

ESPECTROSCOPIA NIRs NA AVALIAÇÃO BROMATOLÓGICA DE *UROCHLOA* spp

Cecília Pinto Nogueira¹, Julieta de Jesus da Silveira Castor¹, Domingos Savio Campos Paciullo¹, Mirton Jose Frota Morenz¹

¹ Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora-MG, Brasil (cecilia.nogueira@embrapa.br)

RESUMO

As gramíneas do gênero *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria* spp.) são de grande importância no cenário da pecuária nacional, respondendo por cerca de 50% das pastagens cultivadas no Brasil. As pesquisas visando melhoramento genético da espécie e a obtenção de novas cultivares demandam pela obtenção de métodos rápidos e acurados, para aumentar os ganhos genéticos. Nesse contexto, a metodologia do infravermelho próximo aliada à quimiometria apresenta potencial para atender às necessidades dos Programas de Melhoramento Genético, pois permite a obtenção de resultados rapidamente e com baixo custo. Nesse estudo foram desenvolvidas curvas para avaliação de teores de fibra, proteína, matéria seca e digestibilidade. Os valores de R² variaram entre 0,78 e 0,96 o que demonstra a correlação positiva entre os valores previstos pelo modelo e os valores obtidos pelo método de referência. A análise por espectrometria infravermelho próximo é útil para avaliação de características bromatológicas fundamentais para a seleção de cultivares de *Urochloa* spp., de forma confiável e robusta.

Palavras-chave: *Brachiaria* spp.; nutrição animal; infravermelho próximo.

INTRODUÇÃO

As gramíneas do gênero *Urochloa* (syn. *Brachiaria*) têm desempenhado um papel central na pecuária de corte e leite nas regiões tropicais e subtropicais, especialmente no Brasil. Dentre essas, a espécie *Urochloa ruziziensis* se destaca por sua rusticidade, boa adaptação a solos de baixa a média fertilidade, resistência ao pisoteio e elevada capacidade de produção de forragem. Sua ampla utilização em pastagens deve-se, principalmente, à sua eficiência na conversão de

energia solar em biomassa e ao seu impacto positivo sobre a produtividade animal em sistemas extensivos e intensivos de produção (Carvalho et al, 2024).

O melhoramento genético do capim-braquiária tem sido fundamental para superar desafios agronômicos e zootécnicos enfrentados pelos produtores, como a infestação por cigarrinhas-das-pastagens, a susceptibilidade a doenças, e as limitações quanto ao valor nutritivo da forragem. Através de programas de melhoramento, novas cultivares têm sido desenvolvidas com maior resistência a estresses bióticos e abióticos, maior produção de matéria seca e melhor composição nutricional, contribuindo para a sustentabilidade e a intensificação dos sistemas de produção animal (Simeão et al, 2022).

A caracterização químico-bromatológica do capim-braquiária é uma etapa indispensável para a avaliação de seu valor nutricional e para a formulação de dietas adequadas aos diferentes tipos de rebanhos. Parâmetros como o teor de proteína bruta, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), digestibilidade e energia metabolizável fornecem informações críticas para o manejo alimentar eficiente e para a maximização da produtividade animal. Nesse cenário, a tecnologia de espectroscopia no infravermelho próximo (NIRS – Near Infrared Reflectance Spectroscopy) surge como uma ferramenta inovadora para a análise rápida, precisa e não destrutiva das características bromatológicas das forragens. O uso do NIRS permite o monitoramento contínuo da qualidade nutricional do capim-braquiária com menor custo e maior agilidade em relação às metodologias laboratoriais tradicionais (Rife et al, 2025).

O objetivo deste trabalho foi desenvolver curvas para quantificação rápida e de baixo custo dos parâmetros de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), matéria seca (ASE), lignina, proteína (PB) e digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) em amostras de *Urochloa ruziziensis* empregando o infravermelho próximo.

METODOLOGIA

2.1 Preparo das amostras:

Foram obtidas amostras de 56 genótipos de capim-braquiária oriundos dos experimentos do Programa de Melhoramento Genético Vegetal da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora-MG. As amostras recém-colhidas foram colocadas em sacos de papel e submetidas a um processo de pré-secagem (55°C; 72 horas). Posteriormente, as amostras foram moídas em moinho de

facas (Thomas Scientific, Swedesboro, NJ, EUA) na granulometria de 1 mm, em preparação para a análise química laboratorial.

