



XII ENCONTRO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA/Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

**NIRS PORTÁTIL FECAL COMO FERRAMENTA PARA DETERMINAR A
DIGESTIBILIDADE DE DIETAS ORIUNDAS DO PASTO NATIVO DA
CAATINGA PARA OVINOS**

**Yara Arruda Magalhães¹; Marco Aurélio Delmondes Bomfim²; Hélio Henrique Araújo Costa³;
Sueli Freitas do Santos⁴; Francisca Erlane Brito Martins⁵**

¹Mestranda em Zootecnia – CCAB – UVA – Bolsista CNPq – E-mail: yara.zootecnia@gmail.com

²Pesquisador da Embrapa Caprinos e Ovinos – E-mail: marco.bomfim@embrapa.br

³Bolsista DCR– CNPq/FUNCAP - Universidade Estadual Vale do Acaraú – E-mail: helioa.costa@gmail.com

⁴Bolsista DCR– CNPq/FUNCAP – Embrapa Caprinos e Ovinos - sfsantoszootecnia@gmail.com

⁵Mestranda em Zootecnia – CCAB – UVA– Bolsista Funcap – E-mail: erlane_martins@outlook.com

Resumo: objetivou-se avaliar o NIR portátil (MicroNIR[®] 1700) como ferramenta para determinar pela técnica fecal, a digestibilidade de dietas oriundas do pasto nativo da caatinga para ovinos. Para isso, foram utilizadas 30 amostras de fezes e 30 alimentos (amostragem do fornecido) provenientes de um ensaio de digestibilidade *in vivo* em gaiolas de metabolismo com 10 ovinos. Os animais foram alimentados unicamente com fenos dos estratos arbóreo e herbáceo nativo da Caatinga, como forma de representar extremidades de qualidade nutritiva do pasto. As amostras das dietas foram analisadas para o parâmetro de digestibilidade da matéria seca, enquanto que das fezes foram obtidos os espectros. Os modelos de calibração e validação obtiveram R² de 0,98 e 0,95 e RMSEC de 0,89 e 1,43 respectivamente. Isso significa que o modelo desenvolvido para prever digestibilidade da matéria seca, apresentou bons resultados, indicando que o MicroNIR[®] pode ser utilizado para determinar digestibilidade do pasto nativo da Caatinga pela técnica fecal.

Palavras-Chave: infravermelho; nutrição; semiárido

INTRODUÇÃO

No semiárido nordestino, tradicionalmente a produção de ovinos tem como base da alimentação as plantas forrageiras da Caatinga. Entretanto, a produção animal torna-se limitada devido sazonalidade e condições edafoclimáticas. Estes aspectos implicam em uma variação tanto na disponibilidade como na qualidade da forragem ao longo do ano, notadamente no que tange as limitações nutricionais, mais precisamente, nos teores de energia. Dessa forma, é de fundamental importância o conhecimento da digestibilidade dos alimentos ingeridos, uma vez que possuem alta correlação com eficiência de aproveitamento dos nutrientes (ZANINE e MACEDO JUNIOR; 2006).

Nestas regiões o conhecimento da digestibilidade da dieta consumida a pasto, é um desafio, uma vez que a obtenção dessa informação é laboriosa devido a diversidade das espécies forrageiras, que juntamente com a seletividade animal, dificultam tal estimativa. Além laboriosa, sua determinação é de elevado custo e demanda uma grande quantidade de tempo.

Com isso, diversos pesquisadores têm buscado por métodos para facilitar essa estimativa, dentre essas, a tecnologia NIRS (espectroscopia de reflectância no infravermelho próximo) com suas características de precisão e agilidade, além de evitar a geração de resíduos químicos, têm recebido destaque. Cox (2000), Golçalves (2013), Boval (2004) e Maciel (2016) demonstraram a aplicação do NIRS para estimar a qualidade de dietas de animais em pasto nativo através da análise fecal (NIRS fecal).

