



Alan Mario Zuffo
(Organizador)

**A produção
do Conhecimento
nas Ciências
Agrárias e Ambientais 3**

Atena
Editora

Ano 2019

Alan Mario Zuffo
(Organizador)

**A produção do Conhecimento nas Ciências
Agrárias e Ambientais**
3

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

P964 A produção do conhecimento nas ciências agrárias e ambientais 3
[recurso eletrônico] / Organizador Alan Mario Zuffo. – Ponta
Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (A Produção do
Conhecimento nas Ciências Agrárias e Ambientais; v. 3)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-286-9

DOI 10.22533/at.ed.869192604

1. Agronomia – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente – Pesquisa –
Brasil. I. Zuffo, Alan Mario. II. Série.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de
responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos
autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “A produção do Conhecimento nas Ciências Agrárias e Ambientais” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu III volume, apresenta, em seus 28 capítulos, com conhecimentos científicos nas áreas agrárias e ambientais.

Os conhecimentos nas ciências estão em constante avanços. E, as áreas das ciências agrárias e ambientais são importantes para garantir a produtividade das culturas de forma sustentável. O desenvolvimento econômico sustentável é conseguido por meio de novos conhecimentos tecnológicos. Esses campos de conhecimento são importantes no âmbito das pesquisas científicas atuais, gerando uma crescente demanda por profissionais atuantes nessas áreas.

Para alimentar as futuras gerações são necessários que aumente a quantidade da produção de alimentos, bem como a intensificação sustentável da produção de acordo como o uso mais eficiente dos recursos existentes na biodiversidade.

Este volume dedicado às áreas de conhecimento nas ciências agrárias e ambientais. As transformações tecnológicas dessas áreas são possíveis devido o aprimoramento constante, com base na produção de novos conhecimentos científicos.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos, os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes, pesquisadores e entusiastas na constante busca de novas tecnologias para as ciências agrárias e ambientais, assim, garantir perspectivas de solução para a produção de alimentos para as futuras gerações de forma sustentável.

Alan Mario Zuffo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ECONOMIC VIABILITY OF A CITRUS PRODUCTION UNIT IN THE CITY OF LIBERATO SALZANO IN RIO GRANDE DO SUL STATE, BRAZIL	
<i>Paulo de Tarso Lima Teixeira</i> <i>Luis Pedro Hillesheim</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8691926041	
CAPÍTULO 2	9
EDUCAÇÃO AMBIENTAL E A FORMAÇÃO DE EDUCADORES AMBIENTAIS: OFICINAS E QUESTIONÁRIOS	
<i>Ananda Helena Nunes Cunha</i> <i>Eliana Paula Fernandes Brasil</i> <i>Thayná Rodrigues Mota</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8691926042	
CAPÍTULO 3	18
EFEITO DA CO-INOCULAÇÃO ASSOCIADA A DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO NITROGENADA NO CRESCIMENTO VEGETATIVO DO FEIJOEIRO	
<i>Laís Gertrudes Fontana Silva</i> <i>Jairo Câmara de Souza</i> <i>Bianca de Barros</i> <i>Hellysa Gabryella Rubin Felberg</i> <i>Marta Cristina Teixeira Leite</i> <i>Robson Ferreira de Almeida</i> <i>Evandro Chaves de Oliveira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8691926043	
CAPÍTULO 4	26
EFEITO DA FARINHA DE BABAÇU NAS CARACTERÍSTICA FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAS DO BISCOITO SEQUILHO	
<i>Eloneida Aparecida Camili</i> <i>Priscila Copini</i> <i>Thais Hernandez</i> <i>Luciane Yuri Yoshiara</i> <i>Priscila Becker Siquiera</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8691926044	
CAPÍTULO 5	39
EFEITO DE DOSES DE ADUBAÇÃO NK SOBRE CRESCIMENTO VEGETATIVO E FRUTIFICAÇÃO DE PINHEIRA EM DIFERENTES ÉPOCAS DO ANO NO SUDOESTE DA BAHIA	
<i>Ivan Vilas Bôas Souza</i> <i>Abel Rebouças São José</i> <i>John Silva Porto</i> <i>José Carlson Gusmão da Silva</i> <i>Bismark Lopes Bahia</i> <i>Danielle Suene de Jesus Nolasco</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8691926045	

CAPÍTULO 6	60
EFFECT OF SOIL NUTRIENTS ON POLYPHENOL COMPOSITION OF JABUTICABA WINE	
<i>Danielle Mitze Muller Franco</i>	
<i>Gustavo Amorim Santos</i>	
<i>Luciane Dias Pereira</i>	
<i>Pedro Henrique Ferri</i>	
<i>Suzana da Costa Santos</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8691926046	
CAPÍTULO 7	75
EFICIÊNCIA DE QUITINAS DE CAMARÕES MARINHOS E DE ÁGUA DOCE NA ADSORÇÃO DE NH ₄ ⁺ DE EFLUENTES AQUÍCOLAS SINTÉTICOS	
<i>Fernanda Bernardi</i>	
<i>Izabel Volkweis Zadinelo</i>	
<i>Luana Cagol</i>	
<i>Helton José Alves</i>	
<i>Lilian Dena dos Santos</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8691926047	
CAPÍTULO 8	80
ELABORAÇÃO DA TABELA NUTRICIONAL DE ACEROLAS PRODUZIDAS EM SISTEMA DE AGRICULTURA FAMILIAR NA REGIÃO DE ITARARÉ – SÃO PAULO	
<i>Rafaela Rocha Cavallin</i>	
<i>Júlia Nunes Júlio</i>	
<i>Gisele Kirchbaner Contini</i>	
<i>Fabielli Priscila Oliveira</i>	
<i>Carolina Tomaz Rosa</i>	
<i>Juliana Dordetto</i>	
<i>Katielle Rosalva Voncik Córdova</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8691926048	
CAPÍTULO 9	90
ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE BOLO DE FUBÁ ELABORADO COM ÓLEO DE POLPA DE ABACATE <i>Persea americana</i>	
<i>Vinícius Lopes Lessa</i>	
<i>Maria Clara Coutinho Macedo</i>	
<i>Aline Cristina Arruda Gonçalves</i>	
<i>Christiano Vieira Pires</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8691926049	
CAPÍTULO 10	102
ESPÉCIES DO SUBGÊNERO <i>Decaloba</i> (<i>Passiflora</i> , <i>Passifloraceae</i>) COMO FONTES DE RESISTÊNCIA AO ATAQUE DE LAGARTAS	
<i>Tamara Esteves Ferreira</i>	
<i>Fábio Gelape Faleiro</i>	
<i>Jamile Silva Oliveira</i>	
<i>Alexandre Specht</i>	
DOI 10.22533/at.ed.86919260410	

