

Utilização da resposta espectral para discriminação de plantas daninhas em áreas de plantação de café

Lauriana Rúbio Sartori
Nilton Nobuhiro Imai
Maria de Lourdes Bueno Trindade Galo

Programa de Pós Graduação em Ciências Cartográficas
Universidade Estadual Paulista - UNESP/FCT
Caixa Postal 467 – 19060-900 – Presidente Prudente - SP, Brasil
lauriana@pos.prudente.unesp.br
{nnimai,mlourdes}@prudente.unesp.br

Abstract. This article presents a method to discriminate weeds in coffee crops from multispectral image. The method is based on spectral response and IHS transformation. Through spectral response and visual analysis of the image in the RGB color system model, thresholds of hue (H), saturation (S) and intensity (I) were specified and then applied in the IHS color system model. Fieldwork was accomplished to help to recognize weed areas. The discrimination of weeds using the IHS color system model was satisfactory. The best results were found using the hue component (H).

Palavras-chave: weed, spectral response, colors systems, plantas daninhas, resposta espectral, modelos de cores.

1. Introdução

Numa cultura é muito importante identificar as áreas de plantas daninhas com a finalidade de oferecer informações adequadas ao manejo. Entretanto, esta é uma tarefa difícil ao se basear, apenas, na resposta espectral destes alvos, pois ambos, tanto as plantas daninhas quanto a cultura, têm o comportamento espectral de vegetação. Uma visita ao campo pode auxiliar um analista de imagem na identificação dessas plantas invasoras. Ao se analisar visualmente uma imagem da região, os alvos podem se confundir, como é o caso da imagem trabalhada neste artigo. Entretanto, a diferença entre os alvos pode ser percebida com o conhecimento obtido em campo. Através deste conhecimento, é possível verificar as diferenças de densidade, de tamanho das folhas, de tamanho do porte entre ambas as plantas. Também, observa-se a presença ou não delas em determinados locais.

Assim, pela análise visual da imagem, pela informação obtida em campo e pelo conhecimento do comportamento espectral da vegetação, determinam-se limiares com a finalidade de extrair a informação de interesse. Ao se fazer a análise visual usa-se o modelo de cores RGB, por meio do qual os limiares são percebidos. Estes limiares referem-se às características de brilho (I), matiz (H) e saturação (S). Segundo Gonzalez e Woods (1992), estas características são normalmente usadas para distinguir uma cor da outra. Por exemplo, pela análise visual da imagem verifica-se que ervas e cultura refletem o matiz correspondente ao infravermelho-próximo. Entretanto, através do modelo de cores RGB não é possível aplicar limiares para separar os dois alvos. Já no sistema formado pelos atributos de brilho, matiz e saturação, modelo IHS, é possível a aplicação destes limiares. Desse modo, torna-se mais simples extrair informações no modelo de cores IHS.

O Sistema de Sensoriamento Remoto Aerotransportado (SRA) em desenvolvimento pelo Departamento de Cartografia da FCT/Unesp dispõe de uma câmera multispectral que adquire imagens “infravermelha falsa-cor” nas faixas correspondentes ao verde, vermelho e infravermelho próximo as quais são associadas, respectivamente, às cores azul, verde e vermelho. Uma imagem recentemente adquirida pelo SRA inclui uma área de cultivo de café infestada com ervas daninhas entre suas linhas de plantação. O objetivo deste trabalho é

aplicar técnicas de processamento e análise nessa imagem, usando especificamente a transformação IHS, com a finalidade de discriminar visualmente plantas invasoras, com base nas observações de campo e do seu comportamento espectral.