A tecnologia NIRS tem se modernizado através da redução dos aparelhos em tamanho e peso. O MicroNIR[®] 1700 tem se diferenciado dos demais por ser ultracompacto, com tamanho de 45×42 mm e diâmetro × altura e peso 64 g, o que pode facilitar ainda mais sua utilização prática. Por outro lado, o MicroNIR[®] obtém leituras em uma faixa reduzida a do infravermelho proximal, que vai até 2500nm.

Contudo, este mostrou-se eficiente na identificação da qualidade da matéria prima na indústria farmacêutica (SUN, 2016) e têxtil (ZUMBA, 2016), no controle de qualidade de combustível (CORREIA, 2018) e quando comparado a outro aparelho NIR, obteve excelente desempenho (MALEGORI, 2017). Dessa forma, objetivou-se avaliar o MicroNIR[®] 1700 como ferramenta para determinar pela técnica fecal, a digestibilidade de dietas oriundas do pasto nativo da caatinga para ovinos.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada nas dependências da Embrapa Caprinos e Ovinos, em Sobral, Ceará no ano de 2016. Todos os procedimentos adotados foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais em Pesquisa da Embrapa Caprinos e Ovinos (Protocolo n° 006/2015).

Para desenvolvimento dos modelos NIRS, foram obtidas 30 amostras de fezes e 30 de alimentos (fornecido) oriundas de um ensaio de digestibilidade *in vivo* em gaiolas metálicas de metabolismo. O ensaio de digestibilidade foi conduzido em um delineamento inteiramente ao acaso, sendo 10 ovinos e dois tipos de fenos: estrato herbáceo e arbóreo nativo.

Os animais foram alimentados unicamente com fenos dos estratos arbóreo e herbáceo nativo da Caatinga, como forma de representar extremidades de qualidade nutritiva do pasto e receberam suplementação mineral e água *ad libitum*. As dietas foram fornecidas em duas refeições iguais, tendo suas quantidades ajustadas conforme o consumo diário.

O estrato arbóreo foi representado pela leguminosa *Mimosa caesalpiniaefolia*, sendo confeccionado a partir da pastagem nativa de áreas pertencentes a Embrapa Caprinos e Ovinos em Sobral, Ceará. O feno do estrato herbáceo foi produzido a partir da área nativa pertencente ao Grupo

Cialne[®] na cidade de Irauçuba, Ceará. Ambos o fenos foram produzidos no mês de março, selecionando folhas e ramos de no máximo 6 milímetros de espessura.

O período experimental foi de treze dias, sendo dez dias de adaptação e três dias de coleta de alimentos e fezes (BARBOSA, 2007), respeitando os princípios de redução, refinamento e substituição, conforme as recomendações do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal - CONCEA (2013).

As coletas de fezes e alimentos foram realizadas uma vez ao dia utilizando sacos plásticos e em seguida foram direcionadas para o Laboratório de Nutrição Animal da Embrapa Caprinos e Ovinos.

As amostras de fezes coletadas diariamente passaram pelo processo de pré secagem e moagem em moinho tipo ciclone provido de peneira com poros com 1 mm de diâmetro. Em seguida as amostras voltaram para estufa a 60°C por 3h para estabilizar o teor umidade (LYONS E STUTH, 1992) e quando removidas da estufa, foram colocadas em dessecador por 20 minutos para resfriar a temperatura ambiente. Ao passar dos 20 minutos, foi realizada a leitura espectral para obtenção dos espectros de absorvância de radiação. A leitura espectral ocorreu no aparelho portátil Micro NIR[®] 1700 (MicroNIR[®] 1700, JDSU Uniphase Corporation, Califórnia, EUA) cujo comprimento de onda da radiação emitida varia entre 910 a 1676 nm.

A leitura espectral fecal em MicroNIR[®] ocorreu em células de acrílico com capacidade para 35mL, utilizando branco (reference scan) e dark current para correção dos espectros, conforme recomendações do fabricante. Para uma maior segurança de amostragem, foram realizadas cinco leituras em diferentes pontos na mesma amostra, obtendo assim uma média mais representativa. Os espectros gerados foram trabalhados considerando médias diárias (compostas).

