



## Predição da proteína bruta da dieta selecionada por ovinos em pastagem de capim-tanzânia por meio da espectroscopia fecal (NIRS fecal)

Juliete de Lima Gonçalves<sup>1</sup>, Marco Aurélio Delmondes Bomfim<sup>2</sup>, Antônio Marcos Ferreira Fernandes<sup>3</sup>, Keley da Silva Oliveira<sup>4</sup>, Francisca Erlane Brito Martins<sup>5</sup>, Rafael Teixeira de Sousa<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Mestre em Zootecnia pela Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA. E-mail: [julietegoncalves@gmail.com](mailto:julietegoncalves@gmail.com)

<sup>2</sup>Pesquisador da Embrapa Caprinos e Ovinos.

<sup>3</sup>Mestrando do Curso de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA.

<sup>4</sup>Zootecnista pela Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA.

<sup>5</sup>Discente do curso de Zootecnia da Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA.

<sup>6</sup>Doutorando do programa de Pós Graduação em Nutrição e Produção Animal da Universidade de São Paulo- USP.

**Resumo:** A espectroscopia de reflectância na região do infravermelho próximo (NIRS) tem se demonstrado como uma técnica alternativa aos métodos convencionais para determinar a qualidade da dieta. Objetivou-se com este estudo desenvolver calibrações para estimar a proteína bruta da dieta ingerida por ovinos em pastagem cultivada de capim-tanzânia por meio de amostras fecais, utilizando o NIRS. As amostras da dieta selecionada de capim-tanzânia foram coletadas por meio de pastejo simulado, a partir da observação direta do pastejo de 90 ovinos, enquanto as amostras de fezes foram obtidas diretamente da ampola retal. As amostras foram feitas durante 12 meses para representar toda a variação anual na qualidade do pasto. As amostras da dieta foram analisadas para o parâmetro de proteína bruta (PB), enquanto que das fezes foram obtidos os espectros. O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para calibração e validação cruzada foram de 0,80 e 0,58, respectivamente. Já a raiz quadrada média do erro (RMSE) da calibração e da validação foi de 0,59 e 0,89, respectivamente. Os comprimentos de onda que estão mais relacionados com a concentração de proteína bruta são os de 1966, 2012, 2274 2310 2350 2466 nm. Os resultados demonstram que a tecnologia do NIRS fecal pode ser utilizada como ferramenta para a predição da proteína bruta ingerida por ovinos em pastagens tropicais de capim-tanzânia.

**Palavras-chave:** infravermelho, ovelhas, qualidade da dieta

## Prediction of diet crude protein selected by sheep grazing tanzania grass through fecal NIRS spectroscopy (NIRS)<sup>1</sup>

**Abstract:** near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) has been showed an alternative technique to conventional methods for determining the quality of the diet of grazing ruminants. This study was carried out to develop calibrations to predict crude protein on diet ingested by sheep in cultivated pasture of tanzania grass through fecal sampling, using NIRS. Samples of the diet selected during grazing were collected by hand plucking technique from the direct observation of grazing sheep, while fecal samples were collected directly from the rectum. Samples of the diet were analyzed for crude protein (CP), while from fecal samples, NIR spectra were obtained. The coefficient of determination ( $R^2$ ) for calibration and cross-validation were 0.80 and 0.58, respectively. The root mean square error (RMSE) of calibration and validation was 0.59 and 0.89, respectively. The wavelengths that are related to the concentration of crude protein were 1966, 2012, 2274 2310 2350 and 2466 nm. The results show that fecal NIRS technology can be used as a tool for predicting crude protein ingested by sheep grazing tropical tanzania grass.

**Keywords:** diet quality, infrared, sheep

### Introdução

Em razão da importância da utilização de pastagens para a criação de ovinos, muitos pesquisadores da área de nutrição animal têm reconhecido a importância da mensuração do valor nutritivo das forragens na alimentação dos ruminantes, como ferramenta chave para desenvolver estratégias de suplementação para atender às suas exigências nutricionais. Para tanto, existem várias técnicas de análises químicas que são utilizadas para quantificar os parâmetros de qualidade da forragem, como os teores de proteína, minerais e energia. No entanto, para fazer estas análises de forma convencional, gasta-se muito tempo e há um custo relativamente elevado com reagentes.

