

## Discriminação de diferentes espécies de pastagens com uso da espectrorradiometria

Cesar Roberto Paz<sup>1</sup>  
Danieli Batistela Saquet<sup>1</sup>  
Rafael Camargo Ferraz<sup>1</sup>  
Junior Giroto<sup>1</sup>  
Rudiney Soares Pereira<sup>1</sup>  
Vera Pontremoli Costa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Maria - UFSM  
Programa de Pós-Graduação em Geomática - PPGG  
Avenida Roraima, 1000 - Cidade Universitária - Bairro Camobi - 97105-900 - Santa  
Maria - RS - Brasil  
(crspaz,girotto)@gmail.com  
danisaquet@hotmail.com  
[rafacerraz@bol.com.br](mailto:rafacerraz@bol.com.br)  
[rudiney@smail.ufsm.br](mailto:rudiney@smail.ufsm.br)  
[pontremolicosta@yahoo.com.br](mailto:pontremolicosta@yahoo.com.br)

**Abstract:** Geotechnology has been widely used to map the geographic distribution of the vegetable coverage, but it still needs continuous improvements to discriminate the targets, specially when we are dealing with pastures. For that, we measured by spectroradiometry different species of grass predominating in the south region of the country, located in a experimental area in the campus of the Federal University of Santa Maria – RS. We obtained the differences on the spectral response of this kind of vegetation at a laboratory environment. Measuring the leaves of a collection of ten species of grasses, we considerate a number of details regarding the moment and time of sampling, to create similar conditions and uniformity of procedures. After careful statistical analysis of data from the entire field spectrum, which provided the observation of the levels of discrimination of the targets proposed, the importance of near infrared difference in the response is emphasized, as well as the contribution of the equipment ability to measure lengths up to 2,500 nm. Differences were found for wavelengths with higher spectral separability in species *Panicum maximum* in the range of near infrared and *Pennisetum purpureum* in the visible. We hope that these significant differences in reflectance determined in the laboratory, can serve as a basis for comparison with the use of orbital images.

**Palavras chaves:** Spectroradiometry, grasses, statistical analysis, Espectrorradiômetro, gramíneas, análise estatística.

## 1. INTRODUÇÃO

A identificação e discriminação de feições de terreno tornam-se um desafio, principalmente em projetos ambientais que utilizam sensores como apoio em aplicações de imagens georreferenciadas nas suas diferentes resoluções espaciais e escalas. A necessidade de analisar espécies vegetais semelhantes, como por exemplo: a determinação da área de utilização do solo com pastagens perenes, ou em relação a outras espécies vegetais que compõem determinada superfície, constitui-se tarefa complexa que lança mão das mais diversas técnicas que possibilitam identificar as diferentes composições da paisagem, a maioria delas por comportamento do alvo, comparação com determinadas épocas e a checagem direta a campo, entre outras, mas a maioria no campo do visível onde a percepção sensorial humana consegue fazer as associações de cores com o comportamento espectral dos objetos.

A possibilidade de uso de instrumentos de análise do comportamento espectral à total extensão do espectro eletromagnético é citada por Meneses & Neto (2000). Espectrorradiometria é definida como a medida da distribuição da energia radiante, no caso da refletância propriamente dita. No Espectrorradiômetro, em condições laboratoriais, a energia eletromagnética proveniente da fonte, no caso, uma lâmpada, ao atingir a superfície de um objeto com ela interagirá por meios de trocas de energia que resultará em uma absorção, reflexão e/ou transmissão de parte da energia incidente. A quantidade que ocorrerá para cada uma dessas formas de interação depende das propriedades físicas, químicas e biológicas do objeto, e das propriedades externas, tal como a geometria da medida.

O comportamento espectral da vegetação em todo seu intervalo, ou seja, do visível passando pelo infravermelho até as microondas resulta uma curva amplamente estudada, o que permite a continuidade e o avanço das pesquisas (Ponzoni 2001), cita que este termo é frequentemente utilizado para representar as características de refletância da REM pelas folhas, plantas individuais e conjunto de plantas.

Uma folha típica é constituída de três tecidos básicos que são: epiderme, mesófilo fotossintético e tecido vascular, os quais possuem influencias no comportamento espectral. Ainda Ponzoni (2001), o tamanho da estrutura celular da folha é grande quando comparado aos comprimentos de onda REM. Pequena quantidade de luz é refletida das células da camada superficial. A maior parte é transmitida para o mesófilo esponjoso onde os raios incidem frequentemente nas paredes celulares, sendo refletidos se os ângulos de incidência forem suficientemente grandes.

