



## Explorando o uso da espectroscopia do infravermelho próximo para prever a proteína bruta do milho

Francisca Erlane Brito Martins<sup>1</sup>; Marco Aurélio Delmondes Bomfim<sup>2</sup>; Diego Barcelos Galvani<sup>2</sup>; Antônio Marcos Ferreira Fernandes<sup>1</sup>; Sueli Freitas dos Santos<sup>2</sup>; Mikaelle de Sousa Dutra<sup>1</sup>; Hélio Henrique Araújo Costa<sup>1</sup>; Helen Cisne Machado<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual Vale do Acaraú; <sup>2</sup>Embrapa Caprinos e Ovinos

**Resumo:** A espectroscopia de refletância na região do infravermelho próximo (NIRS) propicia determinar a composição e qualidade de alimentos como alternativa aos métodos convencionais. Com a pesquisa, objetivou-se verificar se os modelos NIR apresentam potencial para rápida predição do teor de proteína bruta (PB) do milho. As amostras de milho selecionadas foram representativas das regiões Centro-Oeste, Nordeste e Norte, totalizando 342 amostras. Os espectros das amostras do milho inteiro e moído foram coletados em aparelho NIR (Perten DA 7250, *Perten Instruments, Hägersten, Sweden*). O teor de PB do milho foi determinado e usado como referência. Foram selecionadas 140 amostras, por meio da ferramenta *Evenly Distributed Samples*. A seleção das amostras implicou em melhor distribuição na base de dados para variável estudada. A partir das amostras selecionadas, realizou-se análise dos componentes principais evidenciando formação de agrupamentos conforme a procedência, contudo não significativo quando considerados os limites de *Hotelling*. O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para calibração e validação cruzada foram de 0,90 e 0,88, respectivamente. A raiz quadrada média do erro (RMSE) da calibração e da validação foi de 0,29 e 0,33, respectivamente. Modelos desenvolvidos a partir de espectros oriundos de amostras de milho secas e moídas apresenta potencial para predizer o teor de proteína bruta.

**Palavras-chave:** Composição química; NIRS; Valor nutricional

## Exploring the use of near infrared reflectance spectroscopy to predict the crude protein of corn

**Abstract:** The near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) allows to determine the composition and quality of feeds as an alternative to conventional methods. With the research, the objective was to verify if the NIR model to presents potential for rapid prediction of the crude protein (CP) content of corn. The maize samples selected were representative of the Midwest, Northeast and North regions, totaling 342 samples. The spectra of whole and ground maize samples were collected in NIR apparatus (Perten DA 7250, *Perten Instruments, Hägersten, Sweden*). The CP content of corn was determined and used as a reference. Were selected 140 samples using the *Evenly Distributed Samples* tool. The selection of the samples implied a better distribution in the database for the studied variable. A partir das amostras selecionadas, realizamos uma análise dos principais componentes evidenciando a formação de grupos de acordo com a origem, mas não significativos quando se consideram os limites de *Hotelling*. The coefficient of determination ( $R^2$ ) for calibration and cross validation was 0.90 and 0.88, respectively. A raiz de erro quadrada média (RMSE) da calibração e validação foi de 0,29 e 0,33, respectivamente. Models developed from spectra from dried and ground corn samples have the potential to predict crude protein content.

**Keywords:** Chemical composition; NIRS; Nutritional value

### INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma importante fonte alimentar para rebanhos ao redor do mundo, constituindo-se como uma das principais fontes de energia para rações de animais de alta produção, que exigem níveis elevados de energia na dieta (GONÇALVES; BORGES e FERREIRA, 2009). A utilização dos ingredientes que compõe as rações para ruminantes, e.g., milho, ruminantes depende da rápida e adequada análise da composição bromatológica, favorecendo formular dietas de forma correta. No entanto, as metodologias tradicionais de análise utilizadas em laboratórios de nutrição animal são morosas e caras dificultando obtenção de informações rápidas que deem subsídios aos nutricionistas para adequar as formulações de acordo com as categorias de produção. Para contornar este problema, várias técnicas têm sido estudadas, buscando obter análises rápidas e de baixo custo, para propiciar condições de aumentar a produtividade e obtenção de resultados mais expressivos pelos produtores no setor agropecuário. Dentre as técnicas, destaca-se a espectroscopia de refletância do Infravermelho Próximo (NIRS), que através de uma simples leitura usando um feixe de luz possibilita obter análises químicas com precisão, rapidez e baixo custo.

