

Relação entre o IVDN e a estimativa de cobertura vegetal com fotos digitais processadas ⁽¹⁾.

Edilton de Albuquerque Cavalcanti Junior⁽²⁾; Luciano José de Oliveira Accioly⁽³⁾;
Sergio Miana de Faria⁽⁴⁾; Eduardo Alves da Silva⁽⁵⁾; Marcia Rejane Macedo⁽⁶⁾; Ademar
Barros da Silva⁽³⁾

⁽¹⁾Trabalho executado com recursos do CNPq (processo: 561905/2010-0)

⁽²⁾Estudante do curso de agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, ediltonjunior@yahoo.com.br

⁽³⁾Pesquisador da Embrapa Solos UEP, Recife, PE, luciano.accioly@embrapa.br; ademar.barros@embrapa.br

⁽⁴⁾Pesquisador da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ, sergio.defaria@embrapa.br

⁽⁵⁾Estudante do curso de engenharia cartográfica da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, alves.edu@outlook.com

⁽⁶⁾Professora da Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, BA. marcia.macedo@univasf.edu.br

RESUMO: O conhecimento da fração da superfície do solo coberta por vegetação verde é uma exigência para aplicação de diversos modelos entre eles àqueles que tentam avaliar o estágio de degradação das terras. A relação entre o índice de vegetação da diferença normalizada (IVDN) e a fração da superfície coberta por vegetação verde é a proposta deste trabalho. O IVDN foi obtido a partir de espectralradiometria de campo e a cobertura do solo obtida a partir de fotos digitais classificadas usando o MAXVER. Espectros e fotos foram obtidas em 12 pontos em cada um dos 5 transectos de 120 metros de comprimento estabelecidos em uma área de pastagem do município de Petrolina, PE. Para este estudo, foram selecionados 12 pontos representativos da variabilidade no percentual de cobertura verde. O percentual mínimo e máximo de cobertura foi de 5,2 e 27,8, respectivamente, enquanto o IVDN mínimo e máximo foi de 0,05 e 0,43. A alta variabilidade espacial do solo é apontada como uma das fontes de erro na previsão da cobertura verde do solo com base no IVDN. O IVDN também não apresentou sensibilidade para estimar baixas frações de cobertura vegetal verde e tal fato foi atribuído a forte influência do solo sobre este índice de vegetação. O coeficiente de determinação da equação de regressão ajustada indicou que 86% da variação do IVDN pode ser explicada pela variação na fração de cobertura vegetal verde.

Termos de indexação: espectralradiometria de campo, pastagens, regressão linear simples.

INTRODUÇÃO

A quantidade de vegetação que cobre o solo é um dado relevante para a aplicação de vários modelos ambientais, entre eles aqueles ligados à estimativa de perda de solo por erosão, à estimativa de sedimentos que alcançam os cursos de água, à estimativa da produtividade das culturas agrícolas e

das pastagens, entre outros. Conhecer a fração de vegetação que cobre o solo é, também, uma importante contribuição para a identificação das áreas de pastagem degradada dentro do programa Agricultura de Baixo Carbono (ABC) (MAPA, 2013).

Uma das técnicas mais importantes de realce para dados de sensores remotos e que tem apresentado boa correlação com a cobertura vegetal verde é o índice de vegetação da diferença normalizada (IVDN). O IVDN tem sido utilizado para estimar a cobertura do solo a partir de imagens de satélite (Scalon et al., 2002; Todd & Hoffer, 1998) e usando espectralradiômetros de campo (Karnieli, 2003).

Por outro lado, as fotografias digitais processadas usando classificadores de imagens têm sido usadas na estimativa da cobertura do solo em áreas com pastagens e plantas herbáceas diversas (Rotz et al., 2008; Richardson et al., 2001).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a relação entre o IVDN e a estimativa de cobertura vegetal obtida a partir de fotografias digitais tiradas de uma área de pastagem.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está localizada no município de Petrolina, PE (**Figura 1**). Esta área, cerca de 1.200 ha, é coberta, em sua maior parte, por pastagem plantada com capim buffel (*Cenchrus ciliaris*). Nela foram medidos o fator de reflectância bidirecional (FRB) e tiradas fotos digitais em cinco transectos de 120 m de comprimento (**Figura 1**). As medições do FRB e as fotos foram obtidas em 12 pontos, espaçados a cada 10 m, de cada transecto.