CAPÍTULO 11 116

ESPECTROSCOPIA DE REFLECTÂNCIA NO INFRAVERMELHO PROXIMAL (NIRS)
NA ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DO CAPIM MARANDU

Rosemary Laís Galati
Jefferson Darlan Costa Braga
Alessandra Schaphauser Rosseto Fonseca
Lilian Chambó Rondena Pesqueira Silva
Edimar Barbosa de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.86919260411

CAPÍTULO 12 127

ESTUDO COMPARATIVO DOS EFEITOS DA DEXMEDETOMIDINA E XILAZINA EM
BOVINOS SUBMETIDOS A LAVADO BRONCOSCÓPICO

Desiree Vera Pontarolo
Sharlenne Leite da Silva Monteiro
Heloisa Godoi Bertagnon
Alessandra Mayer Coelho
Bruna Artner
Natalí Regina Schllemer

DOI 10.22533/at.ed.86919260412

CAPÍTULO 13 136

ESTUDO DA DORMÊNCIA TEGUMENTAR EM SEMENTES DE *Schinopsis brasiliensis*
Engl

Ailton Batista Oliveira Junior
Aderlaine Carla de Jesus Costa
Matheus Oliva Tolentino
Sabrina Gonçalves Vieira de Castro
Ronaldo dos Reis Farias
Luiz Henrique Arimura Figueiredo
Cristiane Alves Fogaça

DOI 10.22533/at.ed.86919260413

CAPÍTULO 14 143

ESTUDO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS MATERIAIS UTILIZADOS NA
CONSTRUÇÃO DE MORADIAS RURAIS

Felipo Lovatto
Rodrigo Couto Santos
Rafael Zucca
Juliano Lovatto
Rodrigo Aparecido Jordan

DOI 10.22533/at.ed.86919260414

CAPÍTULO 15 149

ESTUDO DA MELHOR EFICIÊNCIA PRODUTIVA PROPORCIONADA PELO USO
DE ÍNDICE DE CONFORTO AMBIENTAL ADEQUADO

Mauricio Battilani
Rodrigo Couto Santos
Ana Paula Cassaro Favarim
Juliano Lovatto
Luciano Oliveira Geisenhoff
Rafaela Silva Cesca

DOI 10.22533/at.ed.86919260415

CAPÍTULO 16 155

ESTUDO DA PRODUÇÃO DO PORTA-ENXERTO DE CITROS DA COMUNIDADE SANTA LUZIA DO INDUÁ, CAPITÃO POÇO/PA

Letícia do Socorro Cunha
Luane Laíse Oliveira Ribeiro
Lucila Elizabeth Fragozo Monfort
Wanderson Cunha Pereira
Felipe Cunha do Rego
Francisco Rodrigo Cunha do Rego
Paulo Henrique Amaral Araújo de Sousa

DOI 10.22533/at.ed.86919260416

CAPÍTULO 17 163

EXTRAÇÃO VIA ULTRASSOM DA BETA-GALACTOSIDASE DE *Saccharomyces fragilis* IZ 275 CULTIVADA EM SORO COM POTENCIAL PARA HIDRÓLISE DA LACTOSE

Ariane Bachega
Ana Caroline Iglecias Setti
Alessandra Bosso
Samuel Guemra
Hélio Hiroshi Suguimoto
Luiz Rodrigo Ito Morioka

DOI 10.22533/at.ed.86919260417

CAPÍTULO 18 174

FERTIRRIGAÇÃO DE BERTALHA (*Basella alba* L.) CULTIVADA SOB MANEJO ORGÂNICO UTILIZANDO ÁGUA RESIDUÁRIA DE BOVINOCULTURA DE LEITE

Rafaela Silva Correa
Tadeu Augusto van Tol de Castro
Rafael Gomes da Mota Gonçalves
Erinaldo Gomes Pereira
Leonardo Duarte Batista da Silva

DOI 10.22533/at.ed.86919260418

CAPÍTULO 19 188

GENÔMICA COMO FERRAMENTA PARA GESTÃO PESQUEIRA?

Daiane Machado Souza
Suzane Fonseca Freitas
Welinton Schröder Reinke
Rodrigo Ribeiro Bezerra de Oliveira
Paulo Leonardo Silva Oliveira
Deivid Luan Roloff Retzlaff
Luana Lemes Mendes
Heden Luiz Maques Moreira
Carla Giovane Ávila Moreira
Rafael Aldrighi Tavares
Juvêncio Luis Osório Fernandes Pouey

DOI 10.22533/at.ed.86919260419

CAPÍTULO 20 194

GEOQUÍMICA AMBIENTAL APLICADA NA AVALIAÇÃO DOS SOLOS DE UM
ATERRO SANITÁRIO DESATIVADO NO MUNICÍPIO DE LAGES-SC

Vitor Rodolfo Becegato
Valter Antonio Becegato
Indianara Fernanda Barcarolli
Gilmar Conte
Camila Angélica Baum
Lais Lavnitcki
Alexandre Tadeu Paulino

DOI 10.22533/at.ed.86919260420

CAPÍTULO 21 212

GEOTECNOLOGIAS LIVRES E GRATUITAS NA AVALIAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO
DE SISTEMA DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL

Guilherme Henrique Cavazzana
Daniel Pache Silva
Fernanda Pereira Pinto
Fernando Jorge Corrêa Magalhães Filho
Vinícius de Oliveira Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.86919260421

CAPÍTULO 22 228

GERMINAÇÃO DE SEMENTES E DESENVOLVIMENTO PÓS-SEMINAL DE
Peltophorum dubium SPRENG. CULTIVADAS EM DIFERENTES SUBSTRATOS

Elisa Regina da Silva
Kelly Nery Bighi
Ingridh Medeiros Simões
Maricélia Moreira dos Santos
José Carlos Lopes
Rodrigo Sobreira Alexandre

