsat 5* apresenta o scanner TM (*Thematic Mapper*), apresentando como características, 7 bandas com uma resolução espacial de 30 m, nos canais do infravermelho (bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7), e 120 m no canal térmico (banda 6).

Já para o satélite *Landsat 7*, os canais da região do visível e do infravermelho (bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7), se mantiveram com a mesma resolução espacial de 30 m. Porém, as bandas do infravermelho termal, agora em alta (H) e baixa (L) frequência (bandas 6H e 6L), passaram a ter resolução de 60 m, contra 120 m, do canal termal (banda 6), do *Landsat 5*. E um grande avanço no sensor ETM+ do satélite *Landsat 7*, foi o canal pancromática (banda 8), apresentando resolução espacial de 15 m.

Na Tabela 1, está representado um quadro comparativo dos limites máximo e mínimo dos comprimentos de onda ( $\mu\text{m}$ ) das bandas espectrais dos

sensores TM e ETM+, dos respectivos satélites, *Landsat 5* e *Landsat 7*.

## RAZÃO ENTRE BANDAS

A operação matemática Razão entre Bandas permite discriminar sutis diferenças existentes no comportamento espectral de diferentes alvos, pois em bandas originais apenas diferenças grosseiras são observadas. Assim, observando o comportamento espectral dos alvos de interesse, para a aplicação da razão, as bandas são selecionadas visando seus valores máximos e mínimos de reflectância, afim de que se expressem os gradientes da curva espectral dos objetos de interesse, proporcionando o realce destes alvos (Sestini, 1999).

A Razão entre Bandas apresenta algumas vantagens e desvantagens.

As principais vantagens, segundo Harrison & Jupp (1989) e o Guia do *Envi* (2006), são:

- A diferença de resposta espectral de um mesmo alvo em diferentes bandas, bem como esta diferença para diferentes alvos em uma banda; e
- A diferença de resposta de um mesmo alvo de acordo com a diferença de iluminação causada pela topografia de uma cena.

Já, como desvantagens, a Razão entre Bandas apresenta (Mather, 1987; Crosta, 1993; Drury, 1993):

- Exagero de ruídos e perda de textura devido à atenuação do sombreamento. Isto se dá porque o sombreamento é altamente correlacionado em todas as bandas, por tanto, quando suprimido o sombreamento, há perda de informação relativa à topografia; e
- A não distinção entre alvos com comportamento espectral semelhante.

**TABELA 1.** Comparativo dos comprimentos de onda ( $\mu\text{m}$ ) das bandas espectrais dos sensores TM e ETM+ (Maia & Cavalcante, 2005).

SENSOR	1	2	3	4	5	6	7	8
TM	0,45	0,52	0,63	0,76	1,55	10,4	2,08	-
	0,52	0,60	0,69	0,90	1,75	12,5	2,35	-
ETM+	0,45	0,53	0,63	0,78	1,55	10,4	2,09	0,52
	0,52	0,61	0,69	0,90	1,75	12,5	2,35	0,90

## INTERPRETAÇÃO DAS COMPOSIÇÕES COLORIDAS

A radiação emitida pelo sol é refletida pela superfície terrestre e coletada por sensores junto aos satélites, como por exemplo, os sensores citados neste

trabalho (TM e ETM+). Nestes sensores, essa radiação coletada é convertida em um número digital (ND), em função da intensidade desta reflexão (brilho), o que

significa dizer que quanto maior o brilho, ou mais refletiva for uma feição, maior serão os valores ND's registrados.

O sensor TM, do *Landsat 5* por exemplo, que apresenta 8 bits de resolução radiométrica, possui seus valores de ND's, compreendidos entre 0 e 255. Segundo Drury e Walker (1987), em uma imagem em níveis de cinza podem ser discriminados de 16 a 32 níveis de intensidade (apenas quando separados por limites visíveis em uma seqüência progressiva numa imagem em escala de cinza). Assim sendo, uma imagem que pode conter 256 valores possíveis relacionados a qualquer variável possui o seu potencial de informações subutilizado se mostrada em preto e branco (Beisl, 2003).

Como exemplo prático, temos um *pixel* com ND = 240 e outro *pixel* com ND = 10 (por exemplo, a banda termal 6), o primeiro caso, representa uma reflectância ou emitância muito alta, ao contrário do segundo caso, que a reflectância ou emitância é muito baixa.