Os transectos foram selecionados considerando o estágio e o nível de degradação da pastagem. Assim, o transecto um estava, na sua maior parte, coberto com regeneração, em estágio inicial, da vegetação nativa. Nele a pastagem ainda não tinha sido implantada devido à seca que atingia a região. O transecto dois apresentava degradação

acentuada. Os demais transectos apresentavam, em geral, baixa cobertura verde devido à reduzida precipitação que caiu na região no período chuvoso que vai de janeiro a abril. As medições foram realizadas na primeira semana de maio, ou seja, logo após o período chuvoso.

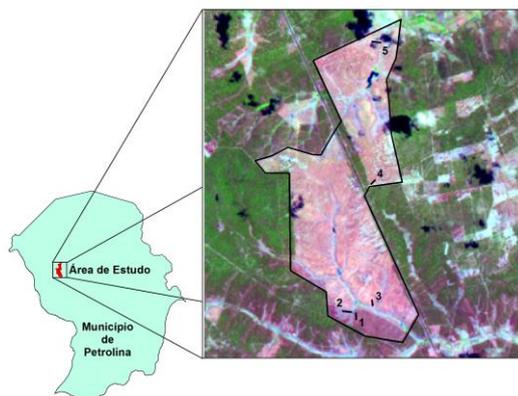


Figura 1. Localização da área de estudo e dos transectos. A área de pastagem aparece contornada em preto na imagem de satélite.

Para medir o FRB foi utilizado o espectrorradiômetro FieldSpec 3 e uma placa padrão de spectralon (**Figura 2**). Este aparelho registra o FRB em 2151 bandas no intervalo espectral de 350 nm a 2.500 nm, com uma largura de banda de 1 nm.

As fotografias digitais foram tiradas à mesma altura das medições do FRB, cerca de 1,10 m, com a câmara Ricoh Caplio 500SE com resolução de 8 megapixels. Esta máquina tem um GPS incorporado ao seu corpo permitindo o georeferenciamento automático das fotos.



Figura 2. Leitura da placa padrão durante as medições no transecto um.

O IVDN, como outros índices de vegetação, é usado para realçar a vegetação verde em detrimento de outros componentes presentes no campo de visada do aparelho. No caso da área de estudo, esses componentes eram formados, principalmente, por solo exposto, pedregosidade superficial, serapilheira e sombra. Sua fórmula é:

$$IVDN = (FRB_{red} - FRB_{nir}) / (FRB_{red} + FRB_{nir})$$

Onde:

FRB_{red} = FRB na faixa do vermelho (red)

FRB_{nir} = FRB na faixa do infravermelho próximo (nir)

Foram utilizadas as médias de FRB para as bandas de 600 nm a 699 nm e de 700 nm a 799 nm para FRB_{red} e o FRB_{nir} , respectivamente.

Doze fotos foram selecionadas para estabelecer a relação entre cobertura vegetal e o IVDN. A seleção representa o intervalo de cobertura encontrado nos cinco transectos. As fotografias digitais foram processadas no software ERDAS 8.7. No processamento, foi utilizada a classificação supervisionada pelo método da máxima verossimilhança. Para a aplicação deste método foram coletadas amostras de treinamento para duas classes: 1) vegetação verde; 2) outros componentes. A classe outros componentes compreende as frações de solo, serapilheira, pedregosidade e sombra presentes na foto digital.

A relação entre cobertura vegetal verde (variável independente) e o IVDN foi obtida por meio de equação de regressão linear simples.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de IVDN variaram entre 0,05 (ponto com 5,5% cobertura verde) e 0,42 (ponto com maior cobertura de vegetação verde, 27,8%). Salienta-se que para um dos pontos com solo exposto o IVDN foi superior (0,12) aos dois pontos com cobertura verde menor que 6% (**Tabela 1**).