DOI 10.22533/at.ed.86919260422

CAPÍTULO 23 236

GERMINAÇÃO *IN VITRO* DE GRÃOS DE PÓLEN DE PITAIA SUBMETIDOS A
DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO BÓRICO

Nathália Vállery Tostes
Miriã Cristina Pereira Fagundes
José Darlan Ramos
Verônica Andrade dos Santos
Letícia Gabriela Ferreira de Almeida
Fábio Oseias dos Reis Silva
José Carlos Moraes Rufini
Alexandre Dias da Silva
Iago Reinaldo Cometti
Renata Amato Moreira

DOI 10.22533/at.ed.86919260423

CAPÍTULO 24	242
IDENTIFICAÇÃO DE NÍVEIS DE RESISTÊNCIA AO NEMATOIDE DE CISTO EM LINHAGENS DE SOJA	
<i>Antônio Sérgio de Souza</i>	
<i>Rafaela Lanusse de Bessa Lima</i>	
<i>Pedro Ivo Vieira Good</i>	
<i>Vinicius Ribeiro Faria</i>	
DOI 10.22533/at.ed.86919260424	
CAPÍTULO 25	247
IDENTIFICAÇÃO DO EFEITO CORROSIVO DA PRESENÇA DE H ₂ S NO BIOGÁS DESTINADO A GERAÇÃO DISTRIBUÍDA	
<i>Yuri Ferruzzi</i>	
<i>Samuel Nelson Melegari de Souza</i>	
<i>Estor Gnoatto</i>	
<i>Dirceu de Melo</i>	
<i>Alberto Noboru Miyadaira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.86919260425	
CAPÍTULO 26	253
INCERTEZAS NA DEFINIÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADE PARA A OBTENÇÃO DA CHUVA DE PROJETO	
<i>Viviane Rodrigues Dorneles</i>	
<i>Rita de Cássia Fraga Damé</i>	
<i>Claudia Fernanda Almeida Teixeira-Gandra</i>	
<i>Marcia Aparecida Simonete</i>	
<i>Letícia Burkert Mélo</i>	
<i>Patrick Moraes Veber</i>	
<i>Maria Clotilde Carré Chagas Neta</i>	
DOI 10.22533/at.ed.86919260426	
CAPÍTULO 27	260
INFLUÊNCIA DA PRESSÃO NO PROCESSO DE ULTRAFILTRAÇÃO DO SORO DE LEITE	
<i>Aline Brum Argenta</i>	
<i>Matheus Lavado dos Santos</i>	
<i>Alessandro Nogueira</i>	
<i>Agnes de Paula Scheer</i>	
DOI 10.22533/at.ed.86919260427	
CAPÍTULO 28	270
INFLUÊNCIA DO ETIL-TRINEXAPAC NAS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DO ARROZ DE TERRAS ALTAS IRRIGADO POR ASPERSÃO	
<i>Juliana Trindade Martins</i>	
<i>Orivaldo Arf</i>	
<i>Eduardo Henrique Marcandalli Boleta</i>	
<i>Flávia Constantino Meirelles</i>	
<i>Anne Caroline da Rocha Silva</i>	
<i>Flávia Mendes dos Santos Lourenço</i>	
DOI 10.22533/at.ed.86919260428	
SOBRE O ORGANIZADOR	281

ESPECTROSCOPIA DE REFLECTÂNCIA NO INFRAVERMELHO PROXIMAL (NIRS) NA ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DO CAPIM MARANDU

Rosemary Laís Galati

Departamento de Zootecnia e Extensão Rural, Faculdade de Agronomia e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso, Campus de Cuiabá

Jefferson Darlan Costa Braga

Graduação em Zootecnia/UFMT, bolsistas CNPq e FAPEMAT

Alessandra Schaphauser Rosseto Fonseca

Graduação em Zootecnia/UFMT, bolsistas CNPq e FAPEMAT

Lilian Chambó Rondena Pesqueira Silva

Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Faculdade de Agronomia e Zootecnia, UFMT/ Cuiabá

Edimar Barbosa de Oliveira

Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Faculdade de Agronomia e Zootecnia, UFMT/ Cuiabá

RESUMO: O NIRS é o equipamento que utiliza a Espectroscopia de reflectância no infravermelho proximal para prever a composição bromatológica de diferentes amostras com rapidez e sem o uso de reagentes químicos. O objetivo deste trabalho foi o de construir um banco de dados no NIRS para o desenvolvimento de equações capazes de prever a composição bromatológica do capim Marandu. Foram avaliadas a matéria seca definitiva, matéria

mineral, matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente ácido, fibra em detergente neutro, e fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) em amostras parcialmente secas de capim Marandu ($n = 125$ a 127) obtidas na Fazenda Experimental da UFMT entre 2015 e 2016, em diferentes estações do ano, acordo com os métodos convencionais reconhecidos na área da Nutrição Animal, e os dados utilizados na calibração. As equações de calibração foram desenvolvidas a partir do modelo matemático de regressão linear múltipla, e a escolha das melhores equações baseadas nos coeficientes de determinação (R^2), *slope*, erro padrão de calibração (RMSEC) e erro padrão de validação (RMSEP) para cada variável. Os melhores valores de R^2 (0,9725) e *slope* (0,9457) foram obtidos para a proteína bruta, seguido da matéria seca definitiva com 0,9047 e 0,8185, e FDN com 0,8606 e 0,7407, respectivamente. Matéria orgânica e mineral não apresentaram parâmetros estatísticos satisfatórios ($0,70 < R^2 < 0,80$). A Espectroscopia de reflectância no infravermelho proximal mostrou-se eficiente para uso na caracterização da composição bromatológica do capim Marandu. A calibração do NIRS é a primeira etapa, devendo-se proceder com a validação externa das equações desenvolvidas.