Para a transformação destes valores de ND's em uma imagem fotográfica, para análise visual, os mesmos são transformados em tonalidades (em níveis de cinza) onde os valores mais altos de ND's, recebem tonalidade mais clara (sendo o valor 255 a cor branca) e os valores mais baixos recebem tonalidades escuras (sendo o valor 0 a cor preta), como pode ser observado no exemplo da Figura 4.

### INTERPRETAÇÃO DAS IMAGENS

Seguem as interpretações das imagens com diferentes arranjos da composição em RGB, adquiridas através da transformação IHS – RGB, através da operação Razão entre Bandas, alternando duas bandas nesses canais e explorando as possibilidades de combinações que ressaltem/refletem diferentes atributos dos solos, das rochas, da água, estrutural e vegeta-

ção. Será indicado junto às interpretações, o que de melhor é ressaltado na combinação usada, ou seja, para que fim pode ser melhor aproveitado tal composição.

Na Tabela 2, é apresentada uma chave de interpretação, a mesma utilizada neste estudo.

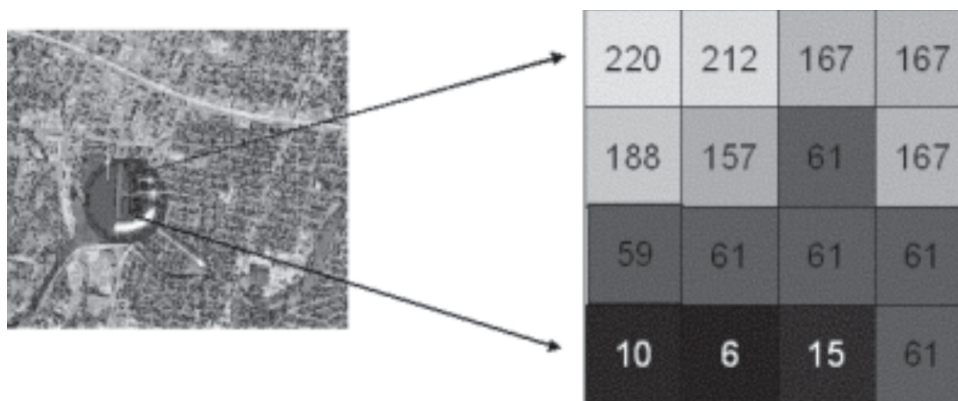
### Razão entre Bandas 4/5-4/2-4/7 (RGB)

Na Figura 5, foi usada a Razão entre Bandas, onde a banda 4 passa por numerador em todas as composições RGB, e as bandas 5, 2 e 7 atuam como denominadores, ficando a composição: 4/5 – 4/2 – 4/7, todas do satélite *Landsat 7*.

Nesta imagem, fica bem nítida a área de pastagens, pois as mesmas assumem a cor verde, o que contrasta bastante com a mata Atlântica, que aqui se apresenta em tom rosado.

A área urbana nesta composição se confunde muito com a área de pastagem, pois ambas assumem a cor verde, porém a área urbana possui uma tonalidade de verde pouco mais escura. Com esta imagem, é possível realizar uma estimativa entre área com mata original e área desmatada, com um grau de confiança aceitável.

Outro detalhe possível de se perceber com a Razão entre Bandas, para esta composição colorida, são as regiões de bananais, que sem esta operação não seria possível de observar, devido ao fato dos bananais serem plantados no meio da vegetação densa e se confundirem com a mesma. Com esta composição, a reflectância das copas das arvores mais altas se tornam muito baixas, fazendo com que as vegetações de pequeno e médio porte (o caso dos bananais) se sobressaltem na imagem realçada. Na região rosada da imagem, notam-se pequenos aglomerados em matiz de verde bem claro (plantação de banana). Só foi possível certificar de que se trata de bananais, devido



**FIGURA 4.** A imagem é formada por *pixels*, que é intersecção da linha e da coluna e tem coordenadas e um ND associado com sua reflectância ou emitância (Araujo, 2008).

