

Subtração de imagens para detecção de mudanças na cobertura vegetal da bacia hidrográfica do Rio Alegre – Alegre/ES

Kennedy Ribeiro da Silva¹
Daiani Bernardo Pirovani¹
Larice Nogueira de Andrade²
Alexandre Rosa dos Santos¹
Roberto Avelino Cecílio¹
João Paulo Bestete¹

¹Universidade Federal do Espírito Santo – UFES/ Departamento de Engenharia Florestal, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Avenida Carlos Lindemberg, s/n, Centro, Jerônimo Monteiro – ES, Brasil.

²Universidade Federal do Espírito Santo – UFES/ Departamento de Engenharia Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Centro Tecnológico, UFES, Vitória – ES, Brasil.

kennedyfloresta03@hotmail.com; daianipirovani@hotmail.com; lariceandrade@gmail.com; joaopaulobestete@bol.com.br; mundogeomatica@yahoo.com.br.

Abstract. This paper applies the index of high resolution vegetation (NDVI) in the vegetation change detection for the Alegre river hydrographic basin (Alegre - ES). Analyses were made by using CBERS sensors images from August 2004 to July 2008. The obtained results detection little land-cover changes, suggesting a preserved vegetation cover.

Palavras-chave: NDVI, sensoriamento remoto, change detection, CBERS.

1. Introdução

O mapeamento e monitoramento da cobertura vegetal receberam considerável impulso nas últimas décadas, com o advento do sensoriamento remoto, e processamento digital de imagens. O avanço nas pesquisas, a geração de novos sensores orbitais, e sua distribuição de forma mais acessível aos usuários, torna as imagens de satélite um dos produtos do sensoriamento remoto mais utilizado para análise da cobertura terrestre. Essas tecnologias contribuem para o mapeamento, monitoramento, fiscalização e controle da cobertura vegetal de extensas áreas da superfície terrestre (Ponzoni 2001).

Segundo Florenzano (2002), as imagens de satélite proporcionam uma visão sinóptica (de conjunto) e multitemporal (de dinâmica) de extensas áreas da superfície terrestre. Moreira (2005) afirma que os dados de reflectância dos alvos podem ser transformados em índices de vegetação, que foram criados com o intuito de ressaltar o comportamento espectral da vegetação em relação ao solo e a outros alvos da superfície terrestre, sendo o NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) um dos índices mais utilizados.

A utilização de imagens de sensores remotos e a aplicação destes índices, em particular, o NDVI, são importantes na análise da dinâmica temporal da vegetação, geralmente associada ao crescimento das plantas. Relação empírica entre o ciclo climático anual e a variação sazonal do NDVI foi analisada em nível global por Potter e Brooks (1998). Estudos deste tipo existem em regiões semi-áridas da África (Justice et al., 1991; Nicholson e Farrar, 1994) e em ecossistemas brasileiros de cerrado (Assad et al., 1996) e de floresta amazônica (Almeida e Batista, 1998).

Diante do exposto e da potencialidade das imagens multi-temporais na captura da dinâmica da paisagem, este trabalho tem por objetivo analisar as mudanças na cobertura vegetal da bacia hidrográfica do Rio Alegre.

2. Metodologia

A área de estudo compreende a bacia hidrográfica do Rio Alegre situada entre os meridianos 41°28'00" e 43°22'30" Oeste e os paralelos 20°46'00" e 20°55'00" Sul, no município de Alegre, no Estado do Espírito Santo (Figura 1). O Clima da região de estudo, de acordo com a classificação climática de Köppen, está enquadrado no tipo Cwa. Trata-se de um clima tropical de altitude, marcado por inverno seco e verão chuvoso.

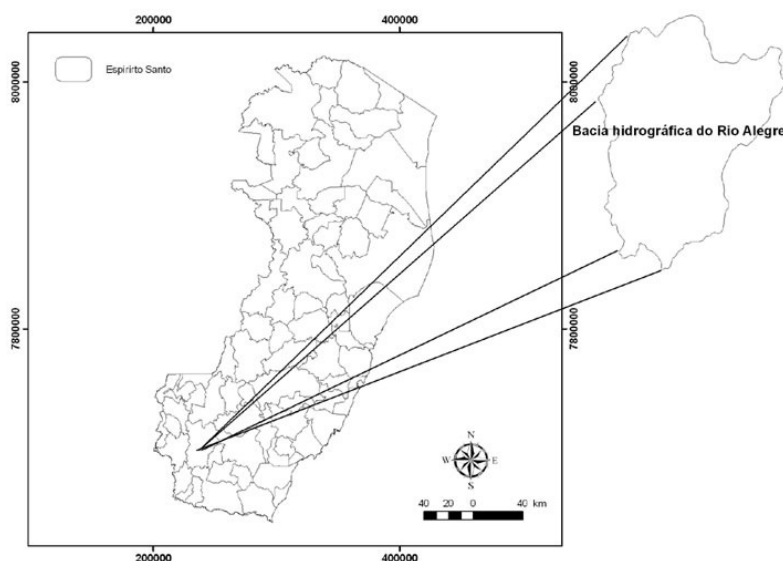


Figura 1. Área de estudo.