PALAVRAS-CHAVE: calibração, erro padrão, fibras, predição, validação

ABSTRACT: NIRS is an equipment that uses the Near Infrared Reflectance Spectroscopy to quickly predict chemical composition of different samples without the use of reagents. The objective of this work was to build a database in the NIRS and develop equations capable to predict chemical composition of the Marandu grass. Dried samples of Marandu grass ($n = 125$ to 127) obtained in Experimental Farm of UFMT between 2015 and 2016, in different seasons of the year were utilized to analyze dry matter, ash, organic matter, crude protein, acid detergent fiber, neutral detergent fiber, and indigestible neutral detergent with conventional methods recognized in the Animal Nutrition area, and the data were used in NIRS calibration. Equations were developed from the mathematical model of multiple linear regression, and the choice of the best equations based on determination coefficients (R^2), slope, standard error of calibration (RMSEC) and standard error of validation (RMSEP) for each variable. The best values of R^2 (.9725) and slope (.9457) were obtained for crude protein, followed by the dry matter with .9047 and .8185, and NDF with .8606 and .7407, respectively. Statistical parameters for organic matter and ash were not satisfactory ($.70 < R^2 < .80$). The infrared reflectance spectroscopy was efficient for use in the characterization of the chemical composition of the Marandu grass. The NIRS calibration is the first step, and external validation must be processed.

KEYWORDS: calibration, fiber prediction, standard error, validation

1 | INTRODUÇÃO

A análise e avaliação de alimentos é uma etapa imprescindível na produção de conhecimentos na área das Ciências Agrárias, especificamente no que tange à nutrição animal. Tem como objetivo permitir que se conheça a composição e valor nutricional dos alimentos, de forma que estes possam ser utilizados em formulações adequadas, que permitam a obtenção de produtos de origem animal de qualidade e com eficiência econômica.

A variação na composição dos alimentos exige monitoramento periódico, a fim de que ajustes no manejo nutricional possam ser realizados. Em se tratando de animais criados em pasto, a estacionalidade forrageira, correção do solo e adubação nitrogenada são apenas alguns dos fatores que influenciam a qualidade dos capins. No Brasil, o capim Marandu é uma das principais braquiárias cultivadas, e assumindo que ao longo do ano e de acordo com o manejo sua composição varia, é preciso acompanhar tais variações em curto espaço de tempo, a fim de que decisões sejam tomadas. Além disso, essa ação deve ser rápida, o que nem sempre ocorre devido à distância dos laboratórios, dificuldade no envio das amostras ou custo da análise.

Os protocolos laboratoriais de avaliação da composição e características nutricionais dos alimentos são amplamente conhecidos e tem como características gerais a adoção de processos físicos, químicos e fisiológicos, que demandam tempo

para sua realização e em alguns casos, envolvem o uso de animais canulados (ORSKOV e MCDONALD, 1979; GOERING e VAN SOEST, 1970; AOAC, 1995; LICITRA et al., 1996; MERTENS, 2002; VALENTE et al., 2011; DETMANN et al., 2012; PALMONARI et al., 2016).

A investigação da composição bromatológica dos alimentos envolve o uso de diversos equipamentos e reagentes químicos, que como consequência de seu uso, produzem resíduos de baixo a elevado potencial tóxico e polutivo. Infelizmente, até o presente momento não existem leis que obriguem e fiscalizem o descarte correto desses resíduos, mas há tecnologia disponível para que os alimentos possam ser avaliados sem o uso de reagentes.

A espectroscopia de refletância no infravermelho proximal (Near Infrared Reflectance Spectroscopy - NIRS) é uma técnica que pode ser utilizada como alternativa aos métodos convencionais de análise química, especialmente as do Esquema de Weende e Van Soest, tradicionalmente adotados na Nutrição Animal (GOERING e VAN SOEST, 1970; AOAC, 1995; LICITRA et al., 1996; MERTENS, 2002; DETMANN et al., 2012). Uma das grandes vantagens da espectroscopia é que se trata de uma técnica não destrutiva, ou seja, a amostra é analisada sem que haja necessidade de exposição a algum reagente químico, com ou sem processamento prévio (COZZOLINO e LABANDERA, 2002; ASEKOVA et al., 2016; JANCEWICZ et al., 2016; JOHNSON et al., 2017). São necessárias quantidades reduzidas de amostras, e o resultado é obtido em segundos, o que aumenta a capacidade analítica do laboratório.

A técnica em si consiste na construção de um banco de dados de amostras, para que sejam obtidos os parâmetros de calibração e, posteriormente, a validação da predição. Para que estas ações sejam realizadas, é preciso ter amostras e analisá-las em laboratório, aplicando-se os protocolos convencionais (DE LA ROZA et al., 1998; FONTANELLI et al., 2004; ANDRÉS et al., 2005; ASEKOVA et al., 2016; BROGNA et al., 2018). A obtenção de parâmetros de calibração considerados adequados, dependerá da precisão e exatidão das análises realizadas em laboratório.

Dada a importância das braquiárias e a necessidade de implantar técnicas que permitam análises rápidas, de menor custo e impacto ambiental, estabeleceu-se como objetivo calibrar o equipamento de Espectroscopia de Reflectância no Infravermelho Proximal (NIRS) para predição da composição bromatológica do capim Marandu.

2 | METODOLOGIA

Para a calibração e obtenção dos modelos de predição para composição bromatológica a partir da técnica da espectroscopia de refletância no infravermelho proximal (NIRS), foram utilizadas amostras de capim Marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) obtidas ao longo de 2015 e 2016 na Fazenda Experimental da Faculdade de Agronomia e Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, em Santo

Antônio de Leverger, situado a 15°47'15" de Latitude Sul, 56°04'00" de Longitude Oeste, altitude média de 140 m, mesorregião Centro-Sul do Estado do Mato Grosso, microrregião de Cuiabá. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, ou seja, clima tropical, caracterizado por duas estações bem definidas: inverno seco e verão chuvoso.

O capim Marandu foi semeado em novembro de 2014 após procedimentos de análise, preparo e correções do solo que seguiram as recomendações de Cantarutti et al. (1999) para regiões de Cerrado. Após a implantação do capim, foi realizado corte de uniformização e, a partir de abril de 2015, os cortes foram realizados sempre que o capim atingia 30, 45, 60 e 75 cm de altura. Utilizou-se quadro metálico de 1 m², lançado três vezes em cada parcela, para obtenção de amostras compostas do material vegetal para estudo. Aproximadamente 600 g de amostra média foram reservadas para cada tratamento obtido, e submetidas à pré-secagem em estufa de circulação e ventilação de ar a 55°C, por 72 horas. Após secagem, foram moídas a 1 mm em moinho tipo Willey. Foram obtidas entre 125 e 127 amostras de capim Marandu cortados em diferentes alturas, estações do ano, e adubação nitrogenada, o que proporcionou diversidade quanto à composição bromatológica.