**TABELA 2.** Chave geral de interpretação de imagens de satélites (Netto, 1993).

Classes de uso da terra	Critérios de Interpretação				Forma	Textura	Limite
	Tonalidades						
	TM – 3	TM – 4	TM – 5	Imagem (RGB)			
Florestas (Fl)	Cinza Escuro	Cinza Médio	Cinza Escuro	Verde Escuro	Irregular	Rugosa	Mal Definida
Mata Galerias (Mg)	Cinza Escuro	Cinza Médio	Cinza Escuro	Verde Escuro	Irregular Alongado	Rugosa	Definida
Cerrados (Ce)	Cinza Escuro	Cinza Médio	Cinza Escuro	Verde Escuro	Regular em função dos pastos cultivados	Rugosa	Definida
Pastos Nativos (Pn)	Cinza Escuro	Cinza Médio	Cinza Escuro	Verde Médio a Claro	Irregular	Lisa a Média	Definida
Pastos Cultivados (Pc)	Cinza Claro	Cinza Médio	Cinza Escuro	Verde Claro	Geométrica	Lisa	Bem Definida.
Solos Expostos (Se)	Cinza Claro	Cinza Escuro	Cinza Claro	Rosa Escuro	Geométrica	Lisa	Bem Definida.
Soja (S)	Cinza Médio	Cinza Claro	Cinza Médio	Verde Claro	Geométrica	Lisa	Bem Definida
Área Urbana (Au)	Cinza Claro	Cinza Médio	Cinza Claro	Rosa Médio a Escuro	Geralmente Geométrica	Lisa a Média	Mal Definida
Rede Hidrográfica	Cinza Claro a Branco	Cinza Escuro a Preto	Cinza Médio	Azul Escuro	Curvilínea	Lisa	Irregular
Rede Viária	Cinza Médio	Cinza Médio	Cinza Claro	Rosa Claro	Retilínea	Lisa	-----

ao tratamento das respostas espectrais do mesmo, se diferir da floresta e também devido a visitas em campo.

A rodovia BR – 101, e também as estradas vicinais, ficam bem nítidas. Com este arranjo de composição, a água apresentou como resposta espectral, a cor mais avermelhada.

**Indicação:** nesta composição foi possível, pela primeira vez, distinguir os bananais, que estão “escondidos” entre a mata Atlântica e se torna possível a diferenciação entre áreas de pastagens com floresta, com maior grau de acerto, devido ao contraste criado entre a coloração dos mesmos.

#### Razão entre Bandas 5/3-7/4-4/2 (RGB)

Para a Figura 6, nesta composição, foi possível destacar toda a malha urbana, pois as mesmas assumiram uma coloração verde fluorescente, se destacando de qualquer outro objeto na imagem. A rodovia BR – 101 fica bem fácil de localizar, devido à coloração preta. Esta composição realçou os pontos mais altos da serra do Mar e as zonas de pastagens que assumiram como coloração um matiz do marrom e também as rochas em amarelo.

**Indicação:** esta composição permite contrastar diversos objetos, fazendo com que cada um destes alvos: pastagem, rocha, mata, área urbana e estradas, assumissem cores bem diferentes.

#### Razão entre Bandas 7/4-5/3-4/2 (RGB)

Com esta razão (Figura 7), nota-se também, como na figura anterior, a possibilidade em se destacar inúmeros alvos ao mesmo tempo. A rodovia BR – 101 está bem diferenciada, sendo seu traçado, perceptível mesmo dentro da área urbana. A rede de drenagem é ressaltada, assumindo uma coloração escura, sendo bem visível por exemplo, o rio Jacuecanga, em Angra dos Reis, na parte superior esquerda da imagem.

