



## Uso de espectrometria de refletância no infravermelho próximo (NIRS) na análise de carbono de Neossolos do Pantanal

Fernando Antonio Fernandes<sup>1</sup>  
Ana H. B. Marozzi Fernandes<sup>2</sup>  
Antonio Arantes Bueno Sobrinho<sup>3</sup>  
Hernandes de Campos Monteiro<sup>4</sup>  
Augusto César Galvão e Silva<sup>5</sup>

### Introdução

Atualmente, existe uma grande demanda pela obtenção rápida e prognóstica (preditiva) de dados para uso em monitoramento ambiental, avaliação da qualidade do solo e agricultura de precisão. Com isso, a busca por metodologias de análise mais eficientes em termos de tempo e custo-benefício vem aumentando (COHEN et al., 2005). Por essa razão, a técnica espectroscópica de refletância no infravermelho próximo (NIRS, do inglês Near Infrared Reflectance Spectroscopy) tem sido considerada como uma alternativa para complementar ou até mesmo substituir métodos analíticos convencionais. Inicialmente desenvolvida na década de 70 para uma análise rápida da umidade em grãos de cereais, tem se mostrado promissora em outras áreas, inclusive na área agrícola (CHANG et al., 2001).

A técnica do NIRS utiliza o espectro eletromagnético entre o visível e regiões do infravermelho (700 nm a

2.500 nm). Consiste em incidir sobre uma amostra uma radiação (feixe de luz) de comprimento de onda específico e conhecido da região do infravermelho próximo. Quando isso acontece, as ligações covalentes das substâncias orgânicas absorvem essa energia. Essa absorção é utilizada para estimar o número e tipo de ligações moleculares na amostra, sendo medida pela diferença entre a quantidade de luz emitida pelo NIR e a quantidade de luz refletida pela amostra (VAN KEMPEN; JACKSON, 1996). A quantidade de radiação absorvida pode ser relacionada com a concentração de certos compostos orgânicos, se as leituras puderem ser instantâneas, efetivamente comparadas e ajustadas na matriz de um banco de dados armazenados que calibra o software de logística do equipamento. Esta técnica fundamenta-se no uso de calibrações acopladas às determinações obtidas via análises químicas, utilizando a absorbância em vários comprimentos de onda para prever as propriedades particulares de uma dada amostra.

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Dr., Embrapa Pantanal, Caixa Postal 109, 79320-900, Corumbá, MS. fafernan@cpap.embrapa.br

<sup>2</sup> Engenheira Agrônoma, MSc, Embrapa Pantanal, Caixa Postal 109, 79320-900, Corumbá, MS. amarozi@cpap.embrapa.br

<sup>3</sup> Assistente de Pesquisa, Embrapa Pantanal, Caixa Postal 109, 79320-900, Corumbá, MS. arantes@cpap.embrapa.br

<sup>4</sup> Assistente de Pesquisa., Embrapa Pantanal, Caixa Postal 109, 79320-900, Corumbá, MS. hernandes@cpap.embrapa.br

<sup>5</sup> Assistente de Pesquisa, Embrapa Pantanal, Caixa Postal 109, 79320-900, Corumbá, MS augusto@cpap.embrapa.br

Normalmente, os espectros do NIRS são utilizados para estabelecer um modelo de regressão, o qual é otimizado buscando a melhor correlação entre o observado e o previsto.

Particularmente para solos, a metodologia do NIRS permite a avaliação de diferentes propriedades, como umidade, teor de matéria orgânica do solo, inclusive conteúdos de carbono (C) e nitrogênio (N), e capacidade de troca de cátions, entre outras (VELASQUEZ et al., 2006; ZORNOZA et al., 2008). Além da economia de tempo e reagentes químicos, essa técnica apresenta as vantagens de não ser destrutiva (a mesma amostra pode ser analisada várias vezes) e não gerar resíduos.

O objetivo deste trabalho foi verificar a aplicabilidade da técnica do NIRS para a determinação do conteúdo de C em amostras de solos arenosos do Pantanal.

## Medidas de C do solo pelo NIRS

A partir de material coletado em diferentes projetos de pesquisa selecionou-se 350 amostras de NEOSSOLO QUARTZARÊNICO, as quais tiveram o seu carbono total medido em analisador elementar (LECO CR-412), para posterior comparação com o método NIRS. Neste processo, utilizou-se um espectrômetro NIR900-PLS, da marca FEMTO, com as seguintes especificações: faixa espectral –1100 a 2500 nm; leitura – transmitância e refletância; tempo de varredura 70 segundos e software FemWin900. Cada amostra foi homogeneizada e parte do material adicionado em cubeta específica, acoplada no aparelho para leitura (varredura) da amostra nos comprimentos de onda de 1100 a 2500 nanômetros.