Foram quantificadas a matéria seca definitiva (método 967.06 – AOAC, 1990), matéria mineral (método 942.05 – AOAC, 2002) e proteína bruta (método 2001.11 - AOAC, 2002). A fibra em detergente neutro (FDN) sem o uso de sulfito de sódio e fibra em detergente ácido (FDA) seguiram as soluções descritas por Goering e Van Soest (1970), com a etapa da digestão realizada em analisador de fibras Ankom®220, utilizando-se tecido não-tecido (TNT, 100 g/m²). A matéria orgânica (MO) foi estimada a partir da subtração do valor de matéria seca definitiva (2^aMS) e a matéria mineral (MM). A fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) foi obtida utilizando-se bolsas de TNT (100 g/m²) após incubação *in situ* por 288 horas (Valente et al., 2011). Todas estas análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA), da Faculdade de Agronomia e Zootecnia, UFMT/Cuiabá.

Finalizada a etapa das análises bromatológicas, iniciou-se a construção do banco de dados no equipamento NIR no Laboratório de Núcleo de Tecnologia de Armazenagem da Faculdade de Agronomia e Zootecnia, UFMT/Cuiabá. Para isso, as amostras do capim foram individualmente colocadas em cubeta própria do equipamento, com janela de quartzo, que foi acoplada à gaveta e escaneadas pelo NIR SpectraAnalyzer (Zeutec, Rendsburg, Germany) provido de 19 filtros (1445, 1680, 1722, 1734, 1759, 1778, 1818, 1940, 1982, 2100, 2139, 2180, 2190, 2208, 2230, 2270, 2310, 2336 e 2348 nm). Cada amostra foi escaneada uma única vez e o espectro construído pelo NIR correspondeu à média de duas leituras de cada amostra. A leitura no aparelho NIR foi pelo módulo de reflectância (R) entre 1445 a 2348 nanômetros, e os dados armazenados como log1/R.

Para a calibração e obtenção dos parâmetros de predição dos componentes bromatológicos do capim Marandu, foi utilizado o *software Application Worx* (Zeutec,

Rendsburg, Germany), e selecionado o Modelo de Regressão Linear Múltipla (MLR). O software identificou as amostras anômalas (*outliers*) com base na Distância Mahalanobis para estabelecer os limites dos dados e determinar a similaridade entre amostras. A partir deste procedimento, foram identificados e excluídos os *outliers* e, para cada componente bromatológico, obtidos os parâmetros estatísticos de calibração mais adequados de acordo com os coeficientes de determinação, erro padrão de calibração (RMSEC), erro padrão de validação cruzada (RMSEV), e segundo Fearn (2002), o desvio preditivo residual (RDP: relação entre o desvio padrão dos dados e o RMSEV).

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentadas as análises descritivas dos dados submetidos à calibração das curvas para predição da composição do capim Marandu por meio da técnica de espectroscopia de reflectância no infravermelho proximal. O objetivo foi construir um banco de dados que contivesse amostras colhidas em diferentes estações do ano, alturas de corte e adubação nitrogenada. Ao observar a análise descritiva, percebe-se que o intervalo entre os valores mínimos e máximos de cada componente é amplo, portanto, houve êxito na construção do banco de dados. O que se deve avaliar a partir destas informações, é qual a capacidade destes dados em proporcionar equações de predição confiáveis, e por conseguinte, sua validação.

Variável ¹	2ªMS	MO	MM	PB	FDA	FDN	FDNi
	%	%MS					
Número de amostras	125	125	125	127	127	127	127
Média	91,64	92,43	7,58	7,95	38,11	71,17	21,23
Erro padrão	0,13	0,09	0,09	0,26	0,35	0,57	0,55
Mediana	91,36	92,57	7,48	7,62	37,67	69,86	19,31
Desvio padrão	1,42	1,02	1,02	2,88	3,91	6,41	6,15
Variância da amostra	2,01	1,03	1,04	8,29	15,27	41,08	37,82
Assimetria	0,56	-0,11	0,09	0,68	0,12	0,16	0,97
Intervalo	7,46	4,97	4,97	13,56	17,32	24,06	23,27
Valor mínimo	88,19	90,03	5,00	2,86	29,61	60,12	13,12
Valor máximo	95,65	95,00	9,97	16,42	46,93	84,18	36,39

Tabela 1. Análise estatística descritiva da composição bromatológica do capim Marandu utilizado na calibração do equipamento

¹ 2ªMS: matéria seca definitiva obtida em estufa a 105 °C; MO: matéria orgânica; MM: matéria mineral; PB: proteína bruta; FDA: fibra em detergente ácido; FDN: fibra em detergente neutro; FDNi: fibra em detergente neutro indigestível

O processo de calibração envolve a avaliação dos dados e a identificação pelo software daqueles denominados *outliers*. A exclusão destes dados é importante, pois retira aqueles que possuem características espectrais diferentes dos demais que

compõem o banco de dados, e por este motivo, tem baixa capacidade de predição (Figura 1). Esse processo utiliza o método multivariado chamado Distância de Mahalanobis, que nada mais é do que a distância entre um dado e a média geral. Segundo Pires e Prates (1998), é desejável que a exclusão dos *outliers* não ultrapasse a 10% do total de amostras utilizadas na calibração.

