

# DETERMINAÇÃO DA FRAÇÃO DE VEGETAÇÃO EM PARCELAS DE CANA-DE-AÇÚCAR A PARTIR DE IMAGENS DIGITAIS UTILIZANDO O SOFTWARE SPRING

Rogério Costa Campos<sup>1</sup>  
Ieda Del'arco Sanches<sup>1</sup>  
Alfredo José Barreto Luiz<sup>1,2</sup>

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo apresentar uma metodologia objetiva para a determinação da fração de vegetação de imagens digitais de parcelas de cana-de-açúcar com o uso do SPRING. Imagens de cinco parcelas experimentais de cana-de-açúcar foram obtidas com câmara digital. As imagens foram importadas para o SPRING e foram transformadas do espaço de cores RGB para o IHS. Foram analisadas as bandas do vermelho, verde e azul e as componentes intensidade, matiz e saturação. Foram testados diferentes limiares de segmentação e três classificadores disponíveis no SPRING. Os resultados obtidos foram bastante satisfatórios, comprovando a viabilidade e facilidade de determinar a fração de vegetação pelo método proposto.

**PALAVRAS-CHAVE:** sensoriamento remoto, processamento de imagens, classificação, RGB, IHS.

## DETERMINATION OF VEGETATION FRACTION OF SUCAR-CANE PLOTS WITH DIGITAL IMAGENS AND SPRING SOFTWARE

### ABSTRACT

This paper presents an objective methodology to determinate vegetation fraction of sugar-cane plots with digital images and SPRING software. Images of five experimental plots of sugar-cane were taken with digital camera in RGB and transformed in IHS. The red, green and blue bands and the intensity, hue and saturation components were analyzed. Different segmentation thresholds and three classifiers were tested. The results were good and indicate the viability and facility of determination vegetation fraction through proposed method.

**KEYWORDS:** remote sensing, image processing, classification, RGB, IHS.

## 1. INTRODUÇÃO

O sensoriamento remoto agrícola tem na experimentação uma importante fonte de geração de dados que auxiliam no entendimento da interação entre os alvos agrícolas e a radiação eletromagnética. Entre as variáveis que influenciam essa interação, a porcentagem de cobertura do solo, ou fração de vegetação (FV), merece especial atenção quando se pretende avaliar como a mistura entre solo e planta afeta os dados espectrais obtidos por sensores, independente do nível de aquisição (terrestre, aéreo ou orbital). A cena agrícola é composta basicamente pela vegetação e o solo, com a composição variando de acordo com a época do ano, o uso do solo e o estágio fenológico da cultura. Métodos de inspeção visual no campo (Sloneker & Moldenhauer, 1977) e em fotografias (grid fotográfico) (Laflen et al., 1981) são utilizados para a determinação da FV do solo. Embora tais métodos apresentem resultados satisfatórios para a estimativa da cobertura do solo, a dependência da avaliação de um julgador e de um critério de amostragem tornam essas

---

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo. Divisão de Sensoriamento Remoto do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Caixa Postal 515 – 12.201-970 - São José dos Campos – SP, Brasil. {rogerio, ieda, barreto}@dsr.inpe.br

<sup>2</sup> Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente.

---

metodologias suscetíveis à ocorrência de subjetividade. Além disso, dependem tempo e treinamento de intelecto humano para a sua realização, o que faz concluir que a utilização de processamentos computacionais em imagens digitais é mais adequada para a determinação da FV, uma vez que, nesse caso, a classificação pode ser feita com base na análise de números digitais derivados do atributo ou atributos mais eficientes em separar os alvos contidos na imagem.

Dentro desse enfoque, este trabalho se propõe a apresentar uma metodologia objetiva e aplicável para a determinação da fração de vegetação de imagens digitais de parcelas de cana-de-açúcar com o uso do software SPRING.