As amostras de alimentos (amostragem do fornecido) passaram pelo processo inicial de secagem e moagem conforme AOAC (1990) e foram submetidas a análise de digestibilidade da matéria seca (DMS). Essa foi determinada por ensaios de digestibilidade *in vitro* utilizando incubadora automática tipo MA443 (MA443, Marconi Equipamentos para Laboratórios Ltda., Piracicaba, SP, Brasil), conforme as recomendações da Ankon Technology (2005), seguindo os mesmos princípios da técnica de Tilley & Terry (1963), seguida de lavagem em solução de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) em autoclave segundo Senger et al. (2008).

Os dados de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foram utilizados como variáveis dependentes e os espectros fecais do NIRS como variáveis independentes para o desenvolvimento das equações de predição (calibração). Para calibração das equações, foi utilizado o software Unscrambler[®] versão 10.2 (CAMO Software Inc., Oslo, Noruega). O método de regressão utilizado para o tratamento dos dados foi o dos mínimos quadrados parciais (PLS). Os espectros originais foram submetidos ao pré-tratamento matemáticos, correção multiplicativa de sinal (MSC). As melhores equações foram identificadas por meio de parâmetros de desempenho dos modelos, coeficiente de

determinação (R²) e a raiz quadrada média do erro (RMSE) da calibração e *cross-validation* (Leite e Stuth, 1995).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os modelos de regressão estão apresentados na figura 1, na qual se observa visualmente tanto na calibração como na validação, dois agrupamentos, representando as duas extremidades nutritivas do pasto. Observa-se que não aparecem amostras dispersas, o que torna os modelos bem ajustados.

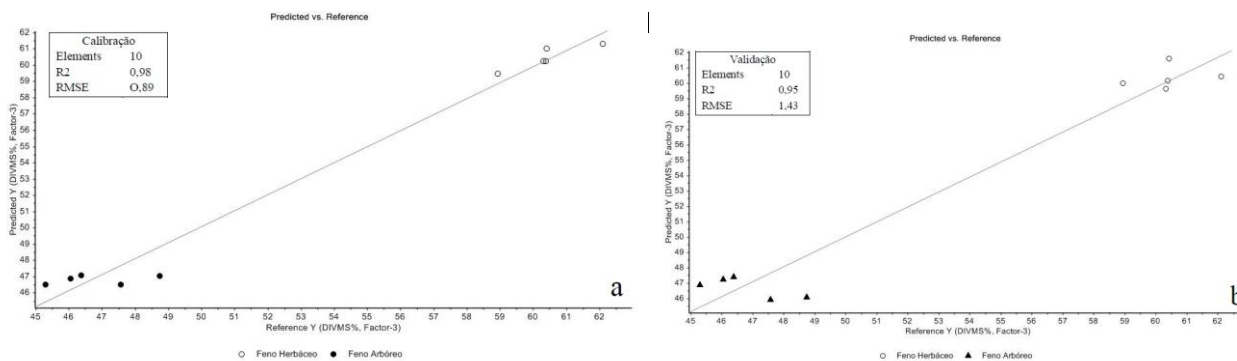


Figura 1 – Modelos de regressão por mínimos quadrados parciais (PLS) da digestibilidade da matéria seca da dieta (a – calibração; b – validação) e seus respectivos parâmetros de desempenho (coeficiente de determinação (R²) e a raiz quadrada média do erro (RMSEC)).

Ainda na figura 1, pode-se observar pelos coeficientes de determinação (R²) e a raiz quadrada média do erro (RMSEC), o bom desempenho dos modelos tanto na calibração como na validação. Embora o RMSEC de 1,43 observado na validação cruzada seja um pouco maior que na calibração, ainda é considerado um bom desempenho (BOMFIM, 2013).

Isso significa que o modelo desenvolvido para prever digestibilidade da matéria seca, apresentou bons resultados, indicando que embora com um menor alcance de faixa espectral, o MicroNIR[®] pode ser utilizado para determinar digestibilidade do pasto nativo da Caatinga pela técnica fecal.