A análise das mudanças na cobertura vegetal foi realizada entre o período de agosto de 2004 a julho de 2008. O material utilizado foi composto pelos seguintes itens:

- Imagens Orbitais CCD/CBERS 2, de 11/08/2004 e 21/07/2008, órbita-ponto, 149-123;
- Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas – SPRING v 5.0 (DPI/INPE);
- Software de sistema de informações geográficas ArcGis 9.2/arcinfo;

O índice de vegetação (*NDVI*) utilizado neste trabalho (Equação 1) apresenta como variáveis as bandas do vermelho (banda 3) e do infravermelho próximo (banda 4).

$$NDVI : \frac{IVP - V}{IVP + V} \quad (1)$$

Onde,

IVP : valor da reflectância da banda no Infravermelho próximo

V : valor de reflectância da banda no vermelho

Para compatibilizar os níveis de cinza dos elementos de imagem em cada banda espectral envolvidas no processamento foi utilizado o método da Uniformização das Médias e Variâncias – UMV. Este método consiste em igualar as médias e as variâncias de duas

imagens através de uma transformação linear. Para isso, são calculados os parâmetros (ganho e *offset*) da função preservando, na imagem resultante, a média e a variância da imagem de referência. O cálculo do ganho e *offset* são baseados na função de transformação $f(x) = ax + b$, ou seja:

$$\mu_R = \text{ganho} * \mu_S + \text{offset} \text{ e } \sigma_R^2 = \text{ganho}^2 * \sigma_S^2$$

Na uniformização das médias e variâncias, a imagem de 21/07/2008 foi utilizada como referência (*R*), e a de 11/08/2004 como imagem de ajuste (*S*). Em seguida, foram calculados os valores de ganho (Equação 2) e *offset* (Equação 3) aplicados às bandas 3 e 4 da imagem de ajuste (*S*) (Equação 4).

$$\text{Ganho} = \sqrt{\frac{\sigma_R^2}{\sigma_S^2}} \quad (2)$$

$$\text{Offset} = \mu_R - \left(\sqrt{\frac{\sigma_R^2}{\sigma_S^2}} * \mu_S \right) \quad (3)$$

Onde:

σ_R^2 : Variância dos níveis de cinza da imagem 21/07/2008.

σ_S^2 : Variância dos níveis de cinza da imagem 11/08/2004.

μ_R : Média dos níveis de cinza da imagem 21/07/2008.

μ_S : Média dos níveis de cinza da imagem 11/08/2004.

$$S' = S * \text{ganho} + \text{offset} \quad (4)$$

Com o intuito de realçar a vegetação dos demais alvos da área, reduzindo ao mínimo a influência do solo, foram geradas as imagens NDVI de 11/08/2004 e de 21/07/2008, a partir da reflectância correspondente às bandas 3 e 4, utilizando a Equação 1. Para avaliar as mudanças ocorridas entre o período estudado, foi realizada a subtração de imagens de acordo com a Equação 5.

$$C = (A - B) \quad (5)$$

Onde:

C = Imagem-subtração

A = Imagem NDVI correspondente à data 21/07/2008

B = Imagem NDVI correspondente à data 11/08/2004

A utilização dos valores de ganho e *offset* (Equação 5) é importante para deslocar os níveis de cinza da imagem para valores positivos, evitando assim a compressão dos dados e a perda de informação. O resultado dessa subtração foi à imagem NDVI-04-08, na qual foram retiradas as estatísticas dos níveis de cinza de seu histograma: média $\mu = 77,56$; variância $\sigma^2 = 25,80$ e desvio padrão $\sigma = 5,08$. Esses valores foram necessários para a definição das classes temáticas apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1- Limites das classes temáticas

Classes	Níveis de Cinza
Desmatamento	0 a $\mu - \sigma$ (0 a 72,48)
Não mudança	$\mu - \sigma$ a $\mu + \sigma$ (72,48 a 82,63)
Regeneração	$\mu + \sigma$ a 255 (82,63 a 255)

3. Resultados Obtidos

Na Tabela 2 são apresentados os valores de ganho e *offset* obtidos a partir das Equações 2 e 3. As imagens ajustadas de acordo com a Equação 4, submetidas ao método de uniformização de médias e variâncias, compatibilizando as estatísticas dos níveis de cinza com a imagem de referência, são apresentadas na Figura 2.

