

## Detecção de mudanças através da subtração de valores de refletância corrigidos, na Mesoregião do Leste Maranhense

Cláudio José da Silva de Sousa<sup>1</sup>  
Murilo Sergio Drummond<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Maranhão – UEMA/CECEN  
Cidade Universitária Paulo VI – 65054-970, Tirirical, São Luís-MA, Brasil  
claudio@nemrh.uema.br<sup>1</sup>

<sup>2</sup>Universidade Federal do Maranhão – UFMA/CCBS  
Campus Universitário do Bacanga  
Av. dos Portugueses, S/N, 65085-580, São Luís – MA, Brasil  
drummond@elo.com.br<sup>2</sup>

**Abstract.** The objective of this work is to verify the state of preservation of an area of shelter in the Mesoregião of the Maranhense East, being detected the changes in its interior, through the subtraction of corrected values reflectance. The orbital images in the dates of 11/06/2004 and 20/06/1984 had been submitted to the geometric correction. Into both the dates, the digital numbers of bands 3, 4 and 5 had been transformed into corrected values of reflectance, stored in regular and normalized grids. The pairs of regular grids with normalized values, in the different dates, had been deducted and to the values grouped in class intervals, generating thematic maps of change areas. Images from the subtraction of pairs of image-reflectance had been generated, for both the dates. On these images the change polygons had been overlapped, whose analysis indicated that 90.72% of the area did not present changes, considering the threshold of a shunting line standard, around the average of the corrected and normalized values of reflectance.

**keywords:** detection chance, subtraction reflectance values, detecção de mudanças, subtração de valores de refletância corrigidos.

### 1. Introdução

Em 1947 o senhor Antonio Bacelar Neto adquiriu, por herança, uma propriedade rural com 2200ha, no município de Santa Quitéria do Maranhão, localizado na Mesoregião do Leste Maranhense (GEPLAN, 2002).

A partir da aquisição dessas terras, o proprietário, intensionando criar uma reserva particular, proibiu o uso agrícola, surgindo, a partir de então, uma exuberante floresta mesofítica, semi-decídua, com árvores de 15 a 20m de altura, muitas delas de valor nobre (**Figura 1**).

Com isso, essa área passou a ter uma importância estratégica para a fauna silvestre, servindo de refúgio para animais de diferentes portes, inclusive onça, tendo em vista a intensa ocupação humana, que se seguiu no entorno da mata, representada por áreas abertas, de uso principalmente agrícola.

Reconhecendo sua importância como área de refúgio, atividades de pesquisa vêm sendo desenvolvidas na área, para subsidiar ações mais consistentes de conservação. Busca-se converter a área mais nobre, cerca de 600ha, em Reserva Particular do Patrimônio Nacional (RPPN) Ações vêm sendo intensificadas, tendo em vista que a área sofre intensa pressão por parte de atividades de uso e ocupação do solo, tais como: agricultura de subsistência, queimadas, caça, e, mais recentemente, o cultivo de solo.

Diante das pressões que a área vem sofrendo e como parte das pesquisas desenvolvidas, busca-se, nesse trabalho, verificar o estado de preservação dessa área de refúgio, localizada na Mesoregião do Leste Maranhense, detectando as mudanças no seu interior, através da subtração de valores reflectância corrigidos, correspondentes aos anos de 1984 e 2004.