As variações espaciais nas características superficiais do solo têm grande influência nos índices de vegetação e esta influência é maior quanto menor for a proporção de cobertura vegetal verde (Huete, 1989).

Tal fato justifica que valores diferentes de IVDN possam ser encontrados para os pontos com percentuais de cobertura verde semelhantes como é o caso dos pontos T4/P12 e T2/P7 (**Tabela 1**).

As variações na resposta espectral da superfície dos solos dos transectos dois e quatro, bem como as curvas espectrais de dois pontos com os valores

extremos de cobertura (T2/P2 e T4/P2) são apresentadas na **Figura 3**.

Tabela 1 – Cobertura vegetal verde e IVDN para os pontos selecionados

Transecto/ponto	Cobertura verde (%)	IVDN
T2/P2	27,8	0,43
T2/P4	19,3	0,36
T4/P12	17,5	0,28
T2/P7	17,4	0,34
T4/P10	11,8	0,28
T3/P5	11,8	0,19
T4/P7	10,2	0,21
T3/P10	6,8	0,19
T4/P2	5,4	0,06
T4/P3	5,2	0,05
T4/Solo exposto	0,0	0,05
T2/Solo exposto	0,0	0,12

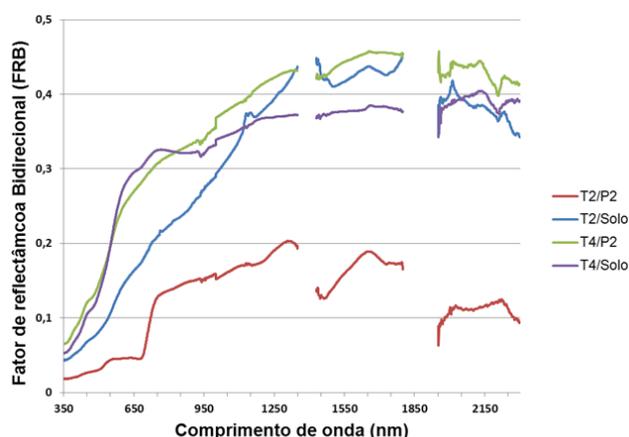


Figura 3. Resposta espectral de alguns dos pontos selecionados.

Na **Figura 3** pode ser observada a baixa magnitude de resposta do ponto com maior cobertura vegetal (T2/P2). O valor do FRB na faixa do infravermelho próximo (700 nm a 1000 nm) deste ponto deveria ser próximos daqueles encontrados para o solo exposto (curva T2/Solo da **Figura 3**). Tal fato pode ser explicado pela ocorrência de nuvens no momento das medições com o espectrorradiômetro, o que reduz a intensidade da radiação solar direta. Semelhante ao efeito provocado pela sombra topográfica (Campbell, 2007), a ocorrência de nuvens espaciais durante a medição não afeta os índices de vegetação por se tratar de uma razão entre bandas.

Na **Figura 3**, observa-se, também, que a feição de absorção da radiação na banda do vermelho, típica da presença de vegetação verde, é inteiramente perdida no ponto dois do transecto quatro (T4/P2) que tem, apenas, 5,5% de cobertura verde. Embora não tendo, ainda, os resultados das análises das amostras de solo, a curva espectral da

superfície do solo deste transecto (curva T4/Solo) é típica dos solos que apresentam baixo teor de matéria orgânica (< 2%) e médios teores de óxido de ferro (1% a 4%) enquanto que a curva espectral do solo do transecto 2 é típica dos solos contendo baixos teores de matéria orgânica e baixos teores de óxidos de ferro (<1%) (Stoner & Baumgardner, 1981). Essas diferenças no comportamento espectral dificultam as comparações e o estabelecimento de relações entre IVDN e a proporção de vegetação verde nos pontos amostrados. O ideal é efetuar as medições em diferentes proporções de cobertura verde numa área onde a superfície do solo seja o mais homogênea possível. Essa situação raramente é possível para os solos do semiárido pernambucano, notadamente, aqueles derivados de rochas cristalinas onde a variação espacial é grande mesmo a curtas distâncias.

