

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ZOOTECNIA**

MAYARA TOMAZI

**USO DO DRYER BAG® NA ESTIMATIVA DE MATÉRIA SECA E
ANÁLISE BROMATOLÓGICA DE ALIMENTOS VOLUMOSOS**

FLORIANÓPOLIS – SC

2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ZOOTECNIA

MAYARA TOMAZI

USO DO DRYER BAG® NA ESTIMATIVA DE MATÉRIA SECA E
ANÁLISE BROMATOLÓGICA DE ALIMENTOS VOLUMOSOS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como exigência para obtenção
do Diploma de Graduação em Zootecnia da
Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientador(a): Prof^ª. Dr^ª. Milene
Puntel Osmari

FLORIANÓPOLIS – SC

2020

Tomazi, Mayara

USO DO DRYER BAG® NA ESTIMATIVA DE MATÉRIA SECA E
ANÁLISE BROMATOLÓGICA DE ALIMENTOS VOLUMOSOS/Mayara Tomazi;
orientador, Milene Puntel Osmari, 2020.

34 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências
Agrárias, Graduação em Zootecnia, Florianópolis, 2020.

Inclui referências.

1. Zootecnia. 2. análises químicas. 3. métodos de secagem.
4. nutrição animal. 5. volumosos. I. Puntel Osmari, Milene.
II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Graduação em Zootecnia. III. Título.

Mayara Tomazi

**USO DO DRYER BAG® NA ESTIMATIVA DE MATÉRIA SECA E
ANÁLISE BROMATOLÓGICA DE ALIMENTOS VOLUMOSOS**

Esta Monografia de Trabalho de Conclusão de Curso foi julgada aprovada e adequada para obtenção do grau de Zootecnista.

Florianópolis, 24 de novembro de 2020.

Banca Examinadora:

Prof.^a Dr.^a Milene Puntel Osmari
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a Dr.^a Daniele Cristina da Silva Kazama
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^o Dr.^o Diego Peres Netto
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família, que sempre demonstrou total apoio às minhas decisões, mesmo estando a 450 km de distância. Obrigada por investirem em mim!

Aos amigos que fiz durante a graduação, pelo convívio diário e pelos momentos de descontração. À Rafaella e à Ríllary, duas pessoas com corações gigantes, agradeço pelas horas que passamos juntas estudando, pelas risadas, conselhos, união e apoio e, ao Flávio, por contribuir com este trabalho, me auxiliando nas coletas das forragens e também durante as análises. Vocês são demais!

A todos os professores que contribuem com o curso, em especial à minha orientadora Milene pela paciência, pelos conselhos, pelo seu tempo e dedicação na elaboração deste trabalho. És uma pessoa excepcional e que me ensinou muito.

Ao GENPROR (Grupo de Estudos em Nutrição e Produção de Ruminantes), em especial aos orientadores Milene e Diego, pela dedicação, por nos motivarem sempre a buscar mais conhecimento e pelas amizades firmadas.

Ao Wagner Machado, idealizador do Dryer Bag®, por nos disponibilizar exemplares do produto, além de informações que possibilitaram maior eficiência na realização das análises e a concretização deste trabalho.

Sou eternamente grata!

“A ciência de hoje é a tecnologia de amanhã” (Edward Teller).

RESUMO

Conhecer a matéria seca (MS) dos alimentos é fundamental para ajustar a dieta dos animais, a fim de garantir melhor desempenho produtivo. Esta informação pode ser obtida com o auxílio de estufas, porém ela tem pouca utilização em propriedades rurais, por ser um método mais demorado e oneroso. Sendo assim, pesquisas vêm sendo realizadas com o intuito de identificar outros métodos de secagem. Objetivou-se comparar o Dryer Bag® com métodos de secagem comumente utilizados para desidratar volumosos e sua influência sobre a composição química dos mesmos, sendo eles: silagem de milho (*Zea mays*), feno de azevém (*Lolium multiflorum*), amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*), *Panicum maximum* cv. Colonião, *Panicum maximum* cv. Mombaça, *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Estes alimentos foram submetidos aos seguintes tratamentos: estufa de ventilação forçada a 55°C (55°C); estufa a 105°C (105°C); forno micro-ondas (FMO) e Dryer Bag® (DB). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, seguido de um estudo de contraste entre DB x 55°C e DB x 105°C. Verificou-se que os métodos de secagem influenciaram o teor de MS dos volumosos com exceção do Dryer Bag®, do forno micro-ondas e estufa a 55°C para a silagem de milho, capim Colonião e Xaraés. O amendoim forrageiro e as Brachiarias Xaraés e Marandu apresentaram valores de PB menores quando desidratadas em Dryer Bag®, porém semelhantes ao método forno micro-ondas. Para o amendoim forrageiro e capins Colonião e Mombaça os métodos de secagem não influenciaram os teores de FDN e NDT. No feno o Dryer Bag® proporcionou teores de FDN e NDT intermediários aos métodos forno micro-ondas e estufa 105°C. Assim, o Dryer Bag® se mostrou eficiente na determinação de MS dos alimentos volumosos analisados, além de apresentar resultados semelhantes aos métodos avaliados pelo estudo de contraste, porém, por ser um método recente de secagem, são necessários estudos que comprovem sua eficiência na estimativa de MS de alimentos concentrados, ração misturada total e também nas frações folha e colmo de forragens.