2.2 Análises químicas:

Análises químico-bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos da Embrapa Gado de Leite em Juiz de Fora-MG, de acordo com os procedimentos analíticos preconizados nos métodos convencionais da AOAC (1984). Os constituintes bromatológicos avaliados foram lignina, matéria seca a 105°C (ASE), fibras em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), proteína bruta (PB) e digestibilidade “in vitro” da matéria seca (DIVMS). As análises foram realizadas em duplicata e os valores médios são apresentados na seção de resultados e discussão.

2.3 Espectros NIRs:

Para a coleta dos espectros NIR, 15 g de amostra moída de capim-braquiária foram colocados em placas de Petri de borossilicato (9 cm de diâmetro) para obtenção dos espectros. Os espectros foram obtidos com o equipamento NIRFlex 500 (Buchi Labortechnik, Flawil, Suíça) na região de 1.000 a 2.500 nm (4.000 a 10.000 cm⁻¹) com uma resolução de 32 scans por espectro.

2.4 Desenvolvimento e validação dos modelos NIR:

Para calibração e validação cruzada foi separado um conjunto de 56 amostras que foi dividido em dois grupos para cada componente bromatológico, sendo 41 amostras para calibração e 15 amostras validação da curva da seguinte forma: foram separados grupos de três amostras e, dentro de cada grupo, foram separadas duas amostras para calibração e uma para validação que foi comparada com a curva de calibração obtida por meio das amostras anteriores. Os dados espectrais foram pré-processados utilizando-se os métodos de transformação Padrão Normal de Variação (SNV), normalização por fechamento (NCL), para comprimento unitário (NLE), a derivada primeira com filtro Savitzky-Golay ou derivada segunda, variando o tamanho das janelas de 9 pontos. O modelo foi construído com o uso do algoritmo de mínimos quadrados parciais (PLS). Os modelos obtidos para todos os constituintes bromatológicos foram avaliados por validação cruzada. Foram utilizados os parâmetros de coeficiente de determinação (R^2) e a

raiz quadrada do erro médio de validação cruzada (RMSECV) na avaliação dos modelos e seleção dos que se mostraram mais eficientes. O software utilizado no processamento dos dados e na obtenção dos modelos PLS foi o NIRCal™.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados os valores médios, mínimo e máximo, além do desvio padrão para cada componente obtido com os métodos padronizados utilizados no laboratório. Nota-se uma ampla variação nos valores extremos de cada componente, o que pode ser atribuído à diversidade genética, estádio de crescimento das plantas, época da colheita, dados climáticos e processamento das amostras. Essa amplitude é importante na construção de uma curva de calibração mais robusta. Esses valores foram semelhantes aos encontrados por outros autores para amostras de forrageiras (Santana et al, 2022).

Tabela 1. Valores dos constituintes químicos avaliados em amostras de capim-braquiária

Constituintes	Média	Mínimo	Máximo	DP
Matéria seca (%)	94,65	93,42	95,74	0,45
Proteína bruta (% MS)	5,35	3,65	8,21	1,32
Fibra em detergente neutro (%MS)	64,85	55,88	72,46	4,25
Fibra em detergente ácido (%MS)	35,34	26,76	42,40	3,80
Lignina (%MS)	3,80	1,89	5,43	0,99
DIVMS (%MS)	51,43	37,90	62,72	5,84

DIVMS=digestibilidade “in vitro” da matéria seca; DP=desvio padrão.

Para cada componente foi realizado um pré-processamento diferente das curvas devido às especificidades de cada conjunto de valores. As variações observadas na linha de base e a alta faixa de ruído dos espectros, demandam a realização do pré-processamento dos dados onde essas variáveis inerentes à técnica podem ser isoladas, diminuindo sua interferência nos valores finais.

Os espectros médios de todas as amostras obtidas no equipamento NIRS na faixa de 4000 – 10000 cm⁻¹, são apresentados na Figura I.

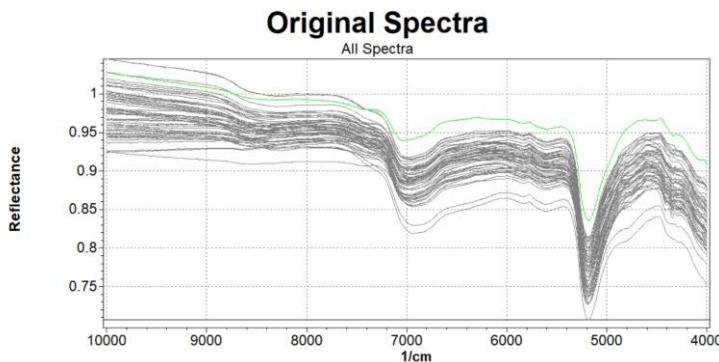


Figura I. Espectros médios de 56 amostras de capim braquiária.