Na região do visível, os pigmentos existentes nas folhas dominam a reflectância espectral, sendo que a energia radiante interage com a estrutura foliar por absorção e por espalhamento. Entretanto, a estrutura foliar é mais facilmente detectada a partir dos sensores remotos que operam na região do infravermelho, pois quanto maior for a estrutura interna foliar, maior é o espalhamento da radiação interna incidente, que ocasiona maior reflectância. Ponzoni (2001).

## 2. OBJETIVO

Avaliar as diferenças de comportamento espectral em toda a extensão de bandas medidas por sensor multiespectral no ambiente de laboratório identificando respectivas assinaturas das gramíneas *Cynodon dactylon* (coast-cross), *Cynodon spp* (tifton), *Pennisetum purpureum* (Elefante), *Digitaria decumbens* (Pangola), *Pennisetum clandestinum* (Quicuío), *Panicum maximum* (Colonião), *Axonopus jesuiticus* (Missioneira), *Paspalum notatum* (Pensacola), *Brachiaria brizantha* (Braquiária) e *Arachis grabata* (Amendoim rizomatoso).

### 3. METODOLOGIA

O estudo foi realizado sobre a coleção de gramíneas perenes e semi-perenes da área da Zootecnia, localizada no Campus da Universidade Federal de Santa Maria, município de Santa Maria (Figura 1), localizado no centro geográfico do Rio Grande do Sul, entre os meridianos 53°30'22" e 54°19'32" de longitude oeste e entre os paralelos 29°20'28" e 30°00'16" de latitude sul, região onde ocorre a transição entre a Depressão Central Sul-Rio-Grandense e o Planalto Meridional Brasileiro.



**Figura 1:** Área da Zootecnia da UFSM onde localiza-se o espaço amostral das gramíneas.

Para obtenção das medidas de refletância, foi utilizado o Espectrorradiômetro FIELDSPEC 3 instrumento de precisão com uma gama espectral de 350 - 2500 nm com capacidade de coleta instantânea de dados cronometrados de 0,1 segundo por espectro, e permite análise rápida de toda a amostra, em vez de verificação parcializada. Este sensor possui velocidade de análise e processamento, grava e exibe os dados da imagem, utilizando-se do “console optrônico”, uma interface dedicada com o operador.

Para cada um dos dez tipos de pastagens amostradas, foram coletadas aleatoriamente, folhas em toda a extensão da parcela. Formadas as amostras, imediatamente seguiram ao laboratório visando manter sua composição e estado de conservação. Nova sub-amostragem selecionou partes intermediárias de folhas para análise de resposta de reflectância. A leitura foi realizada sempre da face dorsal das folhas.

As gramíneas encontram-se sob mesmas condições agrônomicas e cultivadas sobre o solo Argissolos Vermelho Amarelo Distrófico Típico (PVAd), e coletadas no período outonal de forma que as plantas apresentam estágios assemelhados de maturação fisiológica. Foram obtidas as amostras às 11h00min horas da manhã, um período do dia de intensa radiação sendo 2.009 kJm<sup>2</sup>, com umidade relativa do ar de 59% e temperatura de 16,3°C.

As amostras selecionadas foram submetidas ao espectrorradiômetro para leitura da refletância num ângulo vertical. Obtiveram-se valores da faixa de 350 µm a 2.500 µm com 30 repetições para obtenção da média em cada unidade (µm). Assim constituiu-se uma tabela com dez colunas que representam cada espécie de gramínea, formada por 2.151 linhas de dados ao longo do espectro, aproveitando todo o potencial do equipamento.