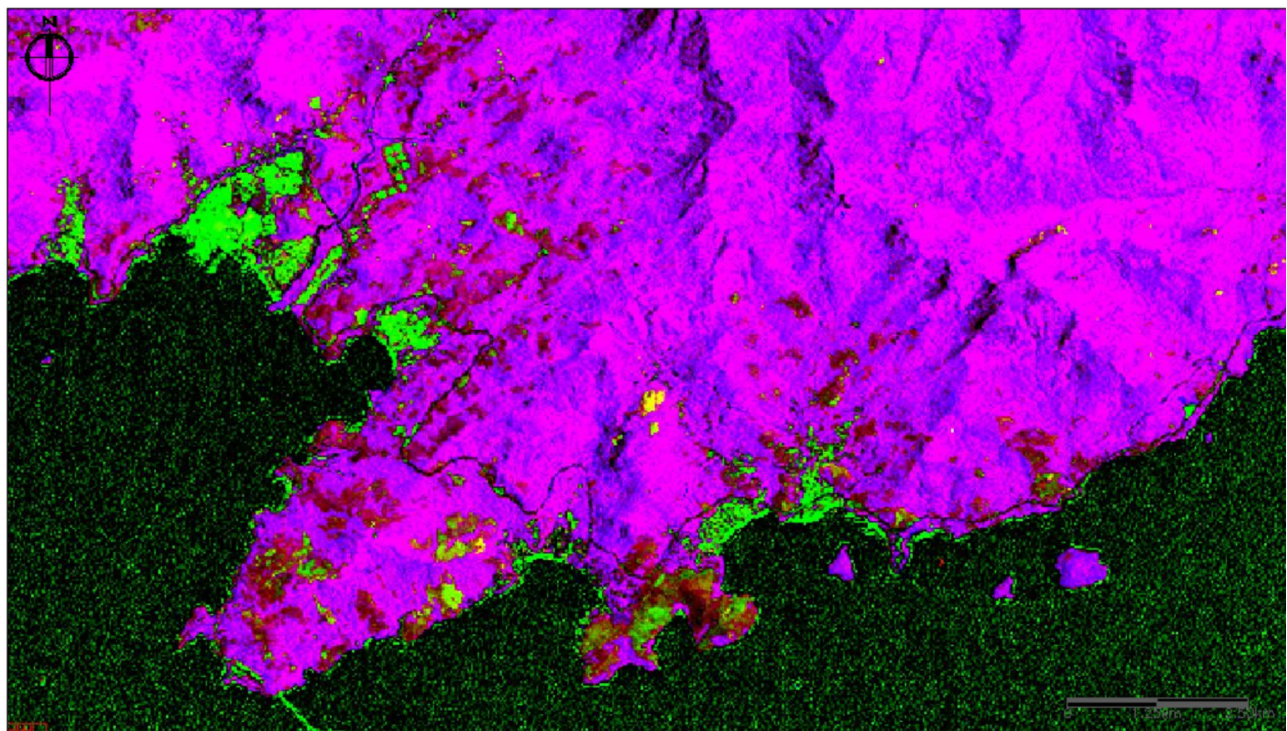
Esta imagem deixa bem evidente o *trend* estrutural preferencial (NE – SW) da região.

Aqui, as regiões de pastagens são diferenciadas das rochas aflorantes, sendo estas em amarelo e as pastagens em matiz do marrom e as áreas urbanas estão em vermelho, dando para distinguir cada um destes alvos separadamente.