2. Comportamento Espectral da Vegetação

A resposta espectral da vegetação pode ser melhor compreendida ao se tratar do comportamento de apenas uma folha. As folhas, quando saudáveis, apresentam uma curva espectral caracterizada por um pico de absorção, inversamente proporcional à reflectância, na região do azul e outro na região do vermelho, ambos devido à presença de clorofila e um leve pico de reflectância na região do verde. Na transição do vermelho para o infravermelho próximo há um acentuado aumento na reflectância, o qual se mantém ao longo da faixa do infravermelho próximo. Este aumento da reflectância está relacionado à estrutura interna celular da folha, onde ocorrem múltiplas reflexões e refrações (Moreira, 2001).

Entretanto, o comportamento de uma única folha é válido, apenas até certo ponto, para um conjunto de plantas que integram uma cultura agrícola, uma vez que a folha é o principal componente do mesmo. Essa restrição ocorre porque sempre há outros tipos de vegetação que ocupam o estrato inferior do solo e que disputam com as plantas predominantes, água e nutrientes do solo (Moreira, 2001), além da influência de diversos outros fatores tais como influência de superfícies desfolhadas, mudanças no ângulo de iluminação e orientação das folhas (Curran, 1985).

3. Modelos de Cor RGB e IHS

No modelo de cor RGB, cada cor é representada pela sua componente espectral primária de vermelho (*Red*), verde (*Green*) e azul (*Blue*), as quais constituem três planos independentes na imagem multiespectral. Esses três planos combinados produzem composições coloridas.

No modelo de cor IHS, a componente I (*Intensity* – brilho) representa a componente acromática da cor, a componente H (*hue* – matiz) é o atributo relacionado com o comprimento de onda dominante em uma mistura de faixas de luz e a componente S (*saturation* – saturação) refere-se à pureza relativa ou quantidade de luz branca misturada com a cor dominante. Estas duas últimas componentes formam a cromaticidade de uma cor. Este modelo descreve completamente as cores dos objetos. Além disso, é muito vantajoso, pois possibilita a análise e manipulação de cada componente I, H, S independentemente, para realçar as características de interesse da imagem (Gonzalez e Woods, 1992).

4. Experimento

A imagem usada como objeto de trabalho foi adquirida no dia 17/07/2004 em uma área experimental da Universidade Federal de Lavras (UFLA). A **Figura 1** mostra a imagem utilizada, a qual é um recorte da imagem original adquirida pela câmera. A cena em questão inclui uma plantação de café infestada por plantas daninhas entre as linhas de plantio, a qual está demarcada na **Figura 1** por um traço mais espesso. Próximo a essa área existe uma plantação de café com manejo mais cuidadoso, na qual o café foi cultivado em diferentes espaçamentos (marcada na figura por um traço fino).