Assim, o uso da espectroscopia de reflectância das fezes na região do infravermelho próximo (NIRS fecal) tem se destacado, como uma alternativa aos métodos analíticos tradicionais para determinar o valor nutritivo das forragens com maior rapidez e menor custo. Esta tecnologia baseia-se na correlação entre os espectros das amostras fecais e as análises químicas da dieta. Esta técnica é vantajosa por ser rápida e não exigir trabalho intensivo no processamento das amostras, permitindo análise em grande escala, além de não demandar reagentes e não destruir as amostras (Stuth et al., 2003). Embora bastante difundida no mundo, poucos trabalhos foram desenvolvidos no Brasil para adaptá-la às condições tropicais, especialmente para avaliação da dieta de animais em pastagens cultivadas.



Portanto, o objetivo da realização deste estudo foi desenvolver equações, para predição da proteína bruta da dieta ingerida por ovinos em pastagem de capim-tanzânia utilizando a tecnologia do NIRS fecal.

### Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Centro Tecnológico de Ovinos de Corte da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Caprinos e Ovinos – Embrapa Caprinos e Ovinos, situado na Fazenda Santa Rita (latitude 3° 42' 59. 82"S, longitude 40° 23' 20. 87"O), em Sobral, Ceará.

O trabalho foi executado durante o período de março de 2011 a março de 2012. Foram utilizadas 90 matrizes ovinas mestiças entre as raças Santa Inês e Somalis Brasileira, com distintos graus de sangue, com idade média de 3,5 ± 1,4 anos e peso vivo médio de 30,50 ± 1,12 kg. Os animais foram manejados em uma área de três hectares de pastagem cultivada de capim-tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia), sob lotação rotativa, com três dias de ocupação e 24 dias de descanso. A pastagem foi irrigada com uma lâmina de água de 12 mm e adubada com 195 kg de N/ha ano na forma de ureia durante o período seco do ano. Os animais em pastejo receberam água e suplemento comercial Ovinofós com minerais orgânicos (Tortuga®) *ad libitum*.

As coletas de fezes e pasto foram realizadas mensalmente durante quatro dias consecutivos durante todo o período experimental. As amostras de pasto foram coletadas por meio do pastejo simulado, que consiste na observação direta do animal e coleta de pasto mimetizando a apreensão de forragem pelo animal (Landau et al., 2006). As fezes foram coletadas diretamente do reto dos animais. Para relacionar o espectro fecal de cada amostra com os dados de referência de proteína bruta (PB), dados da dieta obtida no primeiro dia de cada período de coleta foram usados como referência para o dia três (03) da amostragem fecal.

As amostras de capim-tanzânia foram analisadas quanto à concentração de PB utilizando a técnica de microkjedahl (AOAC, 1980). Foram utilizadas entre cinco a dez gramas de amostras fecais secas, colocadas em células de quartzo e imediatamente escaneadas em um equipamento NIRS FOSS® 5000. As amostras antes de serem escaneadas foram colocadas em estufa de ventilação forçada, a 60°C, por três horas. Os espectros gerados foram arquivados em microcomputador acoplado ao NIR para uso na geração das equações de predição.

O método de regressão utilizado para o tratamento dos dados deste estudo foi o método da regressão por mínimos quadrados parciais (PLS) usando o pacote *Unscrambler*®, versão 10.2 (Camo Inc). Os espectros originais foram submetidos a diferentes pré-tratamentos matemáticos, como a correção multiplicativa de sinal (MSC) e transformação normal de variância (SNV) com ou sem remoção de tendência (SNV, com ou sem Detrend), associados ou não à transformação pela primeira ou segunda derivativa (Savitzky-Golay) com janela variando de 1 a 4 pontos. O tratamento matemático mais adequado foi avaliado observando-se a coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e a raiz quadrada média do erro (RMSE) da calibração e da validação cruzada (*cross-validation*). Para determinar os comprimentos de onda com maior influencia na determinação do teor de proteína da dieta, foi realizada a subtração espectral das amostras de maior teor de proteína em relação àquelas com baixo teor deste nutriente.