**Indicação:** assim como na composição descrita anteriormente, esta permite contrastar diversos alvos

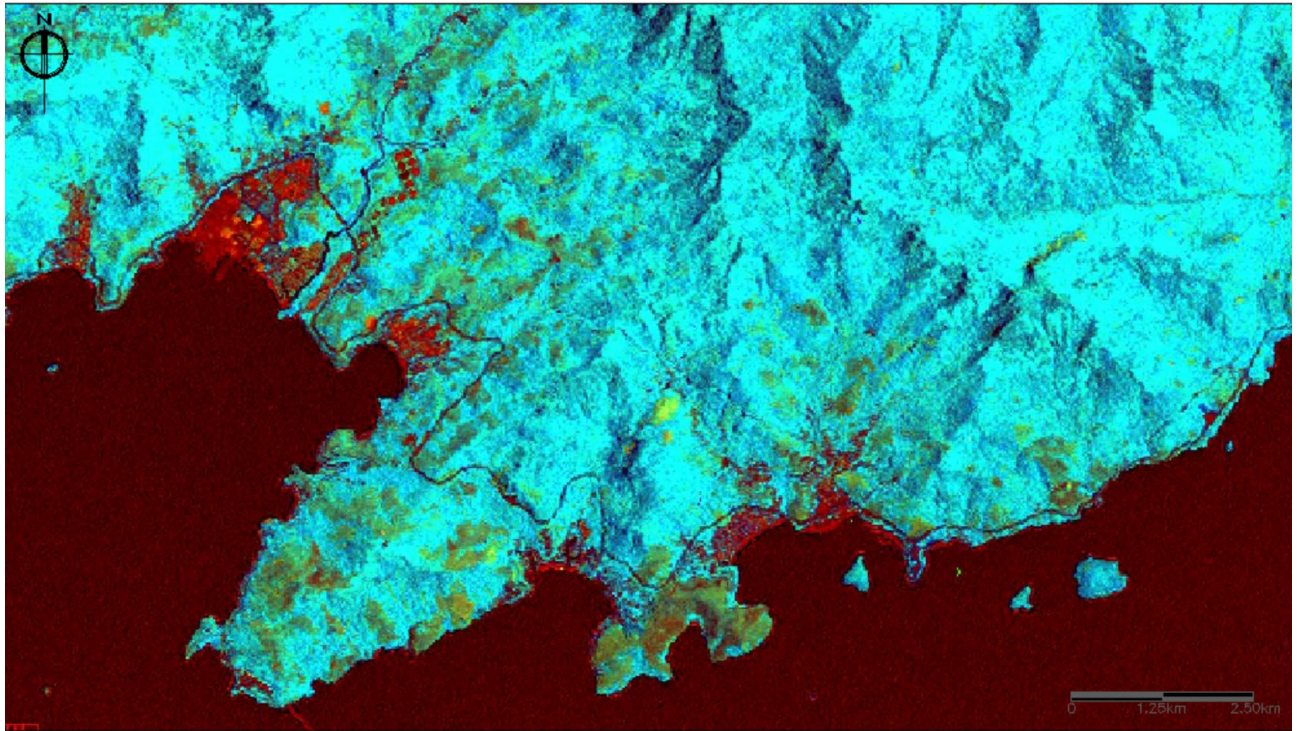


**FIGURA 5.** Razão de Bandas 4/5 – 4/2 – 4/7 RGB, do satélite *Landsat 7*, cena 217/76 (Araujo, 2008).

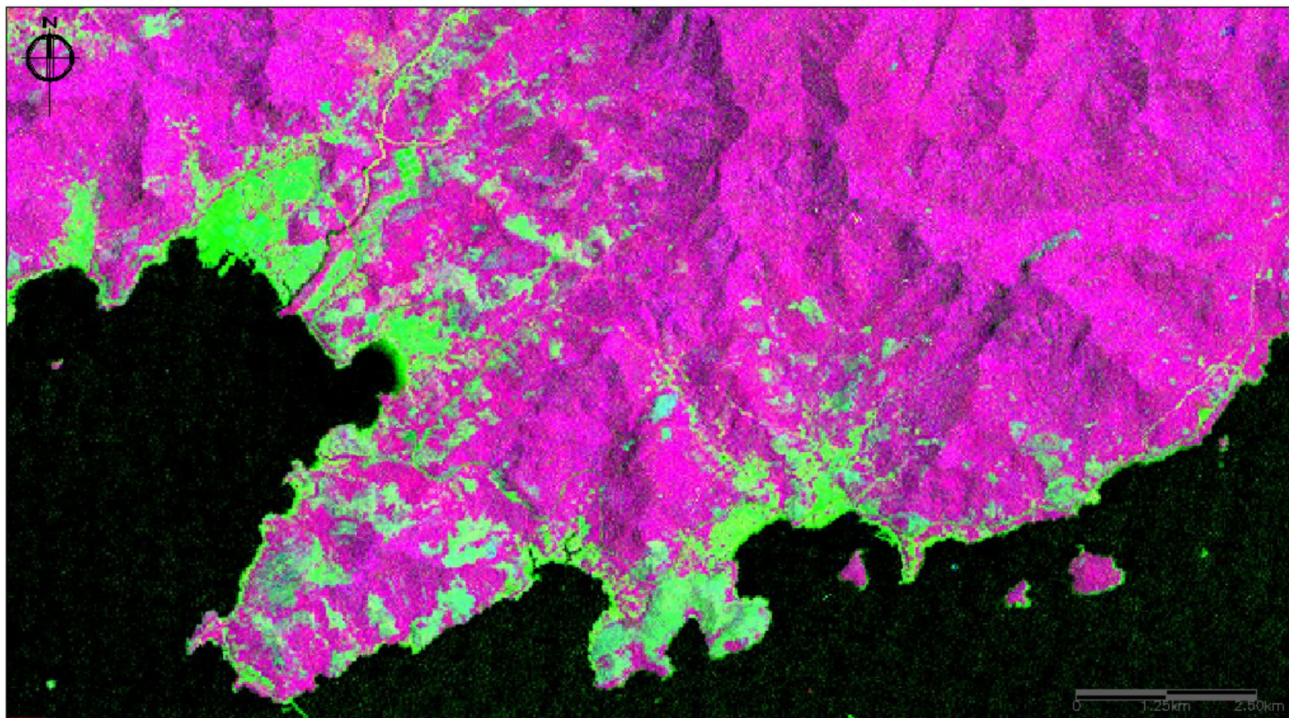


**FIGURA 6.** Razão de Bandas 5/3 – 7/4 – 4/2 RGB, do satélite *Landsat 7*, cena 217/76 (Araujo, 2008).





**FIGURA 7.** Razão de Bandas 7/4 – 5/3 – 4/2 RGB, do satélite *Landsat 7*, cena 217/76 (Araujo, 2008).



**FIGURA 8.** Razão de Bandas 4/1 – 3/2 – 5/3 RGB, do satélite *Landsat 7*, cena 217/76 (Araujo, 2008).

separadamente, tornando mais fácil a interpretação do profissional que avaliará a imagem.

### Razão entre Bandas 4/1-3/2-5/3 (RGB)

Na Figura 8, a rede de drenagem da região esta bem exposta, podendo ser traçadas com facilidade. As regiões urbanas e de pastagem apresentam uma resposta espectral em matizes do verde, porém, as pastagens apresentam um tom mais claro do verde, enquanto que os aglomerados urbanos apresentam-se

em verde fluorescente, podendo assim, serem diferenciados entre si, mas sem muita confiabilidade.

As rochas apresentam uma tonalidade do azul, também não muito visível, mas a morfologia da região fica bem destacada, tornando possível um estudo geomorfológico aprofundado.

**Indicação:** esta composição para a operação de Razão entre Bandas é ótima para estudo e delimitação das drenagens e também para estudos geomorfológicos.

## CONCLUSÃO

No desenvolvimento deste trabalho foi assinalada a importância das tecnologias do sensoriamento remoto e geoprocessamento, no que tange ao uso de ferramentas de informática, para estudos de diversos ramos das geociências, bem como outras áreas do conhecimento, lembrando sempre que a primeira é um instrumento