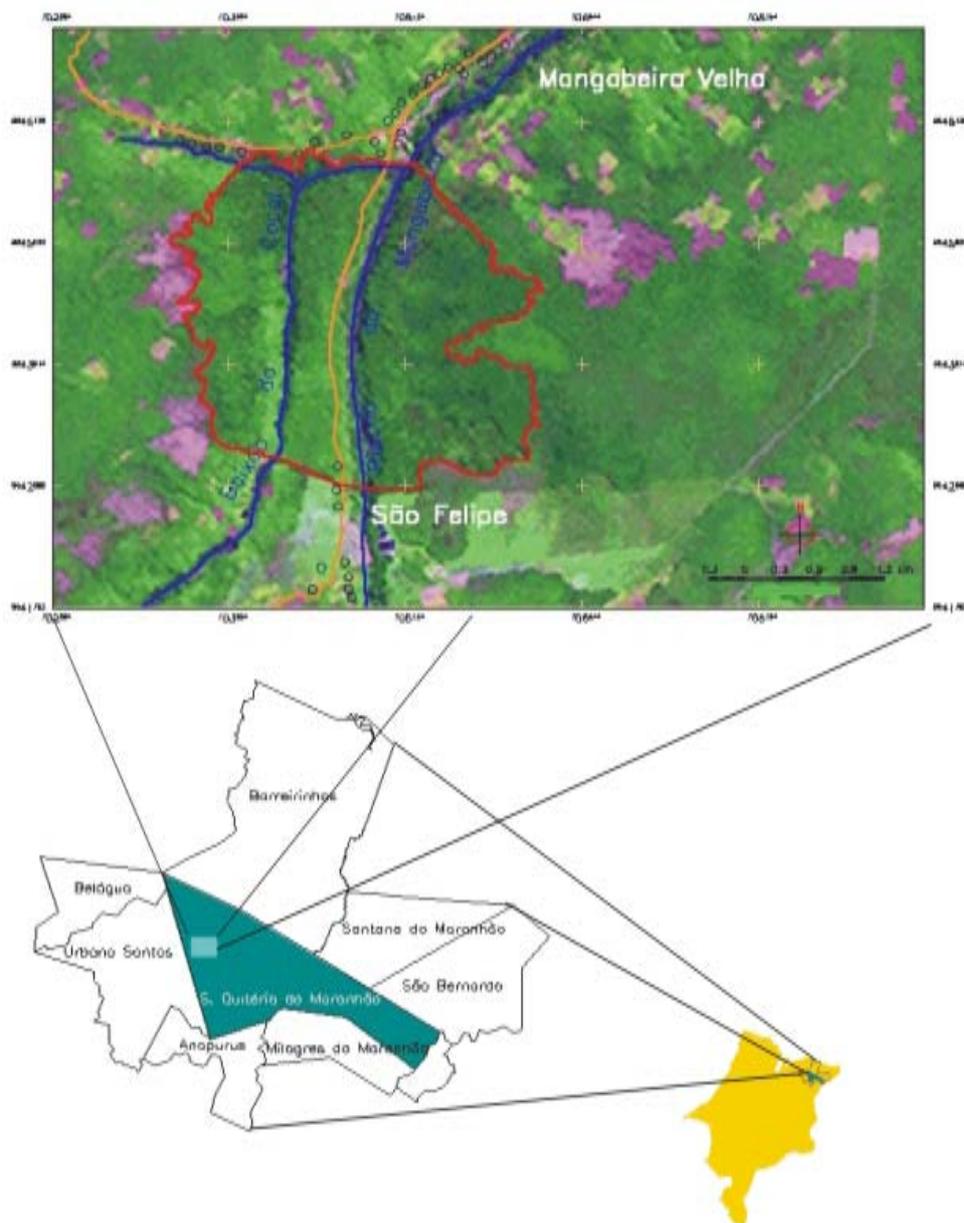


Figura 1 – Composição colorida normal 5(R), 4(G) e 3(B), de 11/06/2004, do entorno da área de refúgio, localizada na Mesoregião do Leste Maranhense.

## 2. Materiais

Para a realização desse trabalho foram utilizados os seguintes materiais:

- Imagens orbitais TM/Landsat 5, de 20/06/1984 e de 11/06/2004, órbita-ponto, 220-62, formato digital (PNOPG<sup>1</sup>/INPE).

<sup>1</sup> Programa Norte de Pesquisa e Pós-Graduação.

- Cartas topográficas, folhas Alcântara, São Luís, Sertãozinho, Boa Vista, Barreirinhas, Humberto de Campos, Itapecuru, S. B. do Rio Preto, Pirapemas, Vargem Grande, Urbano Santos, Rio Gengibre, Chapadinha e Brejo, ambas na escala 1: 100.000, formato digital.
- Sistema SPRING, v.4.0.1.
- Planilhas para conversão dos níveis de cinza em valores de reflectância (Gürtler 2004)

### 3. Metodologia

O trabalho foi desenvolvido segundo os procedimentos metodológicos que se seguem.