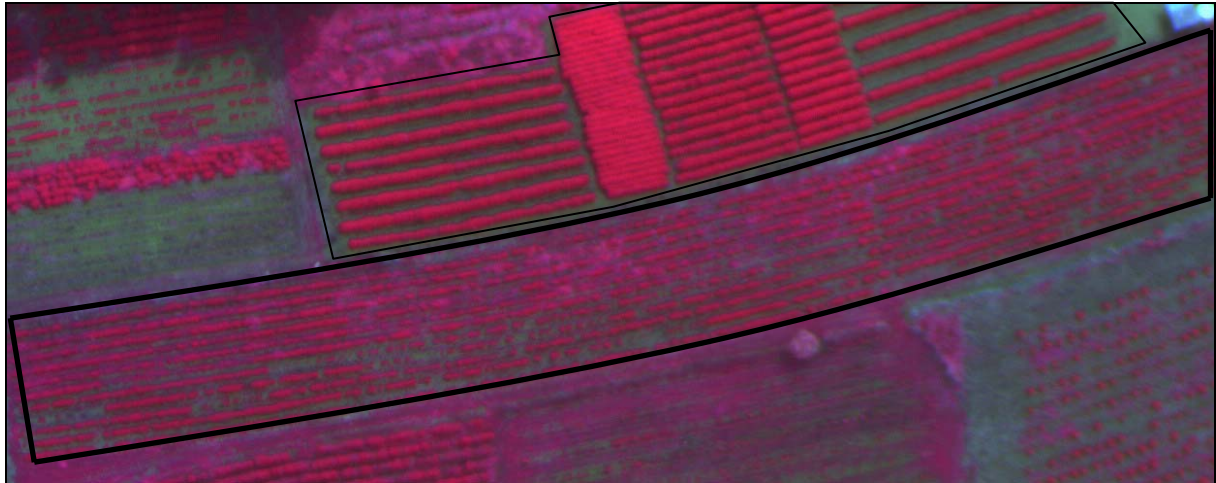


Figura 1. Imagem selecionada para o estudo.

A aquisição da imagem foi realizada utilizando-se o Sistema de Sensoriamento Remoto Aerotransportado (SRA) constituído, principalmente, por uma câmara digital multiespectral, GPS e um computador, o qual permite configurar os parâmetros de aquisição das imagens. A câmara de vídeo digital multiespectral MS3100-CIR é fabricada pela Duncan Tech e dispõe de uma configuração “colorido infravermelho” (CIR), na qual imagens correspondentes às bandas do vermelho, verde e infravermelho próximo podem ser adquiridas. Como não existe uma cor básica correspondente ao infravermelho, um artifício é utilizado na hora de observar a imagem obtida no computador. A cor azul é usada para representar o registro da banda verde, a cor verde para representar o registro da banda vermelha e a cor vermelha para representar o registro da banda infravermelha. A imagem produzida desta forma tem as formas e texturas esperadas, entretanto, as cores não correspondem à nossa experiência visual e por isso esse tipo de imagem é denominada “infravermelha falsa-cor”.

A câmara de vídeo digital MS3100-CIR possui um *chip* CCD de 6,4x4,8mm com 1392x1040 detectores, arranjados matricialmente, com tamanho de 0,0046mm. As objetivas (intercambiáveis) podem ser trocadas, as quais estão disponíveis nas distâncias focais de 17,00 e 28,00 mm. Para compatibilizar com o tratamento dado a outras câmaras digitais, assumiu-se que o tamanho do chip de CCD utilizado seja de 34,8x26mm, tornando-a equivalente a uma câmara analógica de 35mm. Assim, para manter o relacionamento da geometria interna da câmara MS3100-CIR, a distância focal nominal de 17,00mm, que foi utilizada para a aquisição da imagem estudada, deve ser convertida pela distância de 93,00mm, com o pixel de 0,025mm de dimensão. Essa distância focal, esse tamanho de pixel e a altura de vôo do avião de, aproximadamente, 800 metros determinam uma resolução espacial de, aproximadamente, 20 cm.

4.1. Transformações no espaço IHS

Para compreender os experimentos realizados com a componente H, deve-se lembrar que a imagem trabalhada é “infravermelha falsa-cor” e que suas faixas do infravermelho próximo (IVP), vermelho e verde estão associadas às cores vermelho, verde e azul. A **Figura 2** apresenta as variações angulares (de 0° a 360°) da componente H associadas aos comprimentos de onda IVP (300°-60°), vermelho (60°-180°) e verde (180°-300°), os quais são percebidos pela câmara. Cada um desses intervalos foi dividido em quatro, como pode ser visto pela **Figura 2**.

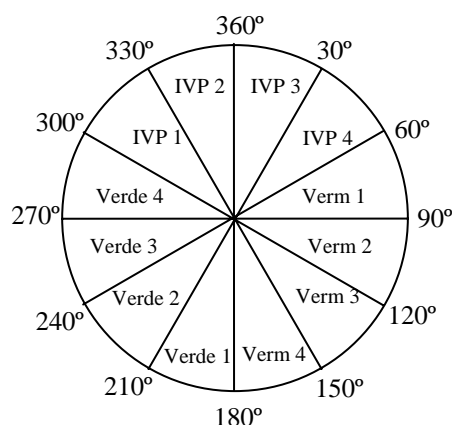


Figura 2. Variações angulares da componente H.