### Resultados e Discussão

O tratamento matemático que resultou no melhor desempenho do modelo foi à correção multiplicativa de sinal com transformação pela primeira derivada (Savitzky Golay) com janela de um ponto (Calibração –  $R^2 = 0,80$ , RMSE = 0,59; Validação –  $R^2 = 0,58$ , RMSE = 0,89). Do banco de dados, duas amostras foram consideradas *outliers* e foram retiradas da calibração.

De acordo com a figura 1 pode-se observar que houve um melhor ajuste dos dados na calibração que na validação cruzada. Entretanto, apesar do menor coeficiente de determinação da validação cruzada, os valores de RMSE, nos dois casos, estão bem abaixo do citado na literatura para este tipo de calibração (Bomfim, 2013), indicando que o NIRS fecal pode ser utilizado nestas condições para predizer o teor de proteína da dieta de ovinos em pastagens tropicais.

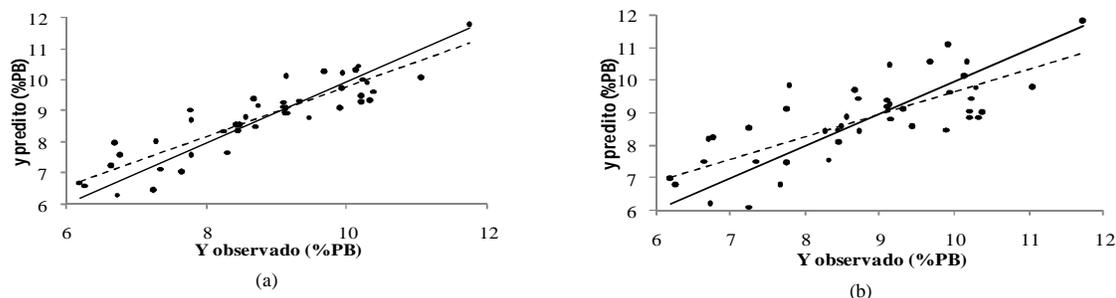


Figura 1. Teor de proteína predita e observada pelo modelo (a) e pela validação cruzada (b). Linha sólida  $y=x$ , linha tracejada – regressão de quadrados mínimos parciais



Este menor  $R^2$  pode ter sido influenciado pela subjetividade da técnica de simulação de pastejo, que depende do amostrador, representando uma fonte de variação ao modelo.

Na figura 2 pode-se observar que os comprimentos de onda que estão mais relacionados com o teor de proteína, a partir da análise da subtração espectral (espectros de amostras com maiores menos aqueles com menores teores de PB) são os de 1408, 1936, 2024 e 2288 nm.

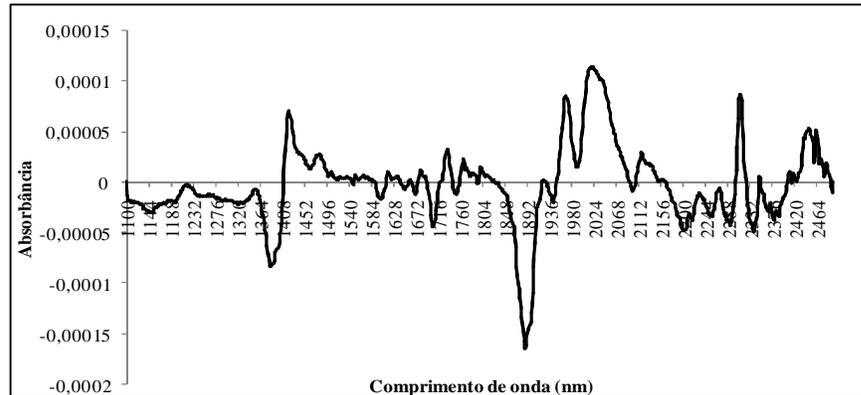


Figura 2. Subtração da média dos espectros das amostras com maior teor (>10% na MS) daquelas com menor concentração de proteína bruta (<7% na MS)