Tabela 2 - Valores de ganho e *offset* para as bandas 3 e 4 da imagem CBERS-CCD.

	Ganho	Offset
Banda 3-2004	0,430	12,261
Banda 4-2004	0,939	-24,97

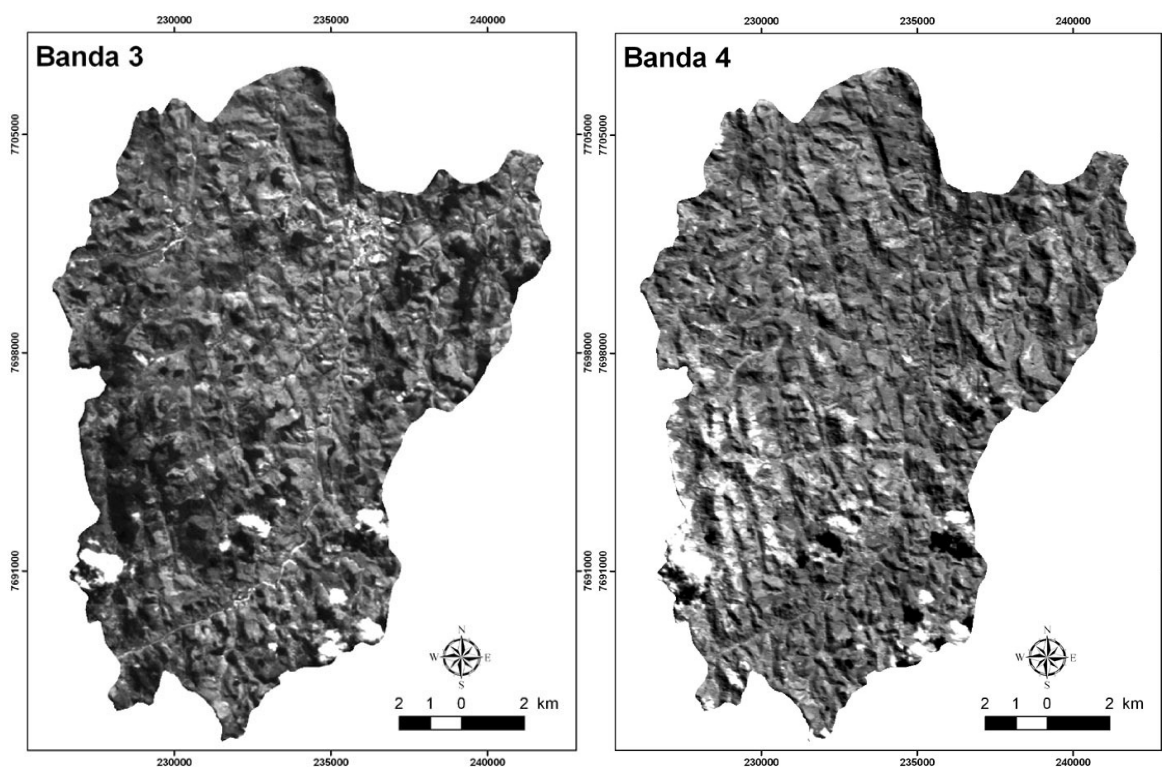


Figura 2 - Bandas 3 e 4 ajustadas.

O NDVI-04-08 obtido pela subtração das imagens NDVI-08 e NDVI-04, de acordo com a Equação 5, é apresentado na Figura 3. As tonalidades mais claras correspondem às áreas com cobertura vegetal; já os tons mais escuros indicam áreas de mudança ou desmatamento; e as tonalidades medianas correspondem às áreas que não sofreram alteração no período de estudo.

A mudança da cobertura vegetal ocorrida na bacia hidrográfica do Rio Alegre é ilustrada na Figura 4. As classes temáticas, desmatamento, não mudança e regeneração apresentaram

áreas de 21,588 km² (10,26 %); 167,307 km² (79,49 %) e 21,582 km² (10,25 %), respectivamente. A classe de não mudança é predominante na região, demonstrando uma contínua redução dos desmatamentos, sendo explicado principalmente pelo fato da área já ter sido tomada há muitos anos pelo processo de urbanização e expansão das fronteiras agrícolas.