As conversões entre os espaços RGB e IHS e os processamentos realizados nas componentes I, H e S foram feitos com auxílio do aplicativo IDL, conforme segue:

- Analisar visualmente a composição colorida RGB e especificar limiares para as componentes I, H e S;
- Ler e decompor a imagem em suas componentes R, G e B;
- Converter do formato RGB para IHS;
- Nesse espaço, aplicar a cada componente separadamente, os limiares especificados.

A componente H foi trabalhada da seguinte maneira:

- Imagens binárias foram geradas para as quatro variações angulares dos três comprimentos de onda. Por exemplo, para o intervalo IVP 1 (que começa em 300° e termina em 330°), gera-se uma imagem binária onde os pixels com matiz neste intervalo recebem o valor 1 e aqueles com matiz fora do intervalo recebem 0.
- A imagem binária resultante foi multiplicada pelas componentes R, G e B e feita a composição colorida para auxiliar na visualização dos alvos que apresentam reflexão em cada H.

As componentes S e I variam de 0 a 1. Imagens binárias com diferentes variações também foram criadas para estas componentes.

5. Resultados e Análises

Pelo comportamento espectral, sabe-se que a vegetação apresenta uma alta reflexão no IVP. Assim, é de se esperar que tanto o café como as ervas daninhas sejam detectadas pela componente H em algum dos quatro intervalos de IVP. As **Figuras 3** e **4** mostram, respectivamente, os resultados dos experimentos feitos com a componente H nos intervalos denominados IVP 1 e IVP 2.

Comparando as **Figuras 3** e **4** com a imagem mostrada na **Figura 1** e a caracterização das áreas nela demarcadas, pode-se perceber que o intervalo IVP 1 detecta as ervas daninhas da área de interesse e o intervalo IVP 2 parece indicar mais apropriadamente as plantas de café da mesma região. Isso pode ser percebido pela diferença de cor entre o que é detectado em um e no outro intervalo do IVP.

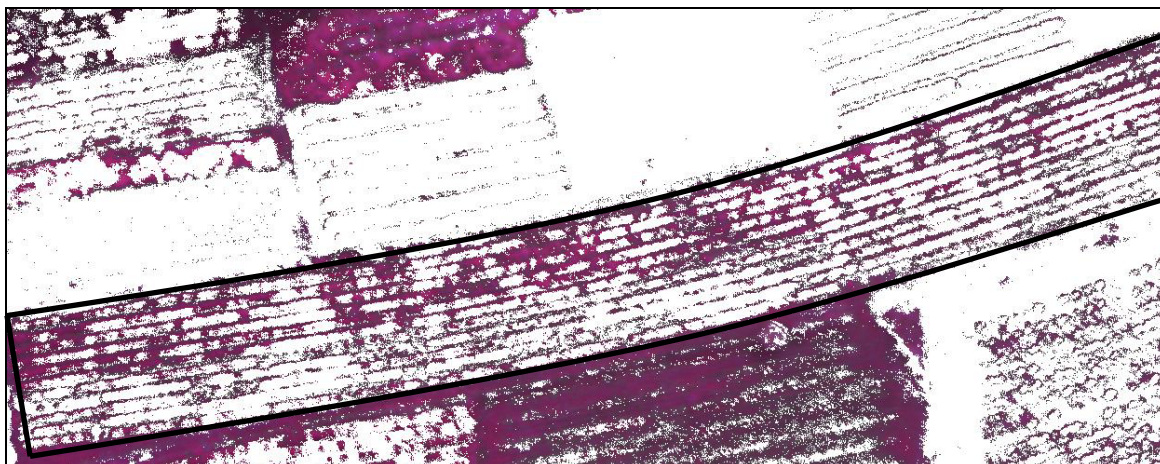


Figura 3. Composição colorida da componente H no intervalo IVP 1.