#### 3.1. Correção geométrica das cartas topográficas digitais

As cartas topográficas digitais foram corrigidas geometricamente, mediante o registro via teclado. Para cada uma, foram criados quatro pontos de controle, cujas coordenadas foram definidas através dos cruzamentos das quadrículas. As cartas topográficas foram importadas para projetos correspondentes aos seus nomes, dentro do banco de dados *Topográficas*.

#### 3.2. Correção geométrica das imagens orbitais

A imagem orbital de data mais antiga foi corrigida geometricamente, mediante o registro imagem-carta. Neste procedimento, as topográficas digitais foram utilizadas como referência. Foram coletados nove pontos de controle, distribuídos uniformemente sobre a imagem. Em seguida, procedeu-se à correção da imagem de data mais recente, tendo como referência a imagem de data mais antiga. Posteriormente, as imagens foram importadas para o projeto *PNOPG*, dentro do banco de dados *AEMA*<sup>2</sup>.

#### 3.3. Conversão dos níveis de cinza em reflectância corrigida

Empregando as planilhas desenvolvidas por Gürtler (2004), inicialmente, foram inseridos os valores de frequência do histograma da banda TM-1, referentes às datas de 11/06/2004 e de 20/06/1984. Os valores inseridos permitiram a definição do *valor inicial*, necessário à realização da correção atmosférica, segundo o método proposto por Chavez (1988).

Com os dados das imagens: sensor, data de passagem e ângulo de elevação solar, foram definidas, automaticamente, as equações que efetuaram a transformação dos números digitais em valores de reflectância corrigidos, em relação ao espalhamento atmosférico. Essas equações foram manipuladas através da linguagem LEGAL/SPRING, e os valores de reflectância corrigidos foram organizados em grades regulares, com resolução de 30x 30m.

#### 3.4. Padronização das grades regulares

As grades regulares de valores de reflectância corrigidos, correspondentes às bandas TM-3, TM-4 e TM-5, para as datas de 20/06/1984 e de 11/06/2004, foram submetidas à análise exploratória, a partir da qual foram obtidas as suas estatísticas descritivas, destacando-se a média e a variância.

Os histogramas dos valores de reflectância corrigidos, das grades regulares, aproximam-se da função densidade de probabilidade de uma distribuição normal, com média  $\mu$  e variância  $\sigma^2$ . Esses valores foram convertidos a uma normal reduzida, com média 0 e variância igual a 1.

---

<sup>2</sup> Articulação para o Ecodesenvolvimento do Nordeste do Maranhão.

### 3.5. Subtração entre grades regulares

As grades regulares normalizadas, correspondentes à data de 11/06/2004, foram subtraídas daquelas relacionadas à data de 20/06/2004, de acordo com a **Tabela 1**.

**Tabela 1 – Subtração entre pares de grades regulares de valores padronizados**

Data recente	Data antiga	Subtração
TM-3-2004	TM-3-1984	TM-3-2004-1984
TM-4-2004	TM-4-1984	TM-4-2004-1984
TM-5-2004	TM-5-1984	TM-5-2004-1984

### 3.6. Fatiamento dos valores-subtração

Os valores-subtração foram agrupados em intervalos, segundo as classes *mudança* e *não mudança*, tal como apresentados na **Tabela 2**. Tendo em vista que os valores resultantes da subtração, também se aproximam de uma distribuição normal reduzida, adotou-se como limiar entre as duas classes, o valor de um desvio padrão.

**Tabela 2 – Limites das classes de mudança e não mudança**

Subtração	Não mudança	Mudança	Não mudança
TM-3-2004-1984	[-21,26; -1,13[	[-1,13; 1,13]	]1,13, 19.86]
TM-4-2004-1984	[-10,86; -1,03[	[-1,03; 1,03]	]1,03, 8.77]
TM-5-2004-1984	[-11,31; -1,06[	[-1,06; 1,06]	]1,06; 10.86]

Definidos esses limites, procedeu-se ao *fatiamento* das grades regulares, gerando-se mapas temáticos de áreas de mudança para as três bandas. Os três mapas temáticos foram agrupados em um único produto, por meio das operações Booleanas, da linguagem LEGAL/SPRING.