Palavras-chave: análises químicas, métodos de secagem, nutrição animal volumosos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Dryer Bag®.....	16
Figura 2: Prato ascendente.....	21
Figura 3: Posicionamento do termômetro digital.....	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Altura das forragens no momento do corte para avaliação.....	24
Tabela 2: Temperatura média e tempo médio de secagem das forrageiras em diferentes métodos de secagem.....	24
Tabela 3: Massa de forragem (MF) (kg ha de MS) das forrageiras avaliadas de acordo com diferentes métodos de secagem.....	26
Tabela 4: Valores médios de matéria seca (MS), matéria mineral (MM) e proteína bruta (PB) das forrageiras avaliadas de acordo com diferentes métodos de secagem.....	27
Tabela 5: Valores médios de fibra em detergente neutro (FDN) e nutrientes digestíveis totais (NDT) das forrageiras avaliadas de acordo com diferentes métodos de secagem...	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

°C – grau Celsius

AF – amendoim forrageiro

AOAC – Association of Official Agricultural Chemists

CCA – Centro de Ciências Agrárias

cm – centímetro

cv – cultivar

DB – Dryer Bag®

EE – extrato etéreo

EED – extrato etéreo digestível

ENND – extrativo não nitrogenado digestível

FB – fibra bruta

FBD – fibra bruta digestível

FDA – fibra em detergente ácido

FDN – fibra em detergente neutro

FER – Fazenda Experimental da Ressacada

FMO – forno micro-ondas

h – hora

ha – hectare

Kg – quilograma

LNA – Laboratório de Nutrição Animal

m² – metro quadrado

MF – massa de forragem

MG4 - Brachiaria brizantha Hochst Stapf cv. MG4

min – minuto

MM – matéria mineral

mm – milímetro

MS – matéria seca

MV – matéria verde

N – nitrogênio

NDT – nutrientes digestíveis totais

NRC – National Research Council

PB – proteína bruta

PBD – proteína bruta digestível

SAS – Statistical Analysis System

SM – silagem de milho

TMR – ração misturada total

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo Geral	14
2.2 Objetivos específicos.....	14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1 Métodos para determinar a matéria seca (MS) dos alimentos.....	15
3.2 Método Dryer Bag®.....	16
3.3 Análise bromatológica dos alimentos.....	17
3.3.1 Proteína Bruta (PB).....	17
3.3.2 Fibra em Detergente Neutro (FDN).....	17
3.3.3 Nutrientes Digestíveis Totais (NDT).....	18
4. MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1 Local e Época	20
4.2 Material Experimental	20
4.3 Métodos laboratoriais	21
4.4 Análise estatística	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
REFERÊNCIAS.....	32

1. INTRODUÇÃO

A determinação da matéria seca (MS) em programas de alimentação é importante para permitir o ajuste ideal da dieta, garantindo que os animais estejam recebendo a quantidade adequada de nutrientes, tornando-se uma ferramenta de auxílio ao nutricionista e ao produtor (NENNICH e CHASE, 2007), visto que a quantidade de nutrientes presentes nos alimentos é estimada com base na MS, por ser uma medida padronizada (DETMANN et al., 2012).

O teor de MS dos alimentos é uma informação essencial. É a partir do teor de MS que determina-se o ponto de ensilagem de alimentos como milho, sorgo, capim elefante, trigo, por exemplo. A partir da MS, pode-se também estimar a massa de forragem de forrageiras presentes em uma pastagem (EMBRAPA, 2016).

Estimar o teor de MS dos alimentos é fundamental para evitar alterações químicas durante o armazenamento e para que a avaliação do valor nutritivo seja possível. Em alimentos volumosos, por exemplo, a qualidade das sementes, o plantio, manejo da cultura, a colheita e outros fatores podem definir os níveis de nutrientes presentes no alimento (PETRUZZI et al., 2005; SILVA e QUEIROZ 2009; SERAFIM et al., 2017). Portanto, estimar rotineiramente a MS da dieta é importante para obter as proporções corretas de todos os seus componentes, garantindo o bom desempenho animal (PINO e HEINRICHS, 2014).

Há uma variedade de equipamentos que podem ser usados para secar alimentos, cada qual com vantagens e desvantagens para serem utilizados nas fazendas (PETERS, 2000). A metodologia comumente utilizada faz uso de estufa de ventilação forçada (SILVA e QUEIROZ, 2009), porém, muitas