inicial, fornecendo os dados para a construção dos Modelos Digitais de Terreno (MDT), por exemplo. O geoprocessamento utiliza-se de dados matemáticos e computacionais para tratar a informação geográfica. Permite também a obtenção de resultados representativos e adequados ao comportamento de distribuição espacial dos espectros de diferentes atributos e aspectos geológicos e ambientais.

Os processos foram de obtenção de composições coloridas, para as imagens de satélites, a partir da aplicação da transformação IHS – RGB, onde estes dois espaços de cores, através de algoritmos matemáticos, são combinados.

O uso da operação Razão entre Bandas, apresentada neste trabalho, mostrou ser bastante eficiente para diversos estudos, tanto geológicos como de caracterizações ambientais, ou até mesmos onde se pretende realizar projetos de implantação de unidades de conservação, intervenção ou recuperação ambiental de áreas degradadas por equipes transdisciplinares.

Foi possível observar que o procedimento envolvido na divisão de bandas espectrais e suas infinitas

combinações se tornam úteis e trazem novas informações, devido ao fato de, em diferentes composições, R, G ou B, um mesmo alvo apresentar diferentes respostas, dando ao operador do programa a capacidade de realçar um único elemento na imagem, se necessário.

Ao se fazer a interpretação das composições coloridas foram observados diversos problemas, não somente de origem natural como MMG's (movimentos de massas gravitacionais) por exemplo, mas também de origem antrópica, com grandes extensões de áreas desmatadas, para pastagens, e crescimento urbano desordenado no litoral sul do estado do Rio de Janeiro, com grande número de moradias irregulares (Ribeiro & Araujo, 2009), em função, principalmente, da rodovia BR – 101 (Rio – Santos).