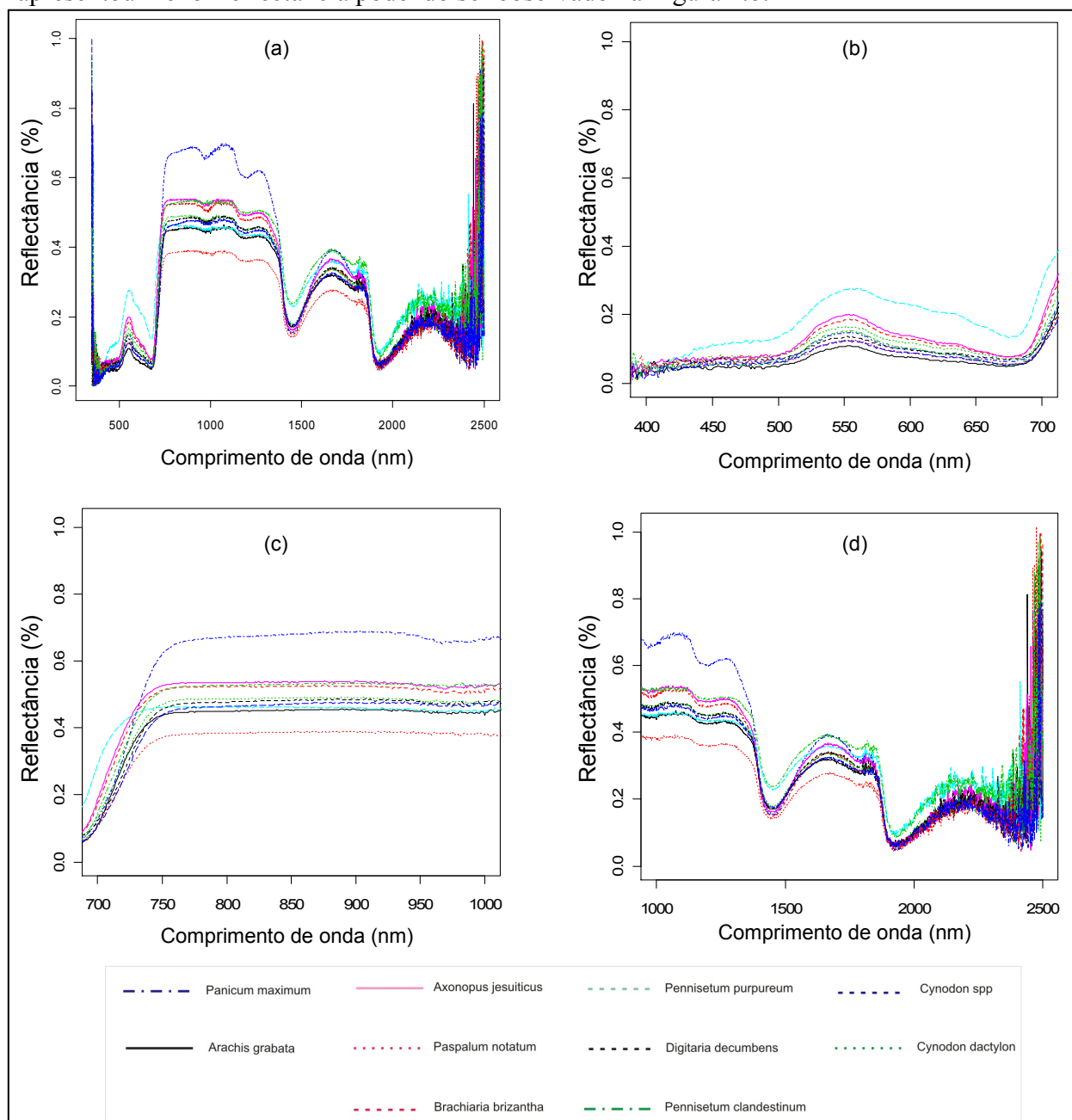
Com a leitura das amostras, estas, foram transpostas para o aplicativo Excell em forma de planilhas individualizadas por alvo. Após esta seleção, foi executada a verificação da média digital de cada alvo em cada comprimento de onda, ocorrendo posteriormente a

formação de uma matriz de dados que constituem os canais ópticos de reflectância do sensor utilizado no sensoriamento.

O software R 2.8.0 foi utilizado para realizar a análise da variância e multivariada de componentes principais e de agrupamentos.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a mensuração dos dados espectrais das folhas das 10 (dez) espécies de gramíneas, pode-se observar, conforme figura 2.a, a ocorrência de variação na resposta espectral das espécies. Na região do visível, algumas espécies se diferem mais, em especial na região do verde, onde a *Pennisetum purpureum* possui maior reflectância e a *Arachis grabata* apresentou menor reflectância podendo ser observado na Figura 2.b.