As leituras das amostras foram convertidas em logaritmo ( $\log_{10} = 1/R$ , sendo R o valor obtido para cada comprimento de onda) e armazenadas em arquivos disponíveis no software FemWin900. Equações de regressão foram ajustadas relacionando os dados espectrais com dados determinados por métodos convencionais. Foram selecionadas aleatoriamente 150 amostras para calibração e a validação cruzada foi feita com as 200 amostras restantes. O modelo de calibração foi desenvolvido com a utilização do método Regressão Linear Múltipla (MLR). A melhor calibração foi selecionada de acordo com o cálculo de validação cruzada. Esta técnica quimiométrica estabelece relação matemática entre a variação nos espectros das amostras com a variação do parâmetro medido, da qual, os valores de referência observados e os preditos foram correlacionados, estabelecendo-se o coeficiente de determinação ( $r^2$ ) e a variância (V).

## Resultados

No processo de calibração o software do equipamento selecionou 10 comprimentos de onda que tiveram as melhores respostas ao carbono total (1486, 1490, 1506, 1514, 1522, 1856, 1872, 1880, 1882 e 1884 nm). Para a calibração, os cálculos da MLR estabelecida pelo software obtiveram um coeficiente de determinação  $r^2 = 0,929$  e uma variância de  $V = \pm 0,042$ . Para a validação, que envolveu as amostras não utilizadas na calibração, obteve-se um coeficiente de determinação  $r^2 = 0,829$  e uma variância de  $V = \pm 0,065$ . Os valores encontrados foram considerados satisfatórios e situam-se dentro da faixa reportada em outros trabalhos (COZZOLINO; MÓRON, 2006; VELASQUEZ et al., 2006; ZORNOZA et al., 2008), os quais consideram que a utilização do NIRS pode ser adotada como método usual de análise para o carbono do solo.

## Considerações finais

Os resultados obtidos permitem concluir que a técnica do NIRS para análise do C do solo em Neossolos do Pantanal pode ser adotada em substituição aos métodos convencionais. Estudos adicionais são necessários para validar essa técnica também para outros tipos de solo da região.

## Referências

- CHANG, C. W.; LAIRD, D. A.; MAUSBACH, M. J.; HURBURGH JR, C. R. Near-infrared reflectance spectroscopy – principal components regression analyses of soil properties. **Soil Science Society of America Journal**, v. 65, p. 480-490, 2001.
- COHEN, M. J.; PRENGER, J. P.; DeBUSK, W. F. Visible-near infrared reflectance spectroscopy for rapid, non-destructive assessment of wetland soil quality. **Journal of Environmental Quality**, v. 34, p.1422-1434, 2005.
- COZZOLINO, D.; MÓRON, A. Potential of near-infrared reflectance spectroscopy and chemometrics to predict soil organic carbon fractions. **Soil and Tillage Research**, v. 85, p. 78-85, 2006.
- VAN KEMPEN, T. A. T. G; JACKSON, D. NIRS may provide rapid evaluation of amino acids. **Feedstuffs**, v. 68, p.12-15, 1996.

VELASQUEZ, E.; LAVELLE, P.; BARRIOS, E.; JOFFRE, R.; REVERSAT, F. Evaluating soil quality in tropical agroecosystems of Colombia using NIRS. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 37, p. 889-898, 2006.

ZORNOZA, R.; GUERRERO, C.; MATAIX-SOLERA, J.; SCOW, K. M.; ARCENEGUI, V.; MATAIX-BENEYTO, J. Near infrared spectroscopy for determination of various physical, chemical and biochemical properties in Mediterranean soils. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 40, p. 1923-1930, 2008.

#### COMO CITAR ESTE DOCUMENTO

FERNANDES, F. A.; FERNANDES, A. H. B. M.; BUENO SOBRINHO, A. A.; MONTEIRO, H. de C.; SILVA, A. C. G. e. **Uso de espectrometria de refletância no infravermelho próximo (NIRS) na análise de carbono de Neossolos do Pantanal**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2010. 3p. (Embrapa Pantanal. Comunicado Técnico, 86). Disponível em: <[www.cpap.embrapa.br/publicacoes/download.php?arq\\_pdf=COT86](http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/download.php?arq_pdf=COT86)>. Acesso em: 31 dez. 2010.

#### Comunicado Técnico, 86

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
Embrapa Pantanal  
Endereço: Rua 21 de Setembro, 1880  
Caixa Postal 109  
CEP 79320-900 Corumbá, MS  
Fone: 67-3234-5800  
Fax: 67-3234-5815  
Email: [sac@cpap.embrapa.br](mailto:sac@cpap.embrapa.br)  
1ª edição  
1ª impressão (2010): formato digital

Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento

#### Comitê de Publicações

**Presidente:** *Aiesca Oliveira Pellegrin*  
**Secretária-Executiva:** *Suzana Maria Salis*  
**Membros:** *Debora Fernandes Calheiros*  
*Marçal Henrique Amici Jorge*  
*José Aníbal Comastri Filho*  
**Secretária:** *Regina Célia Rachel*

#### Expediente

**Supervisor editorial:** *Suzana Maria Salis*  
**Normalização bibliográfica:** *Viviane de Oliveira Solano*  
**Editoração eletrônica:** *Eliane P. Arruda e Suzana M. Salis*  
**Disponibilização na home page:** *Luiz E. Macena de Brito*