O desmatamento na bacia do rio Alegre está situado em maior parte na região Sudoeste, essa classe temática se consolida devido à presença intensiva da agricultura e pecuária. Por meio da análise do mapa temático (Figura 4), torna-se mais evidente a dinâmica de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Rio Alegre. As áreas das classes de regeneração e desmatamento possuem valores muito próximos, induzindo a uma condição de sustentabilidade na bacia, no entanto, o ideal seria comparar esses resultados com a realidade de campo.



Figura 3- Evolução temporal do NDVI (período de 08/2004 e 07/2008).

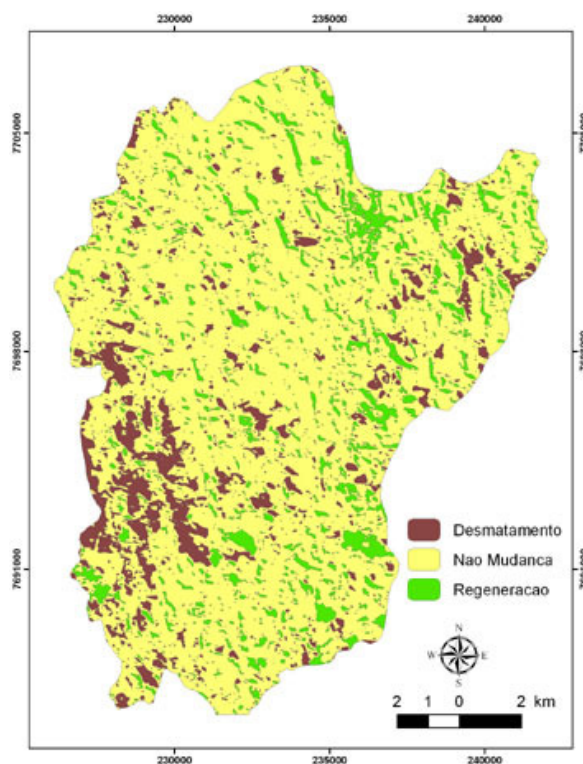


Figura 4- Mudança da cobertura da terra no período de 08/2004 a 07/2008.

4. Conclusão

A cobertura vegetal da bacia hidrográfica do rio Alegre se apresentou conservada ao longo dos quatro anos. Tal fato é ressaltado quando se observa a predominância da classe não mudança, acompanhada pela similaridade entre as áreas das classes de regeneração e desmatamento.

Como extensão deste trabalho, sugere-se que sejam realizadas análises da cobertura vegetal em períodos distintos e também futuros, a fim de verificar se áreas desmatadas e em regeneração continuarão apresentando as mesmas condições verificadas neste trabalho, e conseqüentemente sugerindo a sustentabilidade da bacia.

5. Referências Bibliográficas

Assad, E.D.; Castro, L.H.R.; Almeida, S.A.O. Análise exploratória da variação espaço temporal do índice de vegetação NOAA/AVHRR e pluviometria: caso dos cerrados brasileiros. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 8., 1996, Salvador. **Anais...** São José dos Campo: INPE, 1996. Artigos, p. 491-493. CD-ROM, On-line. 85-17-00014-5. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/sid.inpe.br/deise/1999/02.04.14.42/doc/T30.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2008.

Almeida, E.S.; Batista, G.T. Índice de vegetação versus precipitação na Amazônia. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 8., 1998, Santos. **Anais...** São José dos Campo: INPE, 1998. Artigos, p. 1397-1407. CD-ROM, On-line. 85-17-00015-3. Disponível em: <http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/lise/2004/07.20.14.26/doc/2_72o.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2008.

Florenzano, T. G. **Imagens de satélites para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 97 p.

Justice, C.O.; Dugdale, G.; Townshend, J.R.G.; Narracott, A.S.; Kumar, M. Synergism between NOAA-AVHRR and Meteosat data for studying vegetation development in semi-arid West África. **International Journal of Remote Sensing**, v.12, n.6, p 1349-1368, 1991.

Moreira, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 3ª edição. Editora UFV, 2005. 320p.

Nicholson, S.E.; Farrar, T.J. The influence of soil type on the relationships between NDVI, rainfall and soil moisture in semi-arid Botswana. **Remote Sensing of Environment**, v.50, p. 107 - 120, 1994.

Ponzoni, F. J. Comportamento espectral da vegetação. In: P. R. Meneses; J. S. M. Netto. **Sensoriamento remoto: reflectância dos alvos naturais**. Brasília: Editora Universidade de Brasília/Embrapa Cerrados, 2001. p. 157-199.

Potter, C.S.; Brooks, V. Global analysis of empirical relations between annual climate and seasonality of NDVI. **International Journal of Remote Sensing**, v.19, n.15, p. 2921-2948, 1998.