

Estimativa de fitomassa através de NDVI no Parque Nacional da Chapada Diamantina

Thiago Souza de Alencar Gondim¹
Washington de Jesus Sant'Anna da Franca Rocha¹

¹ Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS
{talencar, francarocha}@gmail.com

Abstract

The fire is considered a natural phenomenon in the Chapada Diamantina National Park, however, increased their frequency and intensity makes it a problem due to the size of the areas that are affected. Ways of preventing the occurrence of fire have been developed in different environments and use the accumulation of biomass as a major variable in the diagnosis of areas of fire risk. This feature can be achieved through the use of remote sensing products such as vegetation index. The present study utilized a Landsat 5 satellite image dated 27 September 2009 to generate the NDVI and compare with field data. Field collections were made in three distinct phytophysognomies for comparison with data generated by the index. Was used a simple linear regression for comparison with the values obtained. The correlation was very strong and positive ($r = 0.9082$) with highly significant P ($P < 0.05$) between the two variables indicating the possibility of using biomass index for monitoring.

Palavras-Chave: Sensoriamento Remoto, Índice de Vegetação, Fitomassa

1. Introdução

O Parque Nacional da Chapada Diamantina é uma unidade de conservação que tem por objetivo proteger amostras dos ecossistemas da serra do Sincorá. Apesar do fogo ser considerado um fenômeno natural no Parque, o aumento da frequência e da intensidade com que ocorre tem o tornado em um problema pela dimensão das áreas que são afetadas. Formas de prevenção à ocorrência do fogo têm sido desenvolvidas em diversos ambientes e utilizam variáveis biofísicas da vegetação para prevenir tais eventos. O acúmulo de fitomassa é uma variável relevante para o diagnóstico de risco de incêndio e pode ser obtido através do uso de sensores orbitais. Produtos de sensoriamento remoto tais como índice de vegetação vem sendo utilizados para o monitoramento das características biofísicas da vegetação. O presente trabalho teve como principal objetivo verificar a eficácia do NDVI no monitoramento das características biofísicas das formações encontradas.

2. Metodologia

2.1. Área de estudo

O presente estudo foi desenvolvido na região norte no Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD) (figura 1) o qual localiza-se na região da borda leste da Chapada Diamantina, e inclui os municípios de Andaraí, Ibicoara, Lençóis, Mucugê e Palmeiras.

Situa-se entre as coordenadas geográficas 41°35'–41°15' Longitude Oeste e 12°25'–13°20' Latitude Sul.