Vale ressaltar que o uso desta tecnologia para este fim implica em uma grande contribuição da nutrição para os sistemas de produção, possibilitando uma resposta mais rápida e econômica, além de não gerar resíduos químicos para o meio ambiente. Além do mais, com tecnologia NIR portátil há uma facilidade em deslocar o aparelho, podendo ser uma forma de levar a ciência ao campo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O MicroNIR[®] pode ser utilizado para determinar digestibilidade de dietas oriundas nativo da Caatinga para ovinos pela técnica fecal.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela bolsa de estudos concedida e financiamento da pesquisa. À Embrapa Caprinos e Ovinos por conceder a área experimental e laboratórios para execução desta pesquisa. Aos doutores Marco Bomfim e Hélio Costa por suas colaborações em orientação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, A. L.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. DE C.; VERAS, R. M. L.; PEDROSO, T. L. L.; SAMPAIO, C. B. Efeito da duração do período de coletas de fezes sobre as digestibilidades de nutrientes e os teores de nutrientes digestíveis totais em bovinos da raça Nelore. Anais: **44° Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia** – Unesp-Jaboticabal, 24 a 27 de julho de 2007.

BOMFIM, M.A.D. NIRS as a tool to determine the nutritional value of native pasture for small ruminants. In: **50° Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia**, Campinas-SP. Palestra proferida na SBZ. Campinas:SBZ, 2013. P.1-11.

CORREIA, R. M.; DOMINGOS, E.; CÁO, V. M.; ARAUJO, B. R.F.; SENA, S.;PINHEIRO, L. U.; FONTES, A. M.; AQUINO, L. F. M.; FERREIRA, E. C.; FILGUEIRAS, P. R.; ROMÃO, W., Portable near infrared spectroscopy applied to fuel quality control, **Talanta**, Vol.176, pp.26-33, 2018

COX, M.; VASCONCELOS, V.R.; LEITE, E.R. Utilização da técnica da espectroscopia e reflectância do infra- vermelho 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.

GONÇALVES, J. L.; BOMFIM, M.A. M.D.; FERNANDES, A.M. F.; OLIVEIRA, K.S.O.; MARTINS, F.E.B.; SOUSA, R.T., Predição da proteína bruta da dieta selecionada por ovinos em pastagem de capim-tanzânia por meio daespectroscopia fecal (NIRS fecal). In. VIII CongressoNordestino de Produção Animal. 2013.

LEITE, E.R.; STUTH, J.W. Fecal NIRS equations to assess diet quality of free-ranging goats. **Small Ruminant Research**, v.15, n.3, p.223-230, 1995.

MALEGORI, C.; NASCIMENTO MARQUES, E. J.; FREITAS, S.T.; PIMENTEL, M. F.; PASQUINI, C.; CASIRAGHI, E. T.,Comparing the analytical performances of Micro-NIR and FT-NIR spectrometers in the evaluation of acerola fruit quality, using PLS and SVM regression algorithms. **Talanta**, Vol.165, pp.112-116, 2017

Maciel, M. V. Monitoramento nutricional da dieta de pequenos ruminantes utilizando espectroscopia da reflectância do infravermelho próximo (NIRS) no sertão de Pernambuco. **Tese de doutorado** - Universidade Federal Rural de Pernambuco – Recife, 2016

TILLEY, J. M. A.; TERRY, R.A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of the British Grassland Society**, v. 18, p.104–111. 1963.

SENGER, C.C.D.; KOZLOSKI, G.V.; BONNECARRÈRE SANCHEZ, L.M.; MESQUITA, F.R.; ALVES, T.P.; CASTAGNINO, D.S. Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, v.146, n.1- 2, p.169-174, 2008.

SUN,L.; HSIUNG, C.; PEDERSON, C. G; ZOU, P. ; SMITH, V.;VON GUNTEN, M.; O'BRIEN, N. A., Pharmaceutical Raw Material Identification Using Miniature Near-Infrared (MicroNIR) Spectroscopy and Supervised Pattern Recognition Using Support Vector Machine, **AppliedSpectroscopy**, Vol.70(5), pp.816-825, 2016.

ZUMBA, J.; RODGERS, J., Cotton Micronaire Measurements Using Small Portable Near-Infrared (NIR) Analyzers,**AppliedSpectroscopy**, Vol.70(5), pp.794-803, 2016.