

## Caracterização espectral de folhas e influência do tempo após a coleta de folhas na reflectância de duas cultivares de *Pennisetum purpureum* Schum.

Leandro de Mello Pinto<sup>1</sup>  
Gessiana Raquel Castro de Souza<sup>1</sup>  
Larissa Poltosi Camargo<sup>1</sup>  
Luiza Appel Reginatto<sup>1</sup>  
Sílvia Pagel Floriano Luiz<sup>1</sup>  
Sylvia Therezinha Dornelles da Cruz<sup>1</sup>  
Sonia Maria Gonçalves da Silva<sup>1</sup>  
Wagner Danton Bittencourt Bilhalva<sup>1</sup>  
Rudiney Soares Pereira<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Geomática – PPGG/UFSM  
97105-900 – Santa Maria – RS, Brasil  
{gsouped, larissapoltosicamargo, somsiluz}@yahoo.com.br  
{luizafisiounifra, sylvia\_bidel}@hotmail.com  
{engleandropinto}@gmail.com  
{danton.bb}@ibest.com.br  
{sluiz}@via-rs.net

<sup>2</sup> Departamento de Engenharia Rural – DER/UFSM  
97105-900 – Santa Maria – RS, Brasil  
rudiney@smail.ufsm.br

**Abstract.** Remote sensing studies events, phenomena and processes occurring on Earth's surface, starting from the recording and analysis of these interactions, obtained by sensors at a distance from them. Vegetation studies qualify as one of many remote sensing applications. The energy absorbed, transmitted and reflected by the leaves, the main body absorber of electromagnetic radiation of canopies can be obtained by sensors in the laboratory. In this regard, the study aimed to examine, through spectral measurements, the changes that occurred in the leaves of Elephant grass Purple and Cameroon cultivars, from the time when their leaves were collected until 24 hours later. In the experiment we used 30 leaves of *Pennisetum purpureum* Schum. cv Cameroon, and cv. Purple. The leaf samples were collected from the apex of the plants due to the same conditions and have better homogeneity, samples were cut approximately 10 cm long, collected on the UFSM campus in the morning (11:00 h) on 14/07/2010. We considered two days of reading, with different times, T1 (0 hours), T2 (2 hours), T3 (4 hours), T4 (6 hours), T5 (20 hours), T6 (22 hours) and T7 (24 hours after the collection of leaves). The results will be submitted to statistical comparison.

### 1. Introdução

O sensoriamento remoto tem como objetivo estudar eventos, fenômenos e processos que ocorrem na superfície do planeta Terra, a partir do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias que o compõem em suas mais diversas manifestações (NOVO, 2008), utilizando-se de diversas técnicas para o estudo destas interações com os alvos terrestres (Souza et al., 1996).

Estudos de vegetação também se enquadram nas aplicações do sensoriamento remoto, a partir dos dados obtidos é possível adquirir informações sobre a situação de diversos tipos

de vegetação. Conforme Cardoso (1996), diferentes técnicas desta ciência vêm sendo utilizadas na caracterização espectral da cobertura vegetal em diversos níveis de abordagem. Estes níveis incluem o estudo de dosséis e/ou de folhas isoladas (extraídas ou não). Em estudos de vegetação, a partir dos dados gerados, é possível se obter informações sobre a distribuição dos diferentes tipos de vegetação, estrutura do dossel, estado fenológico, condições de estresse, carência de nutrientes, entre outros.

As folhas desempenham funções muito importantes, porque são basicamente nelas que se processam todas as reações fotoquímicas, para a síntese dos carboidratos, além de outras reações vitais para a vida da planta, como a respiração e a transpiração (Moreira, 2005), além de serem o principal órgão absorvedor da radiação eletromagnética da vegetação. A medição dessa energia absorvida, como também da transmitida e refletida pelas folhas podem ser obtidas por sensores em laboratório, campo, aéreo transportados ou orbitais (Sanchez ET al., 2003). No nível de coleta de dados em laboratório comumente são consideradas as folhas, partes de plantas ou até alguns arranjos de plantas, dos quais são coletados dados radiométricos com o objetivo de caracterizar espectralmente fenômenos e/ou aspectos relacionados ao processo de interação entre a radiação eletromagnética e a vegetação (Ponzoni, 2002). A análise do comportamento espectral das folhas, por serem elementos de vegetação que mais contribuem para o sinal a ser detectado pelos sensores (Colwell, 1974), influenciado pela morfologia interna e externa: tipo e quantidade de pigmentos fotossintetizantes, característicos de cada espécie (Kumar, 1974).