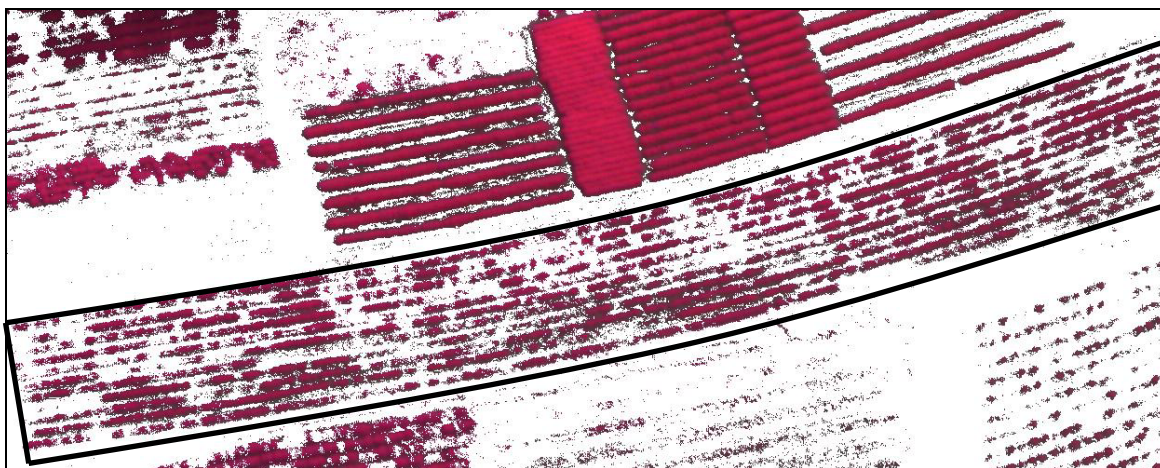


Figura 4. Composição colorida da componente H no intervalo IVP 2.

Os intervalos IVP 3 e IVP 4 detectam solo exposto. A **Figura 5** mostra o resultado do experimento feito com a componente H no intervalo IVP 3.

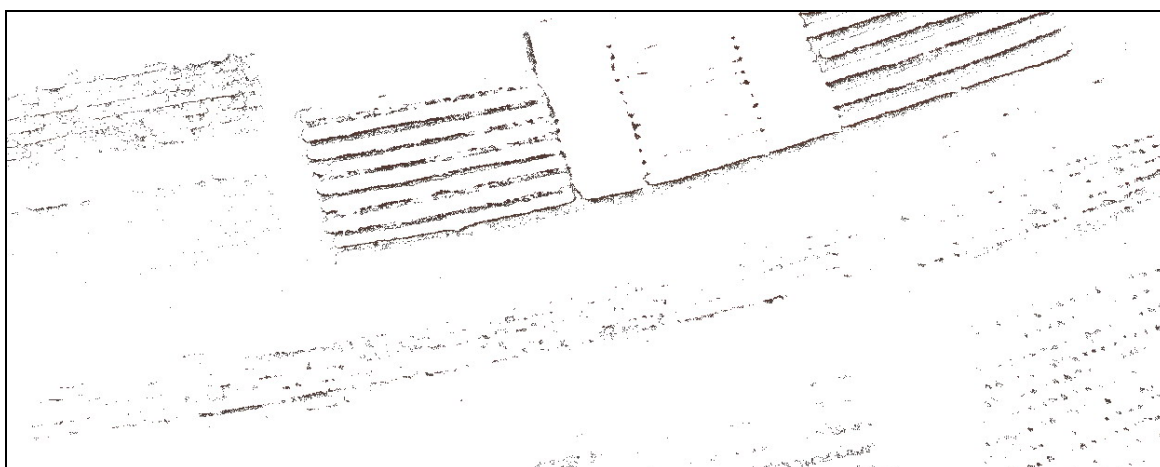


Figura 5. Composição colorida da componente H no intervalo IVP 3.