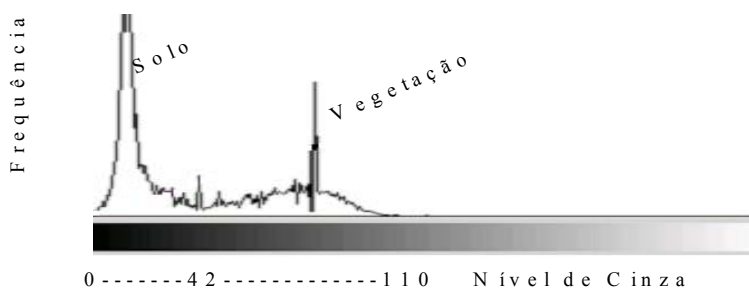
## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Área de estudo e aquisição das imagens

A área de estudo corresponde a uma área experimental localizada no município de Piracicaba, SP. Imagens digitais de cinco parcelas de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) foram adquiridas com câmara digital Kodak-DC-290 Zoom Digital, a 4 metros acima do solo (dois metros acima do dossel), e seis meses após a data de plantio das parcelas.

### 2.2. Processamento das imagens e análise estatística

As imagens obtidas em RGB com a câmara digital foram convertidas para o formato TIFF e foram importadas para o SPRING. Dentre as imagens digitais adquiridas, foram selecionadas cinco, as quais representam diferentes proporções de solo exposto, ou seja, plantas de cana-de-açúcar que ocupassem diferentes proporções do solo. Em seguida as imagens foram transformadas de RGB (red-green-blue) para o espaço IHS (intensity-hue-saturation). Após uma análise visual das composições RGB e IHS e do histograma das imagens monocromáticas R, G, B, I, H e S, verificou-se que a componente matiz (H) mostrou a existência de dois grupos bem definidos na distribuição dos níveis de cinza (Figura 1), com o solo apresentando os níveis baixos (0 a 42) e a vegetação apresentando níveis médios (42 a 110). Com base nisso, a classificação das imagens foi realizada levando em consideração apenas o atributo matiz.



**FIGURA 1: Distribuição dos níveis de cinza nas imagens caracterizando a variação dentro de cada classe (solo e vegetação).**

A segmentação por crescimento de regiões foi escolhida para segmentar as imagens monocromáticas da componente matiz. Segmentação é um procedimento que divide a imagem em regiões espectralmente homogêneas associando os pixels que possuem características similares, sendo a segmentação por crescimento de regiões uma técnica de agrupamento de dados na qual somente as regiões espacialmente adjacentes podem ser agrupadas (INPE, 2002). Segundo Moreira (2001), a técnica por crescimento de regiões é amplamente utilizada para áreas agrícolas e áreas de vegetação natural devido ao seu bom desempenho.

Testes foram realizados com a componente matiz das cinco imagens digitais selecionadas, usando-se diferentes limiares de área e similaridade. A análise dos resultados indicou que os limiares de 6 e 70, para similaridade e área respectivamente, foram mais adequados.

Posteriormente foram obtidas classificações de cada imagem, com todos os limiares de aceitação disponíveis no Spring, para os classificadores Iseseg, Bhattacharya e MAXVER. Os resultados obtidos foram analisados e foram escolhidos os limiares 75% para o classificador Iseseg, 100% para o MAXVER e 99% para o Bhattacharya.

Dois procedimentos foram adotados para a verificação do acerto na determinação da fração da vegetação nas imagens classificadas automaticamente. No primeiro, foi gerada uma matriz de erros entre uma imagem classificada e editada manualmente, assumida como a “verdade”, e a imagem apenas classificada automaticamente. Essa imagem editada foi obtida realizando-se uma edição matricial, em cada uma das cinco imagens classificadas automaticamente com o classificador Iseseg, com o objetivo de corrigir os segmentos erroneamente classificados. A edição foi feita manualmente na tela com base na comparação visual com a imagem RGB. No segundo, foi criada uma grade amostral com 60 pontos selecionados ao acaso. Em cada uma das cinco imagens RGB os pontos foram identificados segundo a classe a que pertenciam (solo ou vegetação). O mesmo foi feito para as imagens classificadas automaticamente usando os três classificadores.