Este trabalho mostrou que a Razão entre Bandas, e sua gama de combinações possíveis, se tornam bastantes ricas em informações e, dependendo do que se queira observar, muito mais precisa. Nas imagens podemos perceber que ao depender das composições escolhidas para o R, G e B cada objeto apresenta uma resposta diferenciada, apresentando assim tonalidades diferentes. Com isso, mesmo uma imagem com alta resolução espacial (que é o caso das imagens *Landsat*), se torna possível trabalhos de detalhes, como localização de locais com problemas geoambientais, por exemplo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AB'SABER, A.N. A Baía de Guanabara através dos tempos. **Scientific American Brasil**, n. 56, 3 p., 2007.
2. ARAUJO, T.P. **Novos Métodos Aplicados ao Processamento Digital de Imagens na Região de Mangaratiba – Angra dos Reis, RJ**. Rio de Janeiro, 2008, 95 f. Trabalho Final (Graduação) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
3. BEISL, C.H. **Integração de dados de sensoriamento remoto, geologia, gravimetria e topografia para o estudo do arcabouço estrutural em uma parte do compartimento nordeste da bacia do Recôncavo**. São José dos Campos, 2003. 130 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE.
4. CORRÊA, R.S. Angra dos Reis: Contribuição ao Entendimento de uma Pretensa Vocação Turística - Pensando o Turismo a Partir do Território. In: ENCONTRO NACIONAL DE GRUPOS DE PESQUISA – ENGRUP, 4, 2008, São Paulo. São Paulo: Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas/ USP, 2008, p. 252-278. CD-ROM.
5. CROSTA, A.P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Editora Ver, Universidade de Campinas, 170 p., 1993.

6. DRM – DEPARTAMENTO DE RECURSOS MINERAIS/ COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Projeto Carta Geológica, Folhas Mangaratiba, Ilha Grande, Cunhambebe, Angra dos Reis, Rio Mambucaba / Campos de Cunha, Parati, Cunha, Picinguaba e Juatinga: relatório final.** Rio de Janeiro: Secretaria do Estado de Indústria, Comércio e Turismo, 3 v., 1983.
7. DRURY, S.A. **Image interpretation in Geology.** 2 ed. London: Chapman & Hall, 294 p., 1993.
8. DRURY, S.A. & WALKER, S.D. Display and enhancement of gridded aeromagnetic data of the Solway Basin. **International Journal of Remote System**, v. 8, n. 10, p. 1433-1444, 1987.
9. ENVI 4.0® - **Guia do Envi em Português.** RSI Research System Inc., 2006.
10. HARRISON, B.A. & JUPP, D.L.P. **Introduction to remotely sensed data.** Canberra: CSIRO / Division of Water Resources, 141 p., 1989.
11. MAIA, L.P. & CAVALCANTE, M.D. **Zoneamento da Faixa Marinha do Setor Leste da Zona Costeira do Estado do Ceará.** Governo do Estado do Ceará, 226 p., 2005.
12. MATHER, P.M. **Computer processing of remotely sensed images: an introduction.** New York: John Wiley & Sons, 352 p., 1987.
13. NETTO, L.R.G. O Sensoriamento Remoto nos Estudos Geocológicos e de Organização Espacial. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7, 1993, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Sociedade Brasileira de Computação/INPE, 1993, p. 81-88.
14. RIBEIRO, N.F. & ARAUJO, T.P. Análise comparativa a respeito da questão ambiental por imagens Landsat – Mangaratiba / Angra dos Reis (RJ). In: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO AMBIENTÁVEL, 5, 2009, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009.
15. SESTINI, M.F. **Variáveis geomorfológicas no estudo de deslizamentos em Caraguatatuba – SP utilizando imagens TM-LANDSAT e SIG.** São José dos Campos, 1999. 140 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE.
16. SILVA, L.C. **Geologia do Estado do Rio de Janeiro: texto explicativo do mapa geológico do Estado do Rio de Janeiro.** In: SILVA, L.C. & CUNHA, H.C.S. (Orgs.), Brasília: CPRM, 2ª ed., p. 1-12, 2001.

*Manuscrito Recebido em: 15 de dezembro de 2009  
Revisado e Aceito em: 9 de abril de 2010*