O intervalo correspondente ao vermelho detectou apenas regiões de solo exposto. A **Figura 6** apresenta o resultado do experimento feito com a componente H em todo intervalo do vermelho (60°-180°).



Figura 6. Composição colorida da componente H no intervalo do vermelho (60°-180°).

O intervalo correspondente ao verde não detectou ervas daninhas nem café, como a anterior, não oferecendo contribuição na sua separabilidade. A **Figura 7** apresenta o resultado do experimento feito com a componente H em todo intervalo do verde (180°-300°).

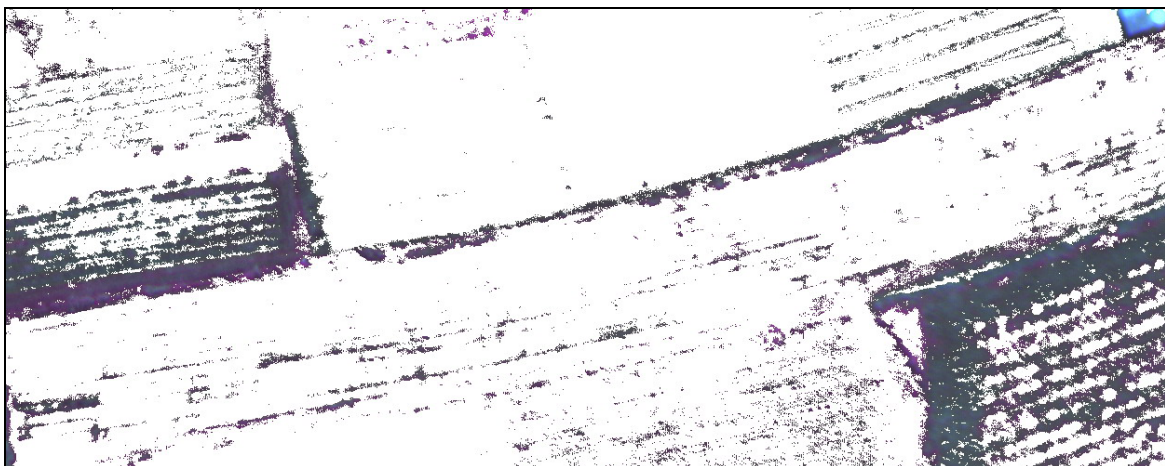


Figura 7. Composição colorida da componente H no intervalo do verde (180°-300°).

A **Figura 8**, **Figura 9** e **Figura 10** apresentam resultados de três variações da componente S (maior e igual a 0.8 (**Figura 8**), maior e igual a 0.6 e menor que 0.8 (**Figura 9**) e menor que 0.6 (**Figura 10**)). Testes com outras variações foram realizados, mas o melhor limiar para discriminar ervas daninhas foi o representado na **Figura 9**. Apesar do aparente potencial de detecção de ervas daninhas dessa componente de cor (S), ela não é tão boa quanto aquela propiciada pela componente H no intervalo IVP1.

Note que a **Figura 8** (saturação alta) apresenta grande parte das linhas de café e a **Figura 9**, além de apresentar ervas daninhas, inclui, também, as regiões de contorno do café. Áreas de ocorrência de ervas daninhas apresentam uma saturação menor que aquelas de café, pois incluem vários tipos de plantas invasoras, havendo mistura de cor. Além disso, as áreas com ervas daninhas não são densas, ocorrendo, assim, contribuição da resposta espectral do solo. O mesmo ocorre com as regiões do contorno do café: são áreas onde há mistura de cor dos alvos café e solo. A **Figura 10** (saturação baixa) apresenta as áreas de solo exposto.



Figura 8. Composição colorida da componente S para valores maiores e iguais a 0.8.