O mapa temático resultante do agrupamento foi convertido da representação matricial para a vetorial e os polígonos resultantes foram sobrepostos aos padrões observados em imagens-subtração.

### 3.7. Geração das imagens-subtração

As imagens-subtração, correspondentes às bandas TM-3, TM-4, TM-5, para ambas as datas, foram geradas a partir das imagens-reflectância. Estas se originaram da multiplicação dos valores de reflectância pelo *Multiplicador*, obtido mediante o emprego da planilha *Reflectância Corrigida* (Gürtler, 2004).

Antecedendo à subtração de pares de imagens-reflectância, procedeu-se à equalização dos seus histogramas, em termos dos valores de média ( $\mu$ ) e desvio padrão ( $\sigma$ ) (Crósta, 1992). Isso foi realizado, empregando-se a **Equação 1**. Para o cálculo dos fatores de *ganho* ( $A$ ) e “*off set*” ( $B$ ), tomou-se, como referência, a imagem de data mais antiga. Já a imagem de data mais recente foi submetida à transformação.

$$G_{2004^*}(i,j) = G_{2004}(i,j) \cdot A + B \quad (1)$$

onde:

$G_{2004^*}(i,j)$  = Imagem-reflectância de 2004 transformada,

$G_{2004}(i,j)$  = Imagem-reflectância de 2004

$A$  = Fator de ganho ( $\sigma_{1984} / \sigma_{2004}$ ) e

$B$  = Fator de “*off set*” ( $\mu_{1984} - \sigma_{1984} / \sigma_{2004} \cdot \mu_{2004}$ ).

Procedeu-se á subtração entre pares de imagens-reflectância e as imagens-subtração geradas foram organizadas na composição colorida 4(R), 5(G) e 3(B). Sobre essa composição colorida foram observados polígonos das áreas de mudança e não mudança do mapa temático, dando-se um enfoque especial aos limites da área de refúgio. Nesta foram calculadas as áreas de mudança e não mudança presente em seu interior.

### 3. Resultados e Discussão

No registro imagem-carta, para a data de 20/06/1984, o erro de pontos de controle foi da ordem de 0,006. Para a data de 11/06/2004, submetida ao registro imagem-imagem, o erro foi de 0,003. Buscou-se atingir erros dessa ordem, visando à concordância dos pixels nas duas datas.

Empregando as planilhas para conversão dos níveis de cinza para valores de reflectância corrigidos, obtiveram-se os valores de iniciais de níveis de cinza 43 e 54, para as datas de 11/06/84 e 20/06/1984, respectivamente, inserindo ambas as imagens no modelo de atmosfera *muito limpa*. Para evitar análises localizadas, os valores iniciais foram calculados empregando-se os histogramas das cenas todas.

A **Figura 2** ilustra a composição colorida 4(R), 5(G) e 3(B) das imagens-subtração, sobre a qual encontram-se os polígonos correspondentes às áreas de mudança em tonalidades altas e baixas.