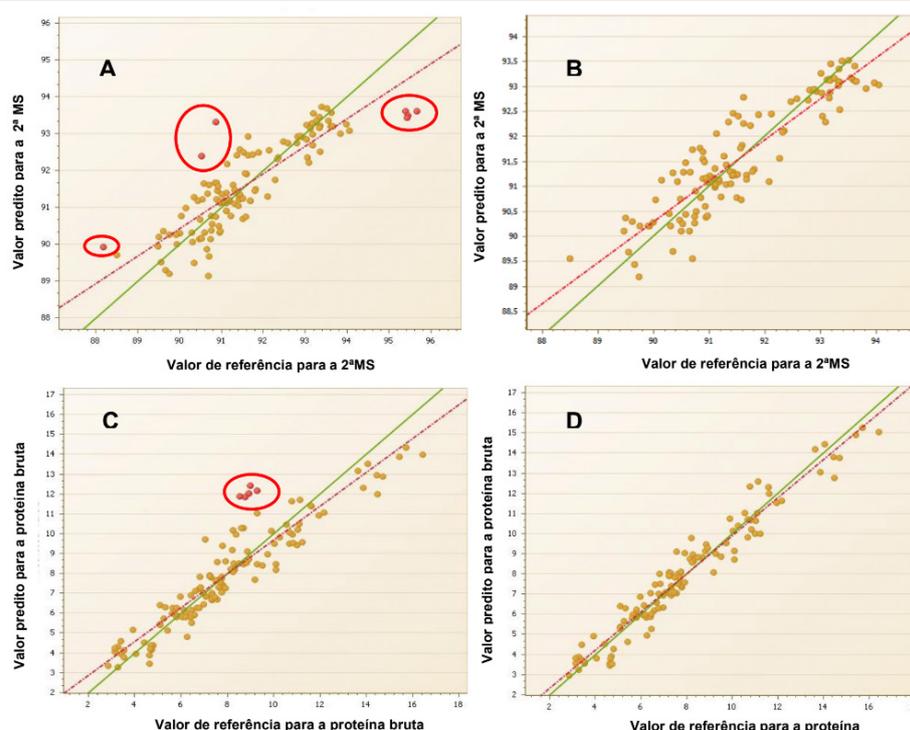


Figura 1. Representação gráfica do valor predito e de referência para o capim Marandu. (A) Gráfico contendo 125 amostras com a identificação de *outliers* para exclusão e calibração da matéria seca definitiva (2^a MS); (B) Gráfico correspondente à calibração após a exclusão de todos os *outliers* da matéria seca definitiva (2^a MS). (C) Gráfico contendo 127 amostras com a identificação de outliers para a exclusão e calibração da proteína bruta. (D) Gráfico correspondente à calibração após a exclusão de todos os *outliers* da proteína bruta

A Figura 1 mostra a relação existente entre os valores de referência (laboratoriais) e o predito pelo NIR para a matéria seca definitiva (2^aMS) e a proteína bruta (PB). O software identificou os *outliers* que deveriam ser excluídos, pois estavam prejudicando os parâmetros de calibração (A e C). Neste caso, o R^2 com os *outliers* era de 0,8635 (2^a MS) e 0,9230 (PB), e a inclinação da regressão (*slope*), de 0,7457 e 0,8520, respectivamente. Mesmo com o R^2 considerado elevado (acima de 0,85), a inclinação da regressão estava prejudicada pela presença dos *outliers*. Após a exclusão (B e D), os valores de R^2 de calibração para a 2^a MS e PB passaram para 0,9047 e 0,9725, e o *slope* aumentou para 0,8185 e 0,9457, respectivamente, estreitando a relação entre os valores preditos e de referência, tornando a calibração mais confiável (Tabela 2). Para a PB, o número máximo de *outliers* (10% dos dados) foi alcançado segundo proposta de Pires e Prates (1998), enquanto que para os demais componentes nutritivos, todos estiveram abaixo do limite. Portanto, esta ação no processo de calibração é uma etapa

importante e que pode refletir na melhoria da predição.

Variável	n ¹	<i>Outliers</i> ²	Min ³	Máx ⁴	Mé- dia	Fil- tros ⁵	(R ²) ⁶	<i>Slope</i> ⁷	RM- SEC ⁸	RM- SEP ⁹	RPD ¹⁰
2 ^a MS	125	7	88,51	94,05	91,57	3	0,9047	0,8185	0,5236	0,5456	2,60
MM	125	2	5,00	9,89	7,58	2	0,7068	0,4995	0,6934	0,7113	1,43
MO	125	3	90,11	95,00	92,45	3	0,7086	0,5020	0,6785	0,6962	1,47
PB	127	12	2,86	16,42	7,89	2	0,9725	0,9457	0,7021	0,7235	3,98
FDA	127	0	29,61	46,93	38,11	2	0,8256	0,6816	2,2051	2,2553	1,73
FDN	127	1	60,12	84,18	71,12	2	0,8606	0,7407	3,2596	3,3297	1,92
FDNi	127	10	13,12	35,69	20,63	2	0,8224	0,6764	3,2186	3,3179	1,85

Tabela 2. Modelos de calibração para predição da composição bromatológica do capim Marandu desenvolvidos pelo método MLR

¹ número inicial de amostras utilizadas na calibração; ² Amostra anômala identificadas e extraídas para desenvolvimento do modelo de calibração; ³ Valor mínimo do componente nutritivo na calibração; ⁴ Valor máximo do componente nutritivo na calibração; ⁵ Número de filtros indicado pelo software considerando o maior de F para a regressão; ⁶ Coeficiente de determinação; ⁷ Inclinação da regressão; ⁸ Erro médio padrão de calibração; ⁹ Erro médio padrão de validação cruzada; ¹⁰ Desvio preditivo residual. 2^aMS: matéria seca definitiva obtida em estufa a 105 °C; MO: matéria orgânica; MM: matéria mineral; PB: proteína bruta; FDA: fibra em detergente ácido; FDN: fibra em detergente neutro; FDNi: fibra em detergente neutro indigestível

Os valores de R² foram considerados excelentes para a 2^a MS e PB (R² > 0,90), bons para as fibras (0,80 < R² < 0,90), e moderado para a MO e MM (0,70 < R² < 0,80). Este mesmo critério foi adotado por Jancewicz et al. (2016). O R² da matéria mineral foi moderado, e isso se deve à limitação na predição deste componente, pois formas iônicas, como é a apresentação dos minerais, não absorvem energia na região do infravermelho próximo (SHENK e WESTERHAUS, 1994).