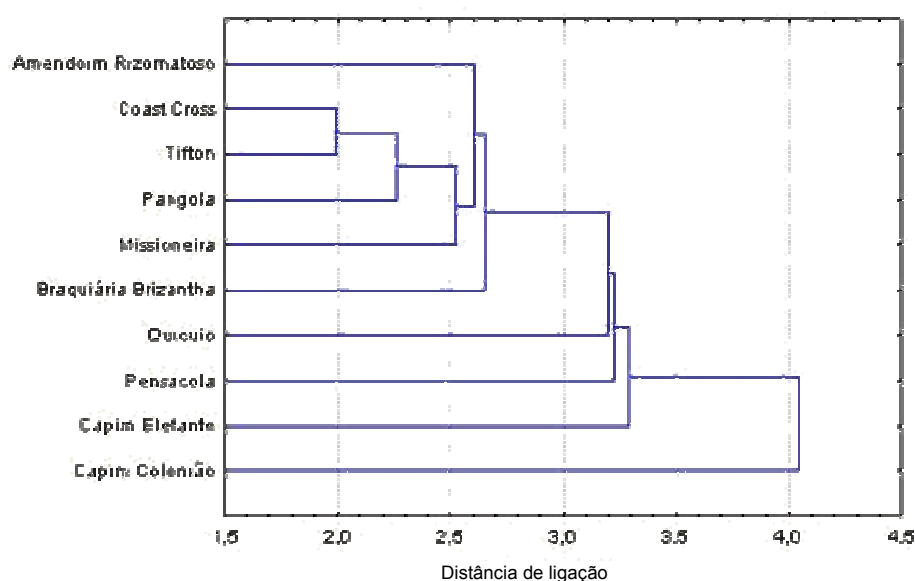


**Figura 2** – (a) Resposta espectral total (350-2.500nm) das variedades de pastagens, (b) ampliação na faixa do visível, (b) ampliação faixa do infravermelho próximo e (c) faixa do infravermelho médio.

Observando a Figura 2 (c), na região do infravermelho próximo a espécie *Panicum maximum* se destaca dentre as variedades e possui a maior resposta espectral sendo notável no comprimento de onda entre 730 a 1400nm.

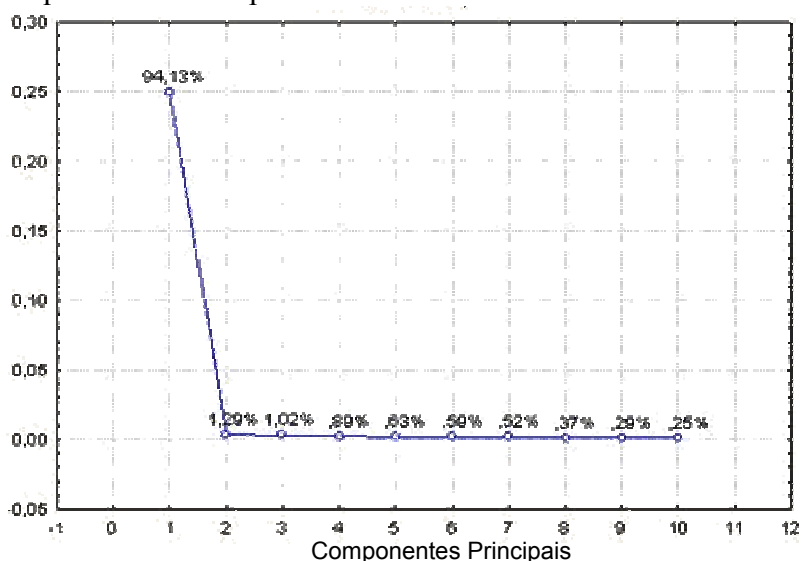
Para Moreira (2007), no infravermelho próximo, o comportamento da radiação eletromagnética quanto à reflexão, transmissão e absorção é dominado pelas propriedades ópticas da folha, que dependem das estruturas celulares internas. Nesta região, existe a absorção pequena da REM e considerável espalhamento interno na folha. A absorção da água é geralmente baixa e a refletância espectral é quase constante.

Na região do infravermelho médio, conforme a Figura 2.d, podemos observar novamente a variação entre a resposta espectral das gramíneas.



**Figura 3** - Gráfico resultante da análise de agrupamentos pela distância euclidiana entre a resposta espectral das variedades.