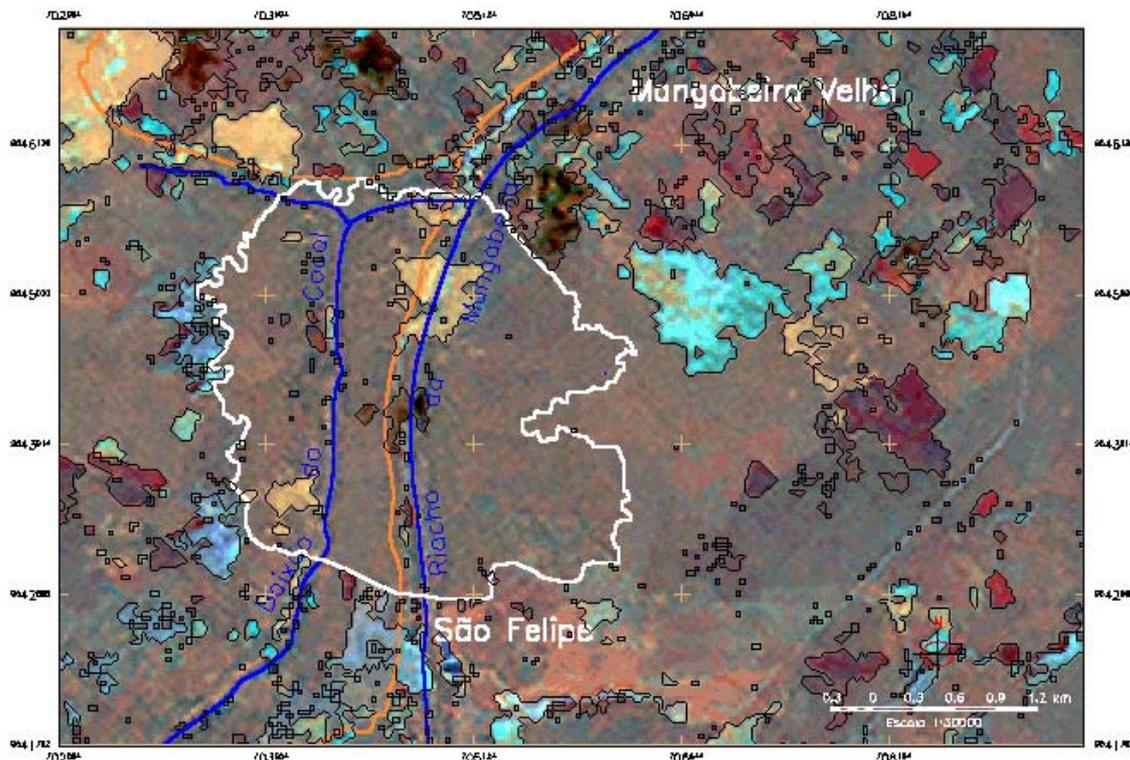


Figura 2 – Composição colorida 4(R), 5(G) e 3(B) das imagens-subtração, com os polígonos das áreas de mudança e área de refúgio.

As áreas de mudança distribuem-se com freqüência ao longo dos principais rios, estradas e no entorno das comunidades, no caso em estudo, Mangabeira Velha e São Felipe, e dizem respeito às atividades agrícolas, destacando-se o plantio da mandioca, feijão, milho. Algumas feições de mudança em tonalidades altas e baixas correspondem a nuvens/sombras, presentes na data de 20/06/1984.

Na área de refúgio, as tonalidades médias são freqüentes, indicando o seu estado de preservação ao longo dos vinte anos. Feições de mudança surgem ao longo dos rios Baixão do Cocal e Riacho da Mangabeira, indicando a presença de pequenas alterações na morfologia do rio, em decorrência dos fenômenos morfodinâmicos, verificados à montante da área. Outras feições surgem ao longo da estrada que transpassa a área. A freqüência de feições de mudança além dos limites da área de refúgio demonstra a tensão que a mesma vem sofrendo por parte das atividades antrópicas.

Por meio do mapa temático de áreas de mudança (**Figura 3**), foram computadas as medidas das classes temáticas por polígono, no caso, o da área de refúgio, e sintetizadas na **Tabela 3**. De acordo com os dados abaixo, observa que 90,72% da área não apresentou mudanças, considerando o limiar de um desvio padrão, em torno da média dos valores de reflectância corrigidos e normalizados. Vale ressaltar que, nesse percentual, as áreas de mudança devido à presença de nuvens foram incluídas. Portanto, as áreas as mudanças relacionadas ao uso/cobertura vegetal estão abaixo de 9,28%.