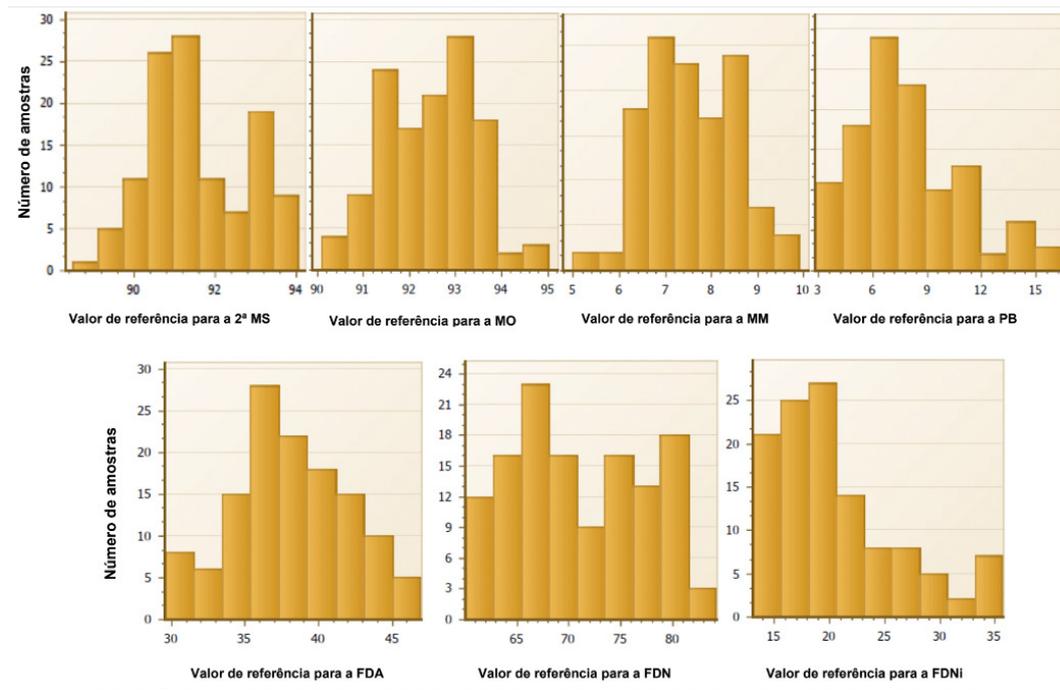
O desvio preditivo residual (RPD) da proteína bruta esteve acima do valor mínimo 3 recomendado por Williams (2001). A implicação prática é que segundo o autor citado, valores de RPD abaixo do indicado demonstram que a calibração pode não ser aceitável e, conseqüentemente, não permitir a validação. Por outro lado, Samadi et al. (2018) obtiveram R² de 0,80 a 0,90, e RPD abaixo de 3, e apesar disso, consideraram que a predição das fibras foi precisa. Portanto, além de garantir ampla variação e representatividade na composição das amostras, distribuição uniforme dos dados, é preciso reavaliar e possivelmente estabelecer valores mais adequados para o desvio preditivo residual.

A calibração deste trabalho contou com 125 ou 127 amostras, e apesar de não haver número mínimo pré-estabelecido para que os resultados desse processo sejam satisfatórios, de acordo com Windhan et al. (1989), Johnson e Wichern (2002) e Mingoti (2005), 50 amostras seriam o mínimo ideal para se efetuar uma calibração considerada adequada para forragens. Hoffman et al. (1999) recomendou entre 100 e 200 amostras para que se obtenha calibração aceitável. Contudo, cada material possui particularidades.

A composição das forragens varia em função da altura de corte, época do ano, adubação, idade, e todos estes fatores conferem desafios. Quando tais materiais são

analisados por meio de métodos químicos, a complexidade existente na constituição da planta é destruída pelo reagente, e numericamente, menos amostras são necessárias para se caracterizar uma população. Com o uso da espectroscopia, os compostos orgânicos absorvem energia eletromagnética, e a radiação infravermelha faz com que as ligações existentes entre moléculas vibrem em uma determinada frequência dependendo do componente. Como a absorção de radiação é medida pela diferença entre a quantidade de luz emitida pelo equipamento e a refletida pela amostra, quanto maior for a complexidade do material, maior deverá ser o número ou a variação na composição das amostras para que a calibração possa ser confiável (COATES e DIXON, 2011; ANDUEZA et al., 2016; KEIM et al., 2016).

À medida que o banco de dados é aumentado, a amplitude dos dados aumenta, e com isso, o RMSEC tende a aumentar, fato este observado por Coates e Dixon (2011), e neste trabalho. O conjunto de amostras utilizado, embora com amplitude entre os valores mínimos e máximos, não apresentou distribuição de Gauss uniforme para todas as variáveis avaliadas, e isso não prejudica os parâmetros de calibração, mas pode comprometer a validação (Figura 2).



Mesmo que os dados não tenham apresentado distribuição normal, à exceção da matéria mineral e orgânica, os parâmetros de calibração dos demais componentes foram considerados compatíveis com os observados em trabalhos desenvolvidos na área de nutrição animal (ANDUEZA et al., 2016; JOHNSON et al., 2017; KEIM et al., 2016; JANCEWICZ et al., 2017; SAMADI et al., 2018).

4 | CONCLUSÕES

A Espectroscopia de reflectância no infravermelho proximal mostrou-se eficiente para uso na caracterização da composição bromatológica do capim Marandu, que corresponde à cultivar de maior representatividade nas pastagens brasileiras. A técnica é não destrutiva, rápida e dispensa o uso de reagentes químicos. É preciso proceder com a validação externa das equações desenvolvidas, a fim de averiguar a necessidade na ampliação do banco de dados, variação na composição das amostras e melhoria nos parâmetros estatísticos das equações.

5 REFERÊNCIAS

ANDRÉS, S.; MURRAY, I.; CALLEJA, A.; JAVIER GIRÁLDEZ, F. Nutritive evaluation of forages by near Infrared reflectance spectroscopy. **Journal of Near Infrared Spectroscopy**, v.13, n.6, p.301–311, 2005.

ANDUEZA, D.; PICARD, F.; MARTIN-ROSSET, W.; AUFRÈRE, J. Near-infrared spectroscopy calibrations performed on oven-dried green forages for the prediction of chemical composition and nutritive value of preserved forage for ruminants. **Applied Spectroscopy**, v.70, n.8, p.1321–1327, 2016.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists International. **Official methods of analysis of AOAC International**, 15.ed. Washington, D.C.: AOAC, 1990.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the Association of the Analytical Chemists**. 16.ed. Arlington: AOAC, 1995.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists International. **Official methods of analysis of AOAC International**, 17.ed. Gaithersburg, MD.: AOAC, 2002.