Além da influência do solo sobre o IVDN uma outra fonte de erro no ajuste da sua relação com a cobertura vegetal verde é a acurácia da classificação das fotos digitais. Neste trabalho, a qualidade da classificação foi feita apenas por avaliação visual sem a quantificação do erro. A classificação foi considerada entre boa e excelente para as fotos selecionadas.

Na **Figura 4** é mostrado o resultado do ajuste da regressão entre a percentagem de cobertura e o IVDN. Observa-se que 86% ($R^2 = 0,86$) da variação do IVDN pode ser atribuída à variação da cobertura vegetal verde. A qualidade do resultado indica, também, a possibilidade de se utilizar o espectrorradiômetro de campo, com segurança, para se estimar a cobertura do solo com vegetação verde.

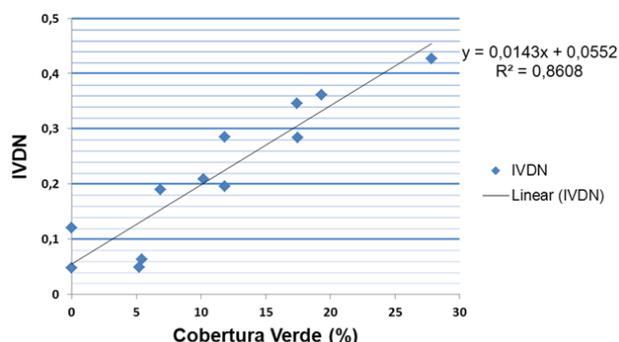


Figura 4. Equação e reta de regressão entre percentual de cobertura verde e IVDN.



CONCLUSÕES

O IVDN não apresenta sensibilidade para detectar frações muito baixas (< 6%) de cobertura vegetal verde.

Diferentes respostas espectrais da superfície dos solos dos transectos influenciam nos valores de IVDN.

A variação no IVDN pode ser explicada, em 86% dos casos, pela variação da cobertura vegetal verde.

REFERÊNCIAS

CAMPBELL, J. B. Introduction to remote sensing. 4 ed. New York: The Guilford Press, 2007. 625p.

HUETE, A. R. Soil influences in remotely sensed vegetation-canopy spectra. In: ASRAR, G., ed. Theory and applications of optical remote sensing. New York: John Wiley & Sons, 1989. p.107-141.

KARNIELI, A. Natural vegetation phenology assessment by ground spectral measurements in two semi-arid environments. Int. J. Biometeorol., 47:179-187, 2003.

MAPA. Plano ABC. Disponível em: <www.agricultura.gov.br/desenvolvimento-sustentavel/plano-abc> . Acesso em 10 ago. 2013.

RICHARDSON, M. D.; KARCHER, D. E.; PURCELL, L. C. Quantifying turfgrass cover using digital image analysis. Crop Sci. 41:1884-1888, 2001.

ROTZ, J. D.; ABAYE, A. O.; WYNNE, R. H.; RAYBURN, E. B.; SCAGLIA, G.; PHILLIPS, R. D. Classification of digital photography for measuring productive ground cover. Rangeland Ecol. Manage. 61:245-248, 2008.

SCALON, T. M.; ALBERTSON, J. D.; CAYLOR, K K.; WILLIAMS, C. A. Determining land surface fractional cover from NDVI and rainfall time series for a savanna ecosystem. Remote Sensing of Environment, 82:376-388, 2002.

STONER, E. R.; BAUMGARDNER, M. F. Characteristic variations in reflectance of surface soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 45:1161-1165, 1981.

TODD, S. W & HOFFER, R. M. Responses of spectral indices to variations in vegetation cover and soil background. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 64:915-921, 1998.