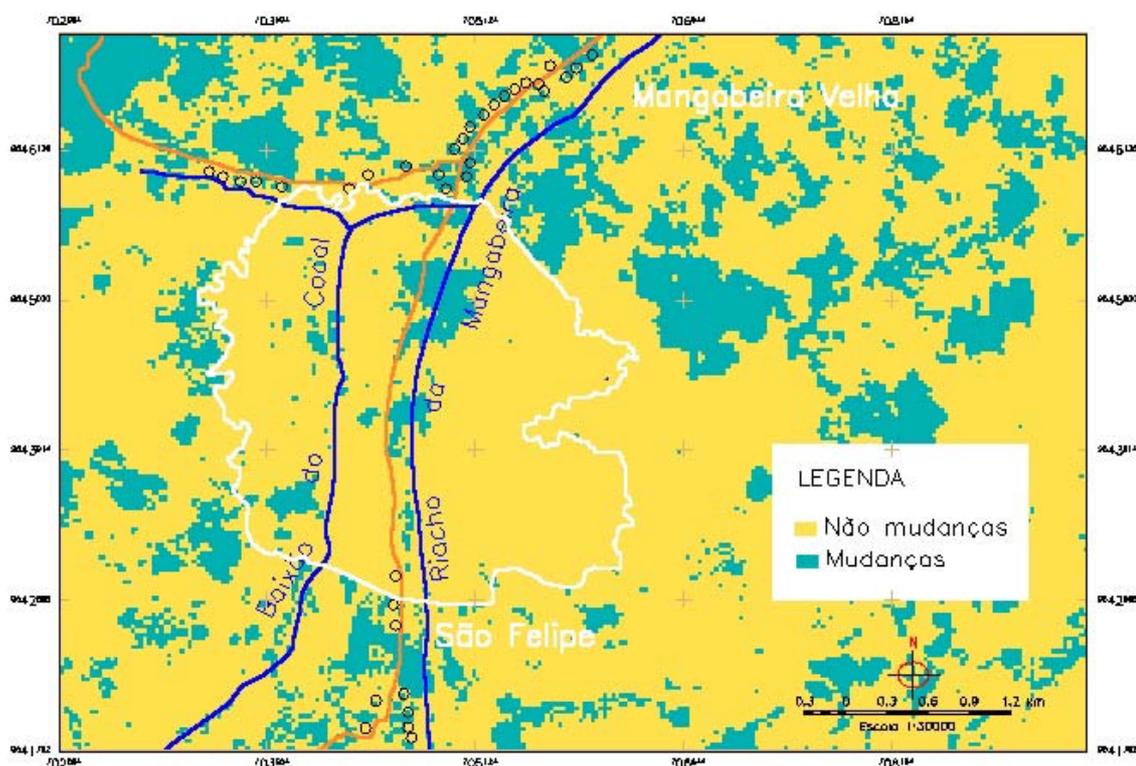


Figura 3 – Mapa temático de área de mudança e não mudança.

**Tabela 3 – Área e porcentagem das classes temáticas**

<b>Classe temática</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Porcentagem (%)</b>
Não mudança	6,44	90,72
Mudança	0,66	9,28
<b>Total</b>	<b>7,10</b>	<b>100,00</b>

#### 4. Conclusões

A conversão dos níveis de cinza para valores de reflectância corrigidos representa um processamento de grande importância, quando se utilizam imagens multitemporais de Sensoriamento Remoto, pois as imagens são ajustadas para igual condição atmosférica.

A técnica de detecção de mudanças empregando as ferramentas dos MNT's apresentou maiores possibilidades quanto ao agrupamento dos valores-subtração em classes temáticas de mudança e não mudança.

Considerando um limiar de um desvio padrão em torno da média dos valores de reflectância corrigidos e normalizados, verificou-se que a área de refúgio não apresentou mudanças no seu interior, apesar da tensão que a mesma vem sofrendo no seu entorno, por parte das atividades antrópicas.

#### 5. Referências

Chavez Jr., P.S. An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data. **Remote Sensing of Environment**, v. 24, p. 459-479, 1988.

Crósta, P. A. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas: IG/UNICAMP, 1992. 170p.

Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico (GEPLAN). **Atlas do Maranhão**. São Luís: UEMA/GEPLAN, 2002. 44P.

Gürtler, S. **Planilha para transformação dos números digitais das imagens dos satélites Landsat 5 e 7 em valores de significado físico - reflectância**. São José dos Campos: INPE, 2004.

Luiz A. J. B.; Gürtler, S.; Gleriani, J. M.; Epiphânio, J. C. N.; Campos, R. C. Reflectância a partir do número digital de imagens ETM+. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 11., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2003. p. 2071 - 2078. Disponível na biblioteca digital URLib: Acesso em 22 abr. 2004.