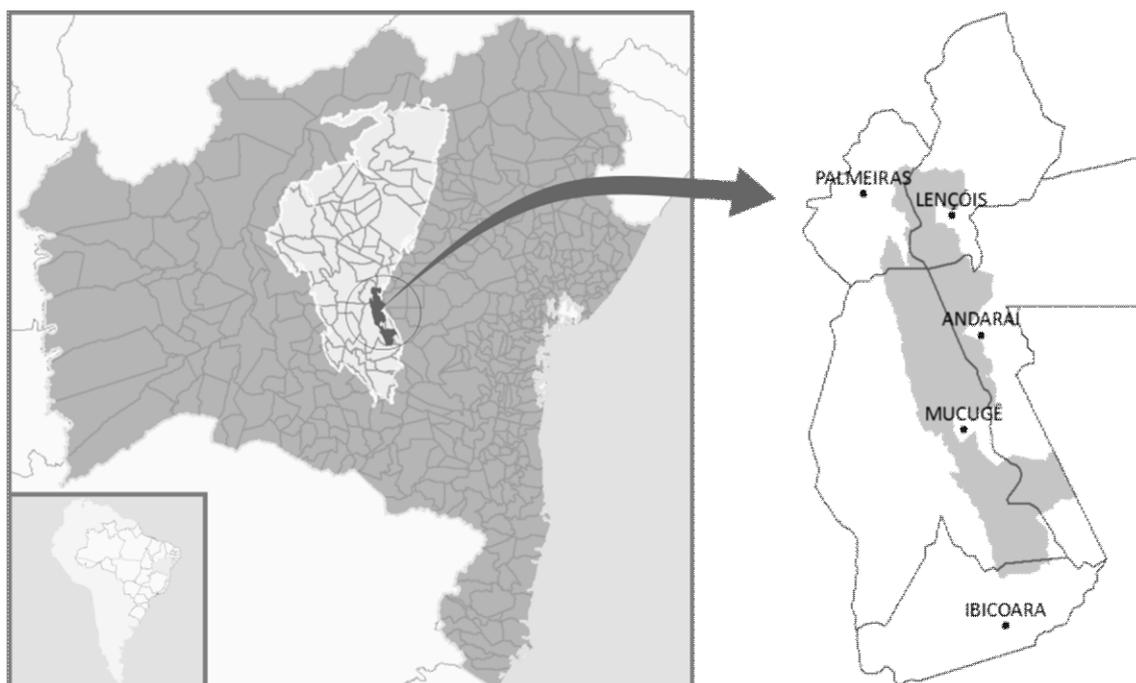


Figura1. Localização do Parque Nacional da Chapada Diamantina

2.2. Imagens de satélite

Para a realização deste trabalho foi utilizada uma imagem do Mapeador Temático (TM) do satélite Landsat 5 correspondente a data de 27 de setembro de 2009 .

2.3. Pré-processamento das imagens

O pré-processamento das imagens para obtenção dos índices de vegetação seguiu as etapas descritas a seguir.

2.3.1. Calibração radiométrica

Consiste na conversão do número digital (ND) de cada pixel da imagem em radiância espectral monocromática. Essa radiância representa a radiação solar refletida por cada pixel em cada banda (L_{λ_i}), por unidade de área, de tempo, de ângulo sólido e de comprimento de onda. A equação utilizada (equação 1) é a proposta por Markham & Baker (1987):

$$L_{\lambda} = L_{\text{MIN}} + \left(\frac{L_{\text{MAX}} - L_{\text{MIN}}}{ND_{\text{MAX}}} \right) ND$$

em que “ L_{MIN} ” e “ L_{MAX} ” são as radiâncias espectrais mínimas e máximas respectivamente, ND é a intensidade do pixel (número inteiro compreendido entre 0 e 255) e ND_{MAX} é a maior intensidade de pixel registrado na imagem.

2.3.2. Correção atmosférica e extração da reflectância

A correção atmosférica e extração da reflectância das imagens multiespectrais TM foi realizada no módulo FLAASH (Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes), implementado no ENVI 4.3 (RSI, 2006).

A extração da reflectância trata-se da razão entre o fluxo radiante refletido e o fluxo radiante incidente obtida segundo equação 2 (RSI, 2006):

$$\rho_{\lambda} = \frac{\pi \cdot L_{\lambda}}{K_{\lambda} \cdot \cos Z \cdot d_r}$$

onde L_{λ} é a radiância espectral, K_{λ} é a irradiância solar espectral no topo da atmosfera, Z é o ângulo zenital solar e d_r é o quadrado da razão entre a distância média Terra-Sol (r_0) e a distância Terra-Sol (r) em dado dia do ano (RSI, 2006).

2.3.3. Registro de imagens

Consiste em fazer vínculo entre as coordenadas da imagem a ser registrada com as coordenadas do sistema de referência através de pontos de controle. Para tanto, as coordenadas dos pontos de controle devem ser conhecidas tanto na imagem de ajuste (imagem a ser registrada) como no sistema de referência. Para o registro das imagens obtidas utilizou-se uma cena orbita-ponto 217/69 anteriormente registrada, encontrada no banco de dados do projeto PROBIO como sistema de referência.

Após o procedimento de pré-processamento da imagem prosseguiu-se com o cálculo do NDVI.

2.4. NDVI

O NDVI têm sido amplamente utilizado na literatura (ZHENG *et al.*, 2004; FOODY *et al.*, 2003; MATSUMOTO & BITTENCOURT, 2001) e em muitos estudos é utilizado para estimar fitomassa.

Esse índice utiliza as bandas do Infravermelho Próximo e do Vermelho normalizando os números digitais por razão simples em um intervalo de -1 a +1. É dado pela equação 3:

$$NDVI = \frac{IvP_{TM4} - V_{TM3}}{IvP_{TM4} + V_{TM3}}$$

onde IvP corresponde à banda do infravermelho próximo e V a banda do vermelho.

2.5. Dados de campo

Foram escolhidas três fitofisionomias para a realização das coletas e em cada uma foram feitas coletas para o equivalente à 4 parcelas de 25x25m correspondentes à área de um pixel da imagem utilizada.

2.6. Análise estatística

Para a correlação dos dados coletados em campo com os índices obtidos através das imagens digitais foi utilizado o método de regressão linear simples (SANTOS, 1988; PINHEIRO, 2008; PINHEIRO *et al.*, 2009). A função de regressão linear simples é dada pela equação 4:

$$y = a + bx$$

onde “y” é a variável dependente, “x” a variável independente e “a” e “b” correspondem aos coeficientes da regressão. No presente estudo as análises de regressão contaram com os índices de vegetação como variáveis dependentes e os dados de campo como variáveis independentes. Na tabela 2 são apresentadas as classes adotadas neste trabalho para avaliação da correlação dentre as variáveis.