### OBJETIVOS

Com a pesquisa, objetivou-se verificar se os modelos NIR apresentam potencial para rápida predição do teor de proteína bruta do milho

## MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, Ceará. As amostras de milho selecionadas foram representativas das regiões Centro-Oeste, Nordeste e Norte, abrangendo os estados da Bahia, Ceará, Paraíba, Maranhão, Piauí, Mato Grosso e Tocantins, totalizando 342 amostras, que foram enviadas ao LANA para realização dos procedimentos analíticos. Os dados espectrais de todas as amostras coletadas, na forma de milho grão inteiro, foram obtidos em aparelho NIR (Perten DA 7250, *Perten Instruments*, Hägersten, Sweden). A partir destes dados foram selecionadas 140 amostras, por meio da ferramenta *Evenly Distributed Samples*. Posteriormente, as amostras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 65°C por 72 horas foram pesadas e moídas em moinho de faca do tipo *Wiley* providas de peneira com crivos 1 mm de diâmetro e armazenadas em recipientes plásticos. As amostras após moagem, previamente a coleta dos espectros permaneceram em estufa de ventilação forçada a 65°C por três horas para estabilização da umidade, colocadas em dessecador por 30 minutos para atingir a temperatura ambiente, e os espectros coletados em aparelho NIR *Perten DA 7250*. O teor de PB foi analisado em aparelho *Leco®* (CN628, *St. Josesh*, MI, EUA) (método 968.06; AOAC, 1990). Foi realizada análise exploratória *Principal Component Analysis* (PCA) para verificar formação grupamentos das amostras. O pré-tratamento foi aplicado para correção do espalhamento utilizando o procedimento *Multiplicative Scatter Correction* (MSC). Os modelos foram desenvolvidos usando *Quadrados Mínimos Parciais* (PLS), no *software The Unscrambler®* 10.2 e selecionados com base no coeficiente de determinação da calibração e da validação ( $R^2_{cal}$ ,  $R^2_{val}$ ). Foi utilizado também como critério a raiz do quadrado médio dos erros de calibração e da validação cruzada (RMSEC, RMSEcv).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os escores do PC-1 (81% da variância explicada) versus PC-2 (11% da variância explicada) demonstraram formação de grupos distintos considerando-se a origem das amostras de milho (Figura1). Partes das amostras oriundas dos estados do Ceará e Paraíba apresentaram-se separadas das demais. É possível notar que houve grupamentos com sobreposições de amostras, onde ficaram posicionados afastados do centro de referência, com destaque para amostras advindas dos estados Piauí, Ceará, Maranhão e Mato Grosso. Contudo, as amostras não foram consideradas significativamente diferentes quando observados os limites de *Hotelling*.

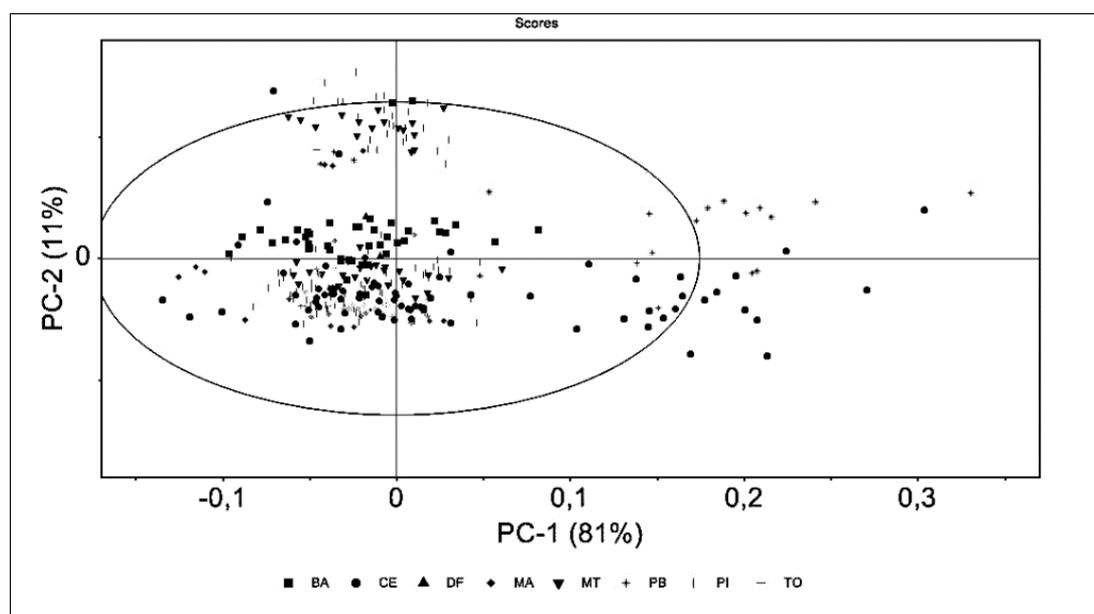


Figura 1. Análise exploratória *Principal Component Analysis* (PCA) e do *Multiplicative Scatter Correction* (MSC) para procedência das amostras.

A partir da ferramenta "*Evenly Distributed Samples*" foram selecionadas as amostras de referência para o modelo, amostras tais selecionadas de agrupamentos distantes do ponto de referência (Figura 2). Amostras escolhidas de pontos distintos enriquecem o modelo, tornando-o mais abrangente, possibilitando a elaboração de uma modelo com maior número de informações e de maior robustez.