O gráfico acima apresenta uma grande separabilidade da espécie Colônia, agrupada com o Capim elefante e a pensacola. Isso demonstra que o capim colônia possui maior distância euclidiana que as demais espécies.



**Figura 4** - Percentual de representação dos cinco primeiros autovalores obtidos através da matriz de covariância.

A análise através das componentes principais é extremamente importante para definir as regiões do espectro de maior relevância na diferenciação das espécies. Observa-se na figura 4, que foi possível, através desta análise, representar em três componentes aproximadamente 96,4% da variância total.

Percebemos que na região do infravermelho próximo a primeira componente representa mais de 94% do conjunto de espectros analisados. A segunda componente demonstra mais que 1% da variabilidade dos dados e têm forte influência da região do visível, e a terceira provavelmente traz a variação do pico de reflectância do verde na região do visível e na transição dos comprimentos de onda do vermelho para o infravermelho. Através dessas informações podemos destacar que as diferenças na estrutura celular das folhas, quer seja em número de camadas ou disposição de células e espaços intercelulares, relacionada à região do infravermelho próximo é mais importante na diferenciação das variedades de pastagens que o teor de pigmentos e a atividade fotossintéticas das plantas, relacionados à região do visível.

## 5. CONCLUSÃO

Apesar da semelhança fenológica entre os capins Colômbio e Elefante, esses, apresentam respostas espectrais com diferenças significativas do fator de reflectância, sendo maior percentual para a primeira espécie, acentuando-se na região do infravermelho.

Para as demais gramíneas as respostas não foram significativas conforme mostra a análise estatística comparativa, porém recomendamos o estudo através de imagens das mesmas gramíneas produzidas por sensores suborbitais e orbitais, com o apoio de ferramentas computacionais que possam contribuir para discriminação destes alvos.

Os resultados obtidos em grande amplitude ressaltam a importância do infravermelho próximo na diferença de resposta espectral, como também, a contribuição da capacidade do equipamento ao medir comprimentos até 2.500 nm.

## 6. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a coordenação do curso de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria pela disponibilidade em ceder a área experimental de pastagens para o desenvolvimento da pesquisa, bem como o Departamento de Engenharia Rural pela disposição do Espectrorradiômetro.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Camara, G. et al. **Análise Espacial dos Dados Geográficos**. São José dos Campos: INPE. 2002

Costa Neto, P. L. O. **Estatística**. São Paulo, Edgard Blücher, 1977. 264p.

Lillesand, T. M.; Kiefer, R.W. **Remote Sensing and Image Interpretation**. New York, John Wiley & Sons, 1994. 750p.

Meneses, P. R.; Netto, J. da S. M. **Sensoriamento Remoto: reflectância dos alvos naturais**. Brasília, UnB, 2001.

Motta Neto, J. M.. **Estatística multivariada: uma visão didática-metodológica**. Crítica, maio/2004. [www.criticanarede.com/cien\\_estatistica.html](http://www.criticanarede.com/cien_estatistica.html). Acesso em 17/04/2008.

Moreira, Maurício A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e metodologias de aplicação**. 3ª.ed.atual.ampl. Viçosa:Editora da UFV, 2005.

Novo, Evelyn M.L. de Moraes. **Sensoriamento Remoto: Princípios e aplicações**. São Paulo, Edgard Blücher, 2002. 308p.

Ponzoni, F.J. Comportamento espectral da vegetação. In: MENESES, P. R.; NETTO, J. da S. M. (Org.). **Sensoriamento Remoto: reflectância dos alvos naturais**. Brasília, UnB, 2001.

Ribeiro JR, P.J. **Introdução ao uso e programação no sistema estatístico R**. Brasília: EMBRAPA, Mini-curso - junho/2005. disponível em <[www.leg.ufpr.br/~paulojus/embrapa/Rembrapa](http://www.leg.ufpr.br/~paulojus/embrapa/Rembrapa)>, acesso em 15 de março de 2008.

Sousa, R.C.A.; Kux, H.J.H. **Comportamento espectral de alvos urbanos: simulação com as bandas do satélite CBERS (China-Brazil Earth Resources Satellite)**. In:XII SBSR – Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005, Goiânia (Goias). Anais XII SBSR - Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. São José dos Campos – SP: INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2005.