Após o lançamento de satélites com sensores hiperespectrais a bordo, tem-se como objetivo construir uma biblioteca espectral para identificação de espécies vegetais. Essa idéia se torna utópica visto os diferentes fatores que podem estar influenciando a resposta espectral de uma mesma espécie. No entanto, a caracterização espectral de alvos vegetais em laboratório pode ser utilizada em conjunto com imagens orbitais a fim de se obter parâmetros de campo para auxiliar na interpretação dos alvos de um determinado local em um determinado período. Para tanto, curvas espectrais são tomadas de diferentes espécies utilizando espectrorradiômetros não imageadores em condições de laboratório as quais são comparadas com as curvas obtidas pelos sensores imageadores. Portanto, experimentos conduzidos para demonstrar diferenças espectrais entre espécies vegetais em laboratório se tornam necessários (Coura et al., 2005).

Outro aspecto a ser considerado de acordo com Sanchez et al. (2003), é que uma folha, após ser extraída da planta mãe, inicia o processo de senescência, caracterizado pela degradação dos constituintes celulares, perda de água e modificações da estrutura do mesófilo foliar. Estes fenômenos são visualizados principalmente através da mudança da cor e desidratação das folhas.

Neste contexto, o presente trabalho teve dois objetivos principais: obter a variação natural da curva de reflectância das folhas de *Pennisetum purpureum*, Schum. cultivares Cameroon e Roxo e analisar e detectar a variação da reflectância das cultivares em função do comprimento de onda a partir do momento em que estas foram coletadas até 24 horas depois.

## **2. Metodologia de Trabalho**

### **2.1 Folhas utilizadas**

Para a realização do experimento foram coletadas 30 amostras de folhas de *Pennisetum purpureum*, Schum. (capim-elefante) cv. Cameroon e cv. Roxo, no Campus da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), no dia 14 de julho de 2010, por volta das 11:00h. As amostras de folhas foram colhidas do ápice das plantas, devido às mesmas apresentarem melhores condições e maior homogeneidade, foram cortadas amostras com

aproximadamente 10 cm de comprimento. Foram considerados dois dias de leitura, com diferentes momentos, totalizando 24 horas após a coleta das folhas.

Pertencente à família Poaceae o *Pennisetum purpureum*, Schum. possui grande distribuição geográfica e constitui numa excelente fonte de energia aos herbívoros domésticos devido à sua grande produção de biomassa. Seus representantes são encontrados em todas as partes do planeta e seu grau de distribuição nas regiões tropicais e subtropicais é densa e contínua. Neste contexto, o capim-elefante é considerado como uma forrageira de alta produção, sendo uma das gramíneas mais difundidas e importantes no Brasil, podendo ser utilizada de diversas formas, e alcançando altos níveis de produção de massa foliar (Lopes, 2004).

## 2.2 Tratamentos

Foram considerados sete diferentes momentos, T1 (0 horas), T2 (2 horas), T3 (4 horas), T4 (6 horas), T5 (20 horas), T6 (22 horas) e T7 (24 horas após a coleta das folhas). O primeiro correspondente às 12:00h do dia 14 de julho, logo após a extração das folhas da planta mãe, o segundo, o terceiro e o quarto correspondem, respectivamente, às 14:00h, às 16:00h e às 18:00h do mesmo dia, o quinto, o sexto e o sétimo momento correspondem, respectivamente, às 08:00h, às 10:00h e às 12:00h do dia 15 de julho.