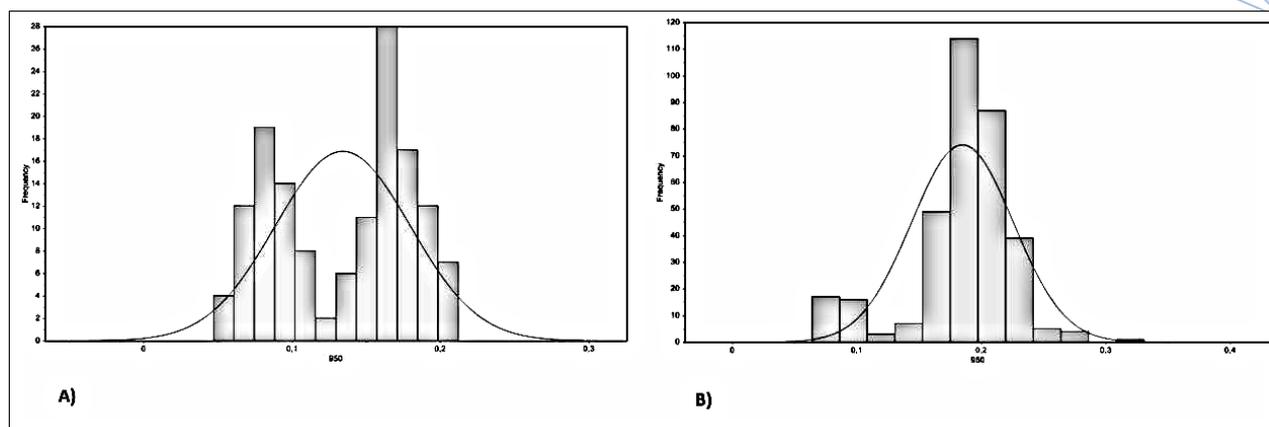


Figura 2. Histograma da distribuição das amostras antes (A) e depois (B) da seleção.

No modelo para previsão da PB o tratamento matemático de correção de espalhamento propiciou um desempenho do modelo com elevada precisão com valores de  $R^2_{cal}$  e  $R^2_{val}$  de 0,90 e 0,88 e para RMSEC e RMSECV de 0,29 e 0,33 (Figura 3). Quatro amostras consideradas *outliers* foram retiradas considerando a relação XY, e algumas por se apresentarem superestimadas para os valores de referência para proteína bruta do milho.

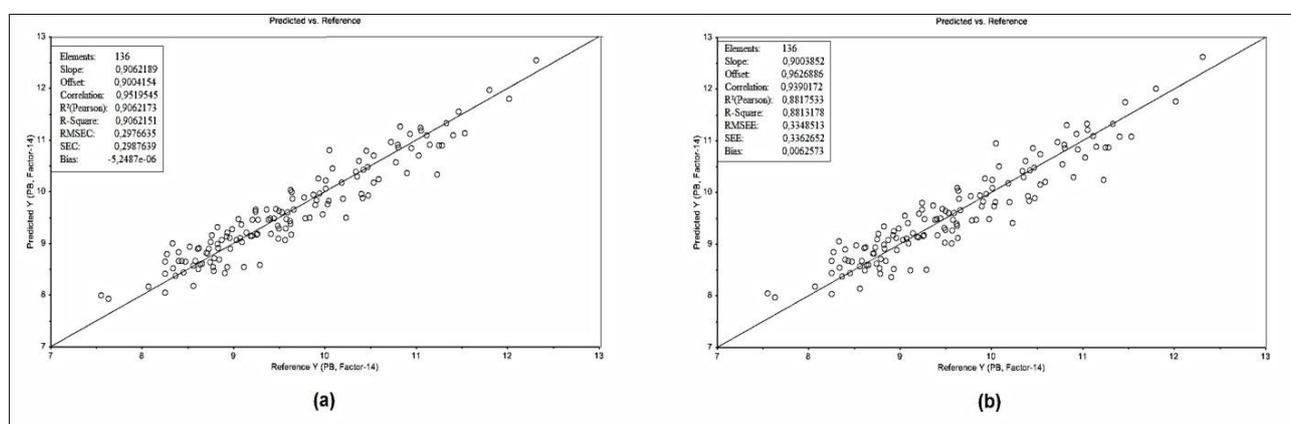


Figura 3. PLS para proteína bruta, calibração (A) e validação (B).

Dados semelhantes ao deste trabalho também foram encontrados por Neto et. al., (2010), quando avaliaram predição de proteína em grãos de milho pela espectroscopia de reflectância no infravermelho próximo.

## CONCLUSÃO

Modelos desenvolvidos a partir de espectros oriundos de amostras de milho secas e moídas apresenta potencial para prever o teor de proteína bruta.

## REFERÊNCIAS

AOAC. Official Methods of Analysis. 15.ed. Rev. Gaithersburg, Maryland, USA, 1990.

GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; FERREIRA, P.D.S.; **Alimentos para gado de leite**. Belo Horizonte, MG: FEPMVZ, 2009. 241p.

NETO, M.M.G.; SIMEONE, M.L. P.; GUIMARÃES, C. C.; VASCONCELOS, F. V.; UBA, M. A.; Predição de Proteína em Grãos de Milho pela Espectroscopia de Reflectância no Infravermelho Próximo. In: XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2010, Goiânia. **Anais... XXVIII CNMS, 2010.**