A Figura 3 demonstra os coeficientes da equação em relação aos comprimentos de onda. Pode-se observar que os comprimentos de onda com maiores coeficientes na equação de predição do teor de PB da dieta são os de 1966, 2012, 2274 2310 2350 2466 nm. Cox et al. (2000) trabalharam com NIRS fecal para determinação da qualidade de dieta de ovinos em pasto nativo no nordeste brasileiro e concluíram que os comprimentos de onda que estão mais relacionados com a PB são os de 2310, 2208, 2139 nm. Segundo Shenk et al. (2008) os comprimentos de onda próximos a 2300 nm estão relacionados as vibrações das ligações C-H, enquanto os próximos a 2470 nm as ligações de C-N-C, que são ligações que estão relacionados com a estrutura da proteína. Os coeficientes da equação que estão apresentados na Figura 3 coincidem com aqueles demonstrados na Figura 2.

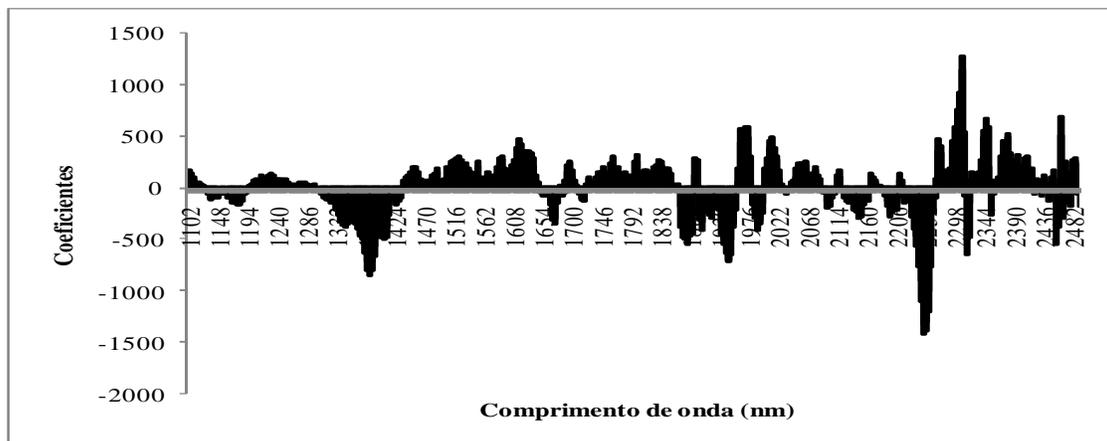


Figura 3. Coeficientes da regressão do teor de proteína bruta (%MS) em função dos comprimentos de onda da espectroscopia fecal



### Conclusões

A partir dos resultados pode-se concluir que o NIRS fecal tem potencial para ser utilizado como ferramenta para prever a concentração de proteína bruta selecionada por ovinos em pasto de capim-tanzânia, representando uma alternativa ao método convencional, já que não destrói a amostra, não utiliza reagente e é rápido e preciso.

### Referências Bibliográficas

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. Official methods of analysis. 13.ed. Washington, DC, 1980. 1094p.
- BOMFIM, M.A.D. NIRS as a tool to determine the nutritional value of native pasture for small ruminants. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 50., 2013, Campinas-SP. Palestra proferida na SBZ. Campinas:SBZ, 2013. P.1-11.
- COX, M.; VASCONCELOS, V.R.; LEITE, E.R. Utilização da técnica da Espectroscopia e Reflectância do Infravermelho Próximo (NIRS) na determinação do valor nutricional da dieta de ovinos em caatinga. **Revista Científica de Produção Animal**, v.2, n.1, p.31-40, 2000.
- LANDAU, S.; GLASSER, T.; DVASH, L. Monitoring nutrition in small ruminants with the aid of near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) technology: A review. **Small Ruminant Research**, v.61, n.1, p.1-11, 2006.
- SHENK, J.S.; WORKMAN, J.J.; WESTERHAUS, M.O. Application of NIR spectroscopy to agricultural products. In: BURNS, D.A.; CIURCZAK, E.W. **Handbook of near-infrared analysis**. 3.ed. cap.17, London: New York, 2008. p. 356-360.
- STUTH, J.; JAMA, A.; TOLLESON, D. Direct and indirect means of predicting forage quality through near infrared reflectance spectroscopy. **Field Crops Research**, v.84, p.45-56, 2003.