Tabela 1. Interpretação dos coeficientes de regressão linear simples

Valor de r (+ ou -)	Correlação
0,00 – 0,19	Bem fraca
0,20 – 0,39	Fraca
0,40 – 0,69	Moderada
0,70 – 0,89	Forte
0,90 – 1,00	Muito forte

Fonte: Adaptado de PINHEIRO, 2008

3. Resultados e Discussão

Na tabela 1 são apresentados os parâmetros obtidos da fitomassa foliar (peso seco) e do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada. A correlação gerada pela regressão linear simples entre o NDVI e a fitomassa coletada em campo é apresentada na figura 2. A correlação entre os dados mostrou-se muito forte e positiva ($r = 0,9082$), com p significativo ($p < 0,05$) entre as duas variáveis.

Pinheiro (2008), comparando os valores de NDVI com dados de campo para áreas de cerrado sensu stricto e cerradão na região de São Paulo, encontrou valores diferenciados para cada fisionomia. No cerradão o índice apresentou melhor correlação ($r = 0,516$ e $p = 0,037$) que no cerrado sensu stricto ($r = 0,320$ e $p = 0,095$). A variação ocorrida no desempenho do índice em distintas fisionomias pode ser explicada pela diferença da diversidade florística e complexidade estrutural em cada fisionomia visto que diferentes combinações entre os estratos arbóreo, arbustivo e herbáceos do cerrado determinam fortes variações nos parâmetros biofísicos (ASNER & WARNER, 2003).

Em contrapartida pesquisas realizadas em fitofisionomias de maior homogeneidade vegetal tais como florestas de pinheiro do hemisfério norte obtiveram melhores resultados para estimativa de fitomassa com dados de sensores eletro-ópticos (ZHENG *et al.*, 2004; MAURO, 2004). As áreas coletadas não apresentaram alta riqueza (tabela 3) e há homogeneidade de algumas espécies em particular, principalmente gramíneas, o que explica em parte o elevado desempenho obtido pelo índice no presente estudo.

O resultado indica que este índice teve um desempenho elevado e sendo assim viabilizando sua utilização como método para monitoração da fitomassa nas fisionomias estudadas.

Mesmo com um resultado favorável nas formações estudadas, para a utilização dos dados encontrados pelo NDVI em toda a área do PNCD se faz necessário uma coleta de dados de campo nas demais fisionomias vegetais do parque para que se valide eficácia do índice nas mesmas.

Tabela 1. Valores da Fitomassa foliar (peso seco) e do NDVI das áreas coletadas

Parcela	Fitomassa (peso seco) g/m ²	NDVI
1	3470,44	0,665195
2	3321,936	0,611091
3	2418,096	0,626332
4	2092,896	0,620263
5	491,816	0,530466
6	539,816	0,492449
7	526,688	0,547365
8	463,2	0,512968
9	1021,36	0,540730
10	1074,096	0,559900
11	1126,336	0,579554
12	871,776	0,553230