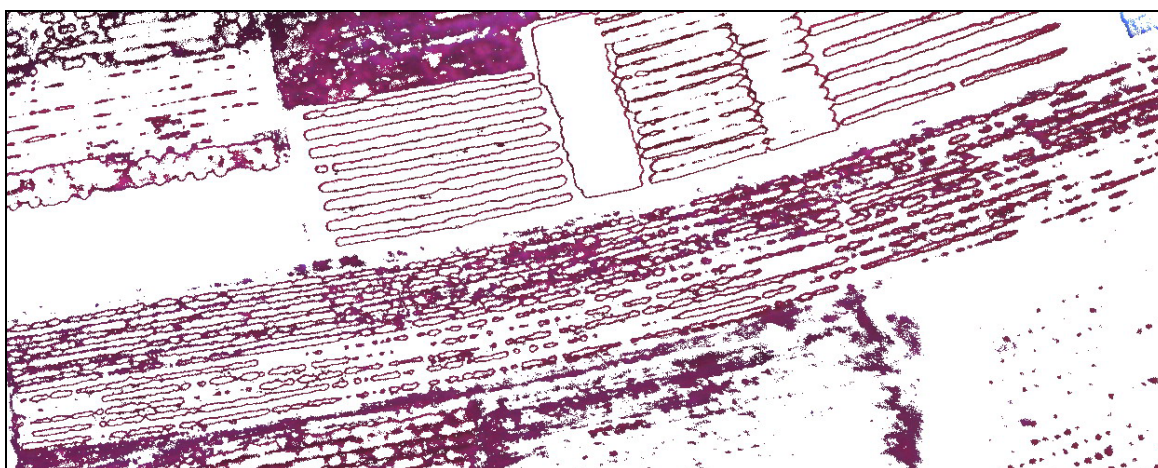


Figura 9. Composição colorida da componente S para o intervalo maior e igual a 0.6 e menor que 0.8.

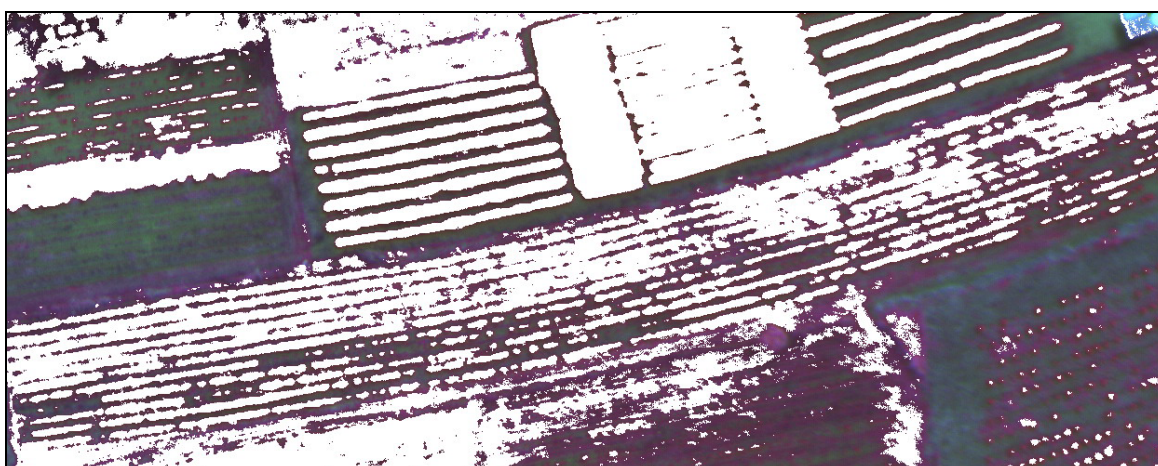


Figura 10. Composição colorida da componente S para valores menores que 0.6.

Os testes realizados com a componente I não atingiram resultados melhores que os apresentados acima. A escolha de limiares que separe as ervas dos outros alvos foi uma tarefa não muito fácil para esta componente, pois as ervas e o café parecem ter valores de brilho que se confundem. A **Figura 11** representa a composição colorida da imagem resultante para o intervalo maior e igual a 0.5 e menor que 0.7 da componente I. Observe a forte presença de

café juntamente com as ervas. A redução deste intervalo, com o intuito de minimizar a presença de café, reduz também as ervas.