Do primeiro procedimento foi obtida a exatidão global (EG), descrita na Equação 1. Do segundo procedimento foi obtida a exatidão global e o teste Kappa.

$$EG(\%) = \frac{C}{T} \times 100 \tag{Equação 1}$$

sendo:

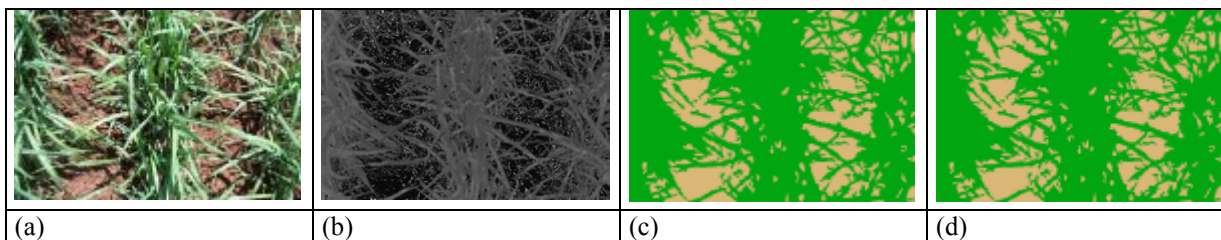
EG = exatidão global;

C = pixels classificados corretamente para o caso da matriz de erros entre a imagem classificada e a imagem com a edição matricial, ou pontos classificados corretamente para o caso da avaliação amostral do classificador em relação à imagem RGB;

T = número total de pixels da imagem para o caso da matriz de erros entre a imagem classificada e a imagem com a edição matricial, ou total de pontos amostrados para o caso da avaliação amostral do classificador em relação à imagem RGB.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2c é apresentada uma imagem classificada automaticamente (Classificador Iseseg) e na 2d, uma imagem editada manualmente.



**FIGURA 2: (a) Imagem 1 em RGB; (b) Imagem 1 em H; (c) Imagem 1 classificada e (d) Imagem 1 editada.**

Elevados valores de exatidão global foram obtidos com a aplicação do método proposto, independente do classificador utilizado (Tabela 1). Poucos pixels tiveram que ser reclassificados na edição conforme valores de EG observados para as imagens editadas na Tabela 1. Tal fato sugere haver concordância espacial

das classes solo e vegetação entre a imagem RGB e a imagem classificada. Isso indica que o trabalho de edição é dispensável no contexto do método, dado que o erro é reduzido.

Os bons resultados da classificação pelo método proposto são confirmados pelo valor do teste Kappa, cujo valor apresentado na Tabela 1 refere-se à média dos três classificadores. Segundo Landis e Koch (1977), por estarem entre 0,44 e 0,77, os valores do teste Kappa indicam que as classificações podem ser consideradas de boas a excelentes.

**TABELA 1: Exatidão Global, em porcentagem, obtida entre as imagens editadas e os classificadores e entre as imagens RGB e os classificadores.**

Exatidão Global (%)	Classificador	Imagem 1	Imagem 2	Imagem 3	Imagem 4	Imagem 5
Imagem editada	Isoseg	99,17	98,19	96,89	86,36	96,57
	MAXVER	87,24	84,80	85,76	80,63	85,37
	Bhattacharya	86,67	83,37	90,66	80,91	78,94
Imagem RGB	Isoseg	91,67	86,67	88,33	70,00	83,33
	MAXVER	88,33	90,00	81,67	81,67	83,33
	Bhattacharya	86,67	88,33	90,00	61,67	86,67
Kappa <sup>(1)</sup>		0.77	0.75	0.72	0.44	0.66

Células pintadas em cinza – maior valor de EG em cada imagem, para as imagens editada e RGB.

Valor médio do teste Kappa para os valores do três classificadores.

#### 4. CONCLUSÕES

O bom desempenho dos classificadores na separação dos alvos evidencia que a componente H constitui um parâmetro eficiente para a distinção dos alvos contidos nas imagens.

O processamento digital de imagens apresenta grande potencial para estimar a FV da cultura da cana-de-açúcar. E, desta forma, auxiliar no entendimento da relação resposta espectral e cobertura do solo em áreas cultivadas.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- LANDIS, J.R.; KOCH, G.G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometric**, v.33, n.1, p.159-174, 1977.
- LAFLEN, J.M.; AMANIYA, M.; HINTZ, E.A. Measuring crop residue cover. **Journal of Soil and Water Conservation**, Fairmont, W.Va, v. 36, n. 6, p. 341-343, 1981.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas – SPRING 3.6.03 – **Tutoriais**. São José dos Campos, SP, 2002.
- MOREIRA, A.M. Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação. São José dos Campos, 2001. 250p.
- SLONEKER, L.L.; MOLDENHAUER, W.C. Measuring the amounts of crop residue remaining after tillage. **Journal of Soil and Water Conservation**, Fairmont, W. Va, v. 32, n. 5, p. 231-236, 1977.