ASEKOVA, S.; HAN, S.; CHOI, H.; PARK, S.; SHIN, D.; KWON, C.; SHANNON, J.G.; LEE, J. Determination of forage quality by near-infrared reflectance spectroscopy in soybean. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v.40, p.45-52, 2016.

BROGNA, N.; PALMONARI, A.; CANESTRARI, G.; MAMMI, L.; DAL PRÀ, A.; FORMIGONI, A. Technical note: Near infrared reflectance spectroscopy to predict fecal indigestible neutral detergent fiber for dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.101, n.2, p.1234 – 1239, 2018

CANTARUTTI, R.B.; ALVARES, V.V.H.; RIBEIRO, A.C. Amostragem do solo. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARAES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5º Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. p. 13-20, 1999.

COATES, D. B.; DIXON, R. M. Developing robust faecal near infrared spectroscopy calibrations to predict diet dry matter digestibility in cattle consuming tropical Forages. **Journal of Near Infrared Spectroscopy**, v.19, n.6, p.507–519, 2011.

COZZOLINO, D.; LABANDERA, M. Determination of dry matter and crude protein contents of undried forages by Near-infrared Reflectance Spectroscopy. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.82, p.380-384, 2002.

DE LA, B.; MARTÍNEZ, A.; SANTOS, B.; GONZÁLEZ, J.; GÓMEZ, G. The estimation of crude protein and dry matter degradability of maize and grass silages by near infrared spectroscopy. **Journal of Near Infrared Spectroscopy**, v.6, n.1, p.145–151, 1998.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C.; BERCHIELLI, T.T.; SALIBA, E.O.E.; CABRAL, L.S.; PINA, D.S.; LADEIRA, M.M.; AZEVEDO, J.A.G. **Métodos para análise de alimentos**. (INCT - Ciência animal). Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2012. 214p.

FEARN, T. Assessing calibrations: SEP, RPD, RER and R². **NIR News**, v.13, n.6, p.12–13, 2002.

FONTANELI, R.S.; SCHEFFER-BASSO, S.M.; DÜRR, J.W.; APPELT, J.V.; BORTOLINI, F.; HAUBERT, F.A. Predição da composição química de bermudas (*Cynodon spp.*) pela espectroscopia de reflectância no infravermelho proximal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.838-842, 2004.

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analysis (Apparatus, reagents, procedures and some applications)**. Washington, DC: USDA. (Agricultural Handbook, 379), 1970.

HOFFMAN, P.C.; BREHM, N.M.; HASLER, J.J.; BAUMAN, L.M.; PETERS, J.B.; COMBS, D.K.;

SHAVER, R.D.; UNDERSANDER, D.J. Development of a novel system to estimate protein degradability in legume and grass silages. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.771–779, 1999.

JOHNSON, J.R.; CARSTENS, G.E.; PRINCE, S.D.; OMINSKI, K.H.; WITTENBERG, K.M.; UNDI, M.; FORBES, T.D.; HAFLA, A.N.; TOLLESON, D. R.; BASARAB, J.A. Application of fecal near-infrared reflectance spectroscopy profiling for the prediction of diet nutritional characteristics and voluntary intake in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.95, n.1, p.447–454, 2017.

JANCEWICZ, L.; SWIFT, M.; PENNER, G.; BEAUCHEMIN, K.; KOENIG, K.; CHIBISA, G.; HE, M.; MCKINNON, J.; YANG, W.; MCALLISTER, T. Development of near-infrared spectroscopy calibrations to estimate fecal composition and nutrient digestibility in beef cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, v.97, p.51-64, 2016.

JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. **Applied Multivariate Statistical Analysis**. 5.ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002, 767p.

KEIM, J.P.; CHARLES, H.; ALOMAR, D. Prediction of crude protein and neutral detergent fibre concentration in residues of *in situ* ruminal degradation of pasture samples by Near-infrared Spectroscopy (NIRS). **Animal Production Science**, v.56, p.1504–1511, 2016.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. (1996). Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347–358, 1996.

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p.1217-1240, 2002.

MINGOTI, A.S. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**, Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005, 295p.

ØRSKOV, E.R., McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, v.92, n.4, p.499-503, 1979.

PALMONARI, A.; GALLO, A.; FUSTINI, M.; CANESTRARI, G.; MASOERO, F.; SNIFFEN, C.J.; FORMIGONI, A. Estimation of the indigestible fiber in different forage types. **Journal of Animal Science**, v.94, p.248–254, 2016.

PIRES, F.F.; PRATES, E.R. **Uso da técnica da espectrometria de reflectância no infravermelho próximo (NIRS) na predição da composição química da alfafa (*Medicago sativa L.*)**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.27, p.1076-1081, 1998.

SAMADI, S.; WAJIZAH, A.; MUNAWAR, A.A. Rapid and simultaneous determination of feed nutritive

values by means of near infrared spectroscopy. **Tropical Animal Science Journal**, v.41, n.2, p.121-127, 2018

SHENK, J.S.; WESTERHAUS, M.O. The application of near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) to forage analysis. In: MERTENS, D.R.; FAHEY, G.C. **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.406-449

VALENTE, T.N.P.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; CUNHA, M.; QUEIROZ, A.C.; SAMPAIO, C.B. *In situ* estimation of indigestible compounds contents in cattle feed and feces using bags made from different textiles. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.666-675, 2011.

WILLIAMS, P.C. Implementation of near-infrared technology. In: **Near infrared technology in the agricultural and food industries**. (Eds P Williams; K Norris) pp. 145-169. (American Association of Cereal Chemists: St Paul, MN), 2001.

WINDHAN, W.R.; MERTENS, D.R.; BARTON, F.E. **Protocol for NIRS calibration: sample selection and equation development and validation**. In: Definition of NIRS analysis. Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS): analysis of forage quality. Washington: USDA, 1989.

SOBRE O ORGANIZADOR

Alan Mario Zuffo - Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: alan_zuffo@hotmail.com

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-286-9