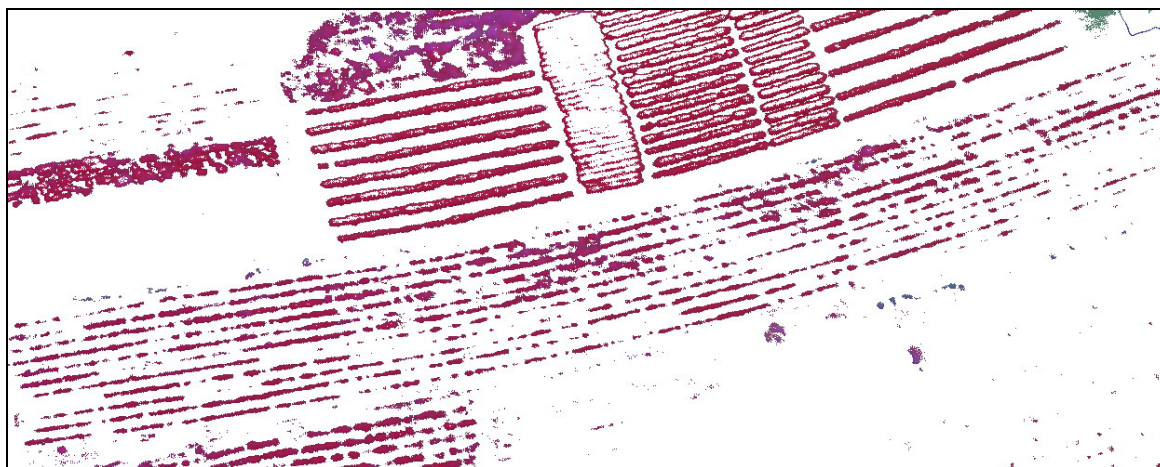


Figura 11. Composição colorida da componente I para o intervalo maior e igual a 0.5 e menor que 0.7.

Entre as 3 componentes, a que melhor possibilita a definição de limiares a fim de separar as ervas daninhas dos alvos restantes é a componente H no intervalo IVP 1.

6. Conclusões

Este trabalho apresentou um método para discriminar ervas daninhas do restante dos alvos, com base nas observações de campo e do seu comportamento espectral.

A discriminação das ervas daninhas foi feita usando o modelo de cores IHS, o qual gerou resultados satisfatórios.

Através da análise dos experimentos realizados, verificou-se que a componente matiz (H) apresentou melhor resultado para o objetivo proposto. Nesta componente, as ervas foram detectadas no comprimento de onda IVP, mais especificamente no intervalo de 300° a 330° , o qual indica apenas áreas de ervas daninhas sem interferência de outros alvos presentes na cena. As componentes saturação (S) e intensidade (I) não proporcionaram resultados tão bons quanto os obtidos pela componente H, devido à dificuldade na definição de limiares capazes de representar apenas ervas daninhas. Essa dificuldade se deve pela semelhança dos valores de intensidade do café e das plantas invasoras e pela saturação destas últimas se confundirem com a saturação das regiões de contorno do café, as quais sofrem influência do solo.

O reconhecimento de campo ajudou a distinguir regiões da imagem onde as ervas parecem se confundir com o café.

Este método pode ser útil aos produtores agrícolas que queiram localizar ervas daninhas em sua plantação e realizar o manejo adequado.

7. Referências

Curran, P.J. **Principles of remote sensing**. London: Logman Scientific, 1985. 260 p.

Duncan Tech, MS-3100 User manual (Software nVer.1.02h). Auburn, CA: Duncan Tech, 2001 (CD-Rom).

Gonzalez, R. C.; Woods, R. E. **Processamento de imagens digitais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1992. 509p.

Moreira, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2001. 250p.