Os dados obtidos foram utilizados para gerar os modelos PLS, que foram selecionados baseado no coeficiente de determinação (R^2) e no erro padrão das curvas de calibração e de validação.

Na tabela 2 são apresentados os valores de R^2 que variaram entre 0,81 e 0,97 o que demonstra uma boa correlação entre os valores médios da curva, enquanto a RMSEC variou entre 0,21 e 2,38 (Tabela 2). As curvas para FDA, FDN e DIVMS tiveram valores de RMSEC maiores que 1, indicando a necessidade de acréscimo de amostras para a incremento a acurácia e a precisão nas estimativas da curva.

Tabela 2. Resultados de análises estatísticas realizadas no conjunto de calibração

CONSTITUINTES (%)	N	R^2	RMSEC
Matéria seca (%)	41	0,81	0,46
Proteína bruta (% MS)	41	0,97	0,21
Fibra em detergente neutro (%MS)	41	0,81	1,85
Fibra em detergente ácido (%MS)	41	0,90	1,18
Lignina (%MS)	41	0,91	0,28
DIVMS (%MS)	41	0,82	2,38

N=número de amostras; R^2 =coeficiente de determinação; RMSEC= raiz quadrada do erro médio de calibração; DIVMS=digestibilidade “in vitro” da matéria seca.

Conforme disposto na tabela 3 é possível verificar que os valores de R^2 variaram entre 0,78 e 0,96, o que demonstra uma boa correlação entre os valores médios da curva (Tabela 3). No entanto, a RMSEV variou entre 0,23 e 2,46. Semelhante ao ocorrido no processo de calibração, as curvas para FDA, FDN e DIVMS apresentaram valores de RMSEV maiores que 1,

evidenciando a necessidade de acréscimo de amostras para a incremento da capacidade preditiva da curva. Esses valores estão de acordo aos reportados por Paz et al. (2019).

Tabela 3. Resultados de análises estatísticas realizadas no conjunto de validação

CONSTITUINTES	N	R ²	RMSEV
Matéria seca (%)	15	0,78	0,37
Proteína bruta (% MS)	15	0,96	0,23
Fibra em detergente neutro (%MS)	15	0,81	1,83
Fibra em detergente ácido (%MS)	15	0,90	1,22
Lignina (%MS)	15	0,93	0,30
DIVMS (%MS)	15	0,84	2,46

N=número de amostras; R² =coeficiente de determinação; RMSEC= raiz quadrada do erro médio de calibração; DIVMS=digestibilidade “in vitro” da matéria seca.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados preditos demonstram a acurácia e a precisão do método NIRS, sendo útil para avaliação das características químico-bromatológicas utilizadas na seleção de novas cultivares de *Urochloa ruziziensis*, pelos Programas de Melhoramento Genético Vegetal.

Agradecimentos: Os autores agradecem à Embrapa, à FAPEMIG projeto APQ-03630-23 e aos colaboradores Mario Baesso, Ricardo Campos e Cátia Geraldo.

REFERÊNCIAS

AOAC (1984) Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. 14th Edition, AOAC, Arlington.

CARVALHO, V. M. et al. Supplementation strategies for crossbred steers on Brachiaria brizantha pasture during the dry season: effects on performance, intake, digestibility and ingestive behavior. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 46, e69224, 2024. DOI: 10.4025/actascianimsci.v46i1.69224.

PAZ, C. C.; SILVA, A. G. M. E; RÉGO, A. C. Use of near infrared spectroscopy for the evaluation of forage for ruminants. **Revista de Ciências Agrárias**, [S.L.], v. 62, n. 1, p. 1-1, 1 jan. 2019.

RIFE, T. W. et al. Prospector: a mobile app for high-throughput NIRS phenotyping. *arXiv preprint*, arXiv:2104.07071, 2021. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2104.07071>. Acesso em: 9 jun. 2025.

SANTANA, J.C.S., ÍTAVO, L.C.V., ÍTAVO, C.C.B.F. *et al.* Productive characteristics, chemical composition, in vitro digestibility, and degradation kinetics of two *Brachiaria* grasses at different regrowth ages. **Trop Anim Health Prod** **54**, 342 (2022).
<https://doi.org/10.1007/s11250-022-03341-1>

SIMEÃO, R. M. et al. Melhoramento genético de *Brachiaria ruziziensis* Germain & Evrard (sin. *Urochloa ruziziensis*) autotetraploide: resultados do segundo ciclo de seleção intrapopulacional e estratégias para aumentar a eficiência da seleção. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2022. (**Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, n. 50).