## 2.3 Medições radiométricas

As medições radiométricas foram realizadas no Laboratório de Sensoriamento Remoto da UFSM (Núcleo de Desenvolvimento de Informações e Geotecnologias), com a utilização de um espectrorradiômetro FieldSpec®3 conectado a unidade RTS-3ZC<sup>3</sup> (esfera integradora). Foram obtidas então as medidas de radiância refletida da face central das folhas. O procedimento foi o mesmo para todos os momentos (T1, T2, T3, T4, T5, T6 e T7).

Estas informações constituem um conjunto de arquivos contendo comprimento de onda na amplitude de 350nm a 2500nm e reflectância correspondente para cada comprimento de onda. Um microcomputador acoplado ao espectrorradiômetro armazenou as medidas radiométricas à medida que foram sendo obtidas. Os dados originais foram convertidos para o formato texto através do software ASD ViewSpecPro Versão 4.05, para posterior processamento no *software* Minitab Versão 16.1. Para a análise dos resultados, os espectros foram separados em duas regiões espectrais, a região do visível (450 a 690 nm) e a região do infravermelho próximo (760 a 900 nm).

## 2.4 Delineamento estatístico

Foram determinadas os valores médios de reflectância para cada espécie e para cada momento de leitura, pela média aritmética das trinta folhas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. Para análise dos resultados, foi adotado o software Minitab, versão 16.1. A análise de variância (ANOVA) ao nível de significância de 5% foi aplicada separadamente para cada espécie e a análise foi feita considerando a variação da reflectância em função do comprimento de onda para cada um dos momentos de leitura separadamente para as duas cultivares para detectar se houve diferença significativa na reflectância ao longo dos sete momentos. Nas médias em que a ANOVA foi significativa, o teste de Tukey foi aplicado ao nível de 5% de probabilidade, com o objetivo de se analisar os contrastes entre as médias e verificar quais foram significativamente diferentes.

## 3. Resultados e Discussões

Quanto ao aspecto visual das folhas, no primeiro momento de leitura da reflectância (T1), logo após a coleta, as folhas apresentavam-se em suas condições naturais de origem; no segundo (T2) e no terceiro (T3) momento as folhas não apresentaram nenhuma alteração

visual em relação à coloração, porém já começavam a ficar retorcidas; No T4 houve uma diminuição na intensidade da cor verde em ambas as faces e as folhas apresentavam baixo grau de desidratação, devido à perda de umidade; no quinto (T5), no sexto (T6) e no sétimo (T7) momento, as folhas apresentavam-se com uma coloração muito mais clara do que em T1, com alto grau de desidratação e muito quebradiças, fazendo com que as mesmas perdessem suas formas originais. Notou-se que a cultivar Roxo apresentou melhores condições e menos susceptibilidade à perda de umidade.

Uma análise das Figuras 1 e 2 permite dizer que as médias de reflectância para os sete momentos analisados apresentam diferenças para a cultivar Cameroon e não diferem significativamente na cultivar Roxo, o que fica comprovado pela Análise de Variância (Figuras 3 e 4).