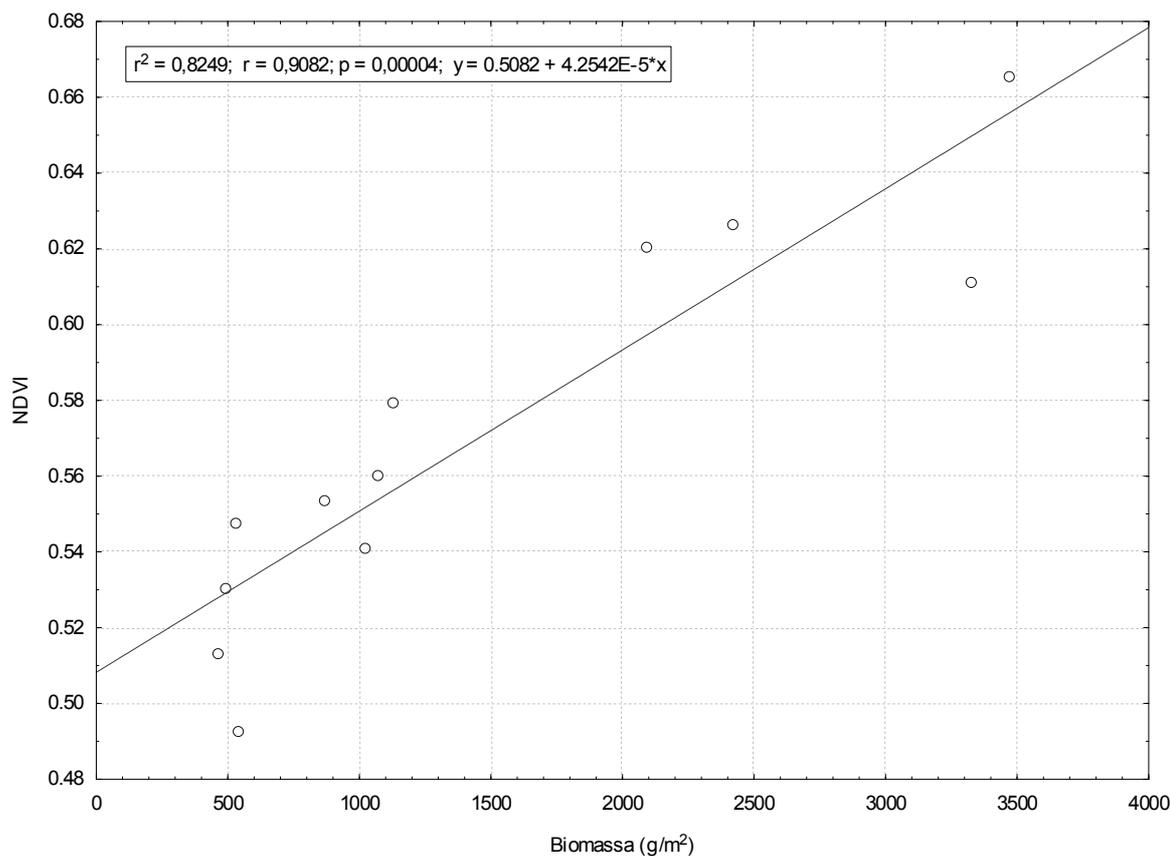


Figura 2. Relação entre biomassa e valores do NDVI

4. Conclusões

O NDVI apresentou desempenho forte com correlação altamente significativa a 5% de probabilidade o que demonstra associação entre o índice e as características biofísicas. Desta forma pode-se dizer que produtos de sensoriamento remoto podem fornecer informações úteis sobre o estado da vegetação, acúmulo de fitomassa e para o manejo e prevenção do fogo na área estudadas. Apesar disto, o monitoramento através de sensores eletro-ópticos não elimina a análise de dados de campo, mas apresenta vantagens potenciais pela redução no tempo gasto no campo, por fornecer dados para áreas remotas ou inacessíveis e por facilitar o monitoramento de diversos aspectos biofísicos da vegetação.

Referências Bibliográficas

ASNER, G.P. & WARNER, A.S. Canopy shadow in Ikonos satellite observations of tropical forest and savanas. *Remote Sensing of Environment*, v. 87, p. 521-533, 2003.

FOODY, G. M.; BOYD, D. S.; CUTLER, M. E. J. Predictive relations of tropical forest biomass from Landsat TM data and their transferability between regions. *Remote Sensing of Environment*, v.85, p. 463-474. 2003.

MATSUMOTO & BITTENCOURT. Correlação Entre Algumas Fisionomias de Cerrado, no Vale do Paraíba, e Classes de Índices de Vegetação Obtidos Espectralmente. Anais do X Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, p.1665-1672. Foz do Iguaçu. 2001.

MAURO, G. High resolution satellite imagery for forestry studies: the beechwood of the Pordenone mountains (Italy). In: Proc. 20th ISPRS Congress, 2004.

PINHEIRO, E. S. Análises ecológicas e sensoriamento remoto aplicados à estimativa de fitomassa de cerrado na Estação Ecológica de Assis, SP. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, Universidade de São Paulo. São Carlos. Tese de doutorado, 192p. 2008.

PINHEIRO, E. S.; DURIGAN, G.; ADAMI, M. Imagens Landsat e QuickBird são capazes de gerar estimativas precisas de biomassa aérea de Cerrado?. XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Rio Grande do Norte, p. 2913-2920. 2009.

RESEARCH SYSTEMS, INC (RSI). FLAASH user's guide: ENVI FLAASH. Version 4.3. Boulder: RSI, 42 p. 2006.

ZHENG, D. *et al.* Estimating above ground biomass using Landsat 7 ETM+ data across a managed landscape in northern Wisconsin, USA. Remote Sensing of Environment, v.93, p. 402-411. 2004.