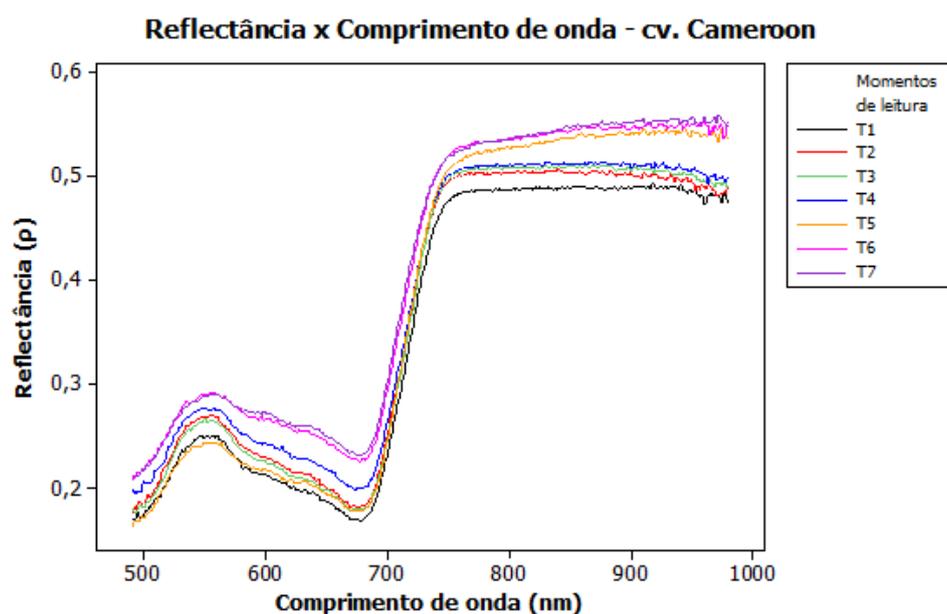


Figura 1. Curvas de reflectância do *Pennisetum purpureum*, Schum. cv. Cameroon nos momentos 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 na região do visível e infravermelho próximo.

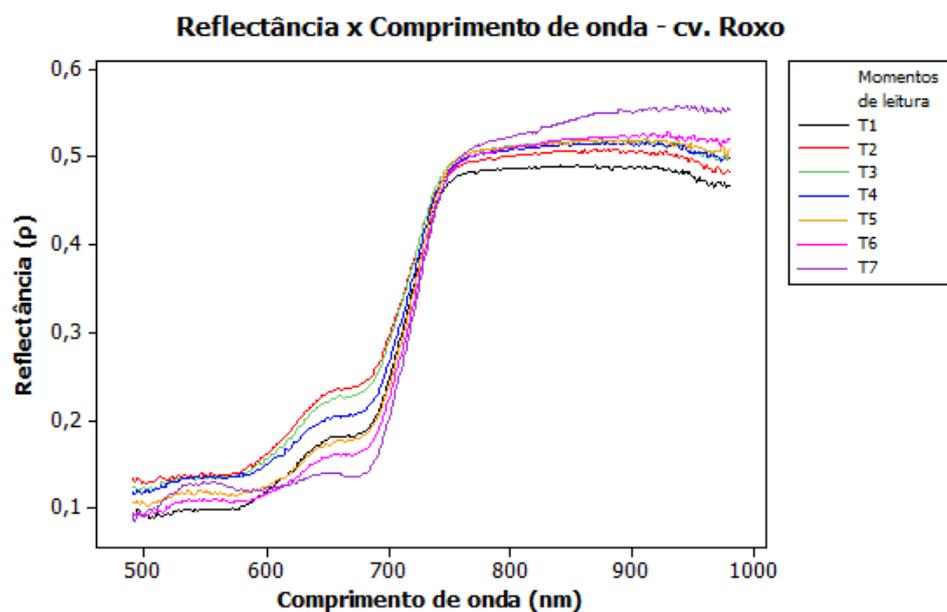


Figura 2. Curvas de reflectância do *Pennisetum purpureum*, Schum. cv. Roxo nos momentos 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 na região do visível e infravermelho próximo.

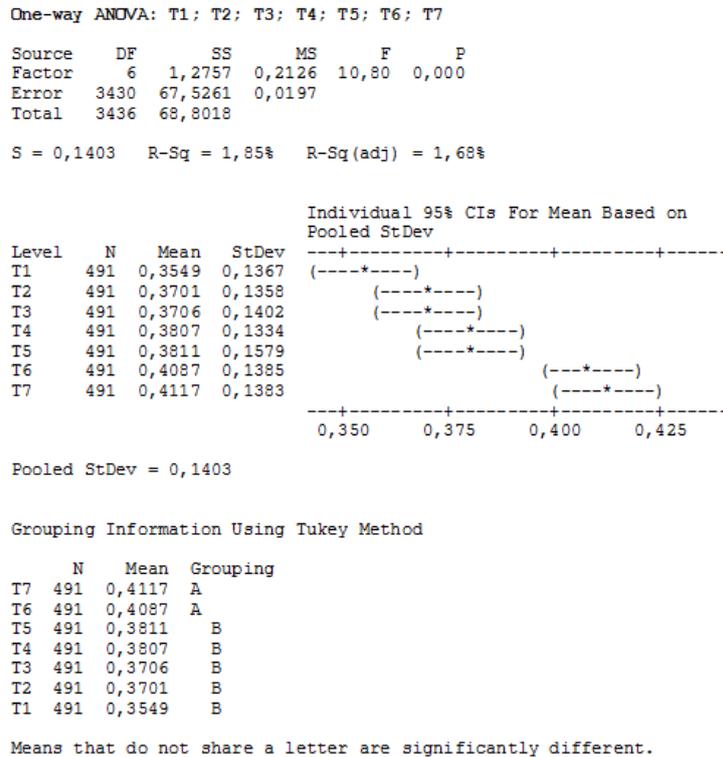


Figura 3. Análise de Variância (ANOVA) para a região do visível e infravermelho proximo, nos diferentes momentos T1, T2, T3, T4, T5, T6 e T7 para a cultivar Cameroon.

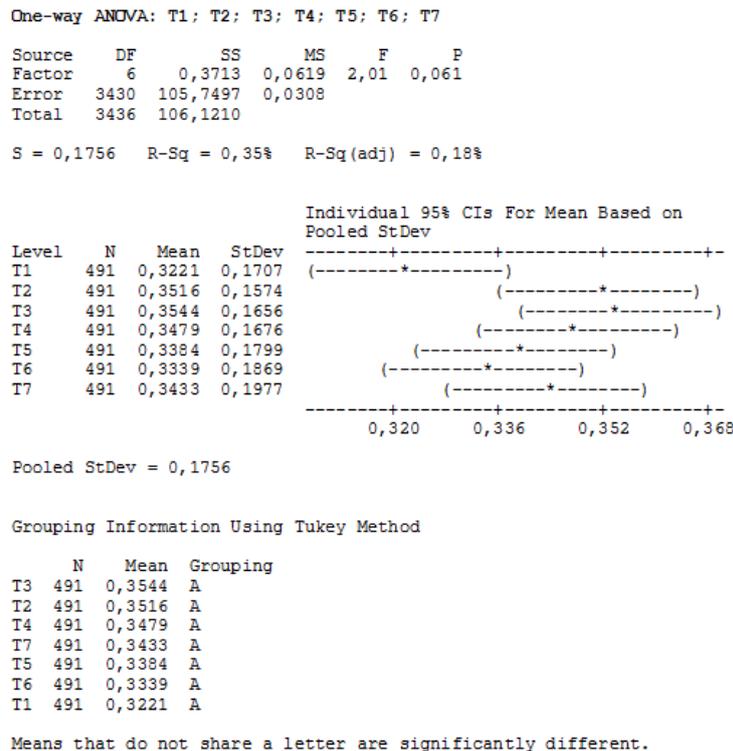


Figura 4. Análise de Variância (ANOVA) para a região do visível e infravermelho proximo, nos diferentes momentos T1, T2, T3, T4, T5, T6 e T7 para a cultivar Roxo.

Através da ANOVA, verificou-se que, para a cultivar Cameroon, na região do visível e do infravermelho próximo houve diferença significativa entre os valores médios de reflectância. Para a cultivar Roxo a análise não detectou diferenças significativas entre as médias da reflectância para todos os momentos de leitura. Os resultados obtidos para os valores de reflectância (Figuras 3 e 4) foram coerentes com a análise visual (Figuras 1 e 2).

Com o intuito de analisar os contrastes entre as médias dos momentos e verificar quais médias foram significativamente diferentes, aplicou-se o teste Tukey ao nível de significância de 5%. As figuras 3 e 4, mostram os diferentes grupos formados com base no teste de Tukey, onde as médias que não compartilham a mesma letra possuem diferença significativa.

Percebeu-se que, para a cultivar Cameroon, houve diferença significativa entre os momentos T6 e T7 em relação aos demais, isso deve-se em parte à perda de umidade das folhas devido ao tempo em que foram cortadas da planta mãe (22 e 24hs). Para o cultivar Roxo não foram detectadas diferenças significativas nas médias de reflectância para todos os momentos de leitura, devido ao melhor comportamento observado das folhas em relação à perda de umidade e qualidade das mesmas.

#### 4. Conclusões

O presente estudo demonstrou que diferenças na reflectância podem ser utilizadas para detectar alterações fisiológicas nas folhas, como a perda de umidade e a degradação da clorofila. Mudanças espectrais nas folhas devido ao processo de senescência alteram a resposta espectral tanto no visível, quanto no infravermelho próximo. O processo de degradação do Capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) cultivares Cameroon e Roxo pôde ser caracterizado a partir da medida radiométrica estudada.

Foram detectadas mudanças nos intervalos de tempo mais distantes da hora de coleta para o cultivar Cameroon e, no cultivar Roxo, essas mudanças não foram percebidas tão acentuadamente. Isso indica que essa cultivar apresenta maior capacidade de retenção de umidade pois apresentou menores índices de reflectância, pois, quanto menor a quantidade de água presente na folha, maior será a reflectância desta. Para um posterior estudo, sugere-se que a análise seja realizada juntamente com a verificação do peso das folhas, caracterizando assim a variação gradual da perda de umidade das folhas de cada cultivar.

#### 5. Referencias Bibliográficas

ALCÂNTARA, P.B., BUFARAH, G. Plantas forrageiras: gramíneas e leguminosas. São Paulo, Editora Nobel, 2ª ed., 1983, 150p.

Collwell, J.E. Vegetation canopy reflectance. *Remote Sensing of Environment*, v.3, n.3, p. 175-183, 1974.

DERESZ, F. Utilização do capim-elefante sob pastejo rotativo para produção de leite e carne. Juiz de Fora, Embrapa-CNPGL, 1999, 29p. (Circular técnica 54)

FAO. <http://www.fao.org> acesso em 02 de setembro de 2010

Kumar, R. *Radiation from plants-reflection and emission: a review*. Lafayette. Purdue Research Foundation. (Research Project n:5543), 1974, 88p.

LOPES, Bruna Adese. *O Capim-elefante*. Seminário apresentado à disciplina ZOO 645 (Métodos nutricionais e alimentação de ruminantes). Universidade Federal de Viçosa - Centro de Ciências Agrárias /Departamento de Zootecnia). Viçosa, Maio de 2004.

MENDES, C. A. B; CIRILO, J. A.: **Geoprocessamento em Recursos hídricos – Princípios, Integração e Aplicação**. Porto Alegre - RS: **Revista Brasileira de Recursos Hídricos (RBRH)**, 2001.

Moreira, Mauricio Alves. Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação. 3 ed. Atual. AMPL. – Viçosa-MG: Ed. UFV, 2005.

NOVO, E. M. L. M.: **Sensoriamento Remoto. Curso de Especialização em Geoprocessamento**. UFRJ, IGEO, Dep. Geografia, LAGEOP, Rio de Janeiro – RJ: Volume 2, Mídia CD, 1999.

Ponzoni, F.J. *Sensoriamento remoto no estudo da vegetação: diagnosticando a mata atlântica*. V Curso de uso de sensoriamento remoto no estudo do meio ambiente. São José dos Campos. Cap. 8, INPE, 22-26 de julho de 2002.

RODRIGUES, L.R.A., MONTEIRO, F.A., RODRIGUES, T.J.D. Capim elefante. In: PEIXOTO, A.M., PEDREIRA, C.G.S., MOURA, J.V., FARIA, V.P. (Eds.) *Simpósio sobre manejo da pastagem*, 17, Piracicaba, 2001. 2ª edição. Anais... Piracicaba:FEALQ, 2001, p.203-224.

Souza, C.L.; Ribeiro, M.C.; Ponzoni, F.J. *Influência do tempo e do tipo de armazenamento na reflectância espectral de folhas de Eucalyptus grandis "ex-situ"*. *Revista Árvore*, v.20, n.2, p 255-265, 1996.

Steffen, C.A.; Moraes, E.C.; Gama, F.F. Radiometria óptica espectral. *Tutorial do VIII simpósio brasileiro de sensoriamento remoto*. INPE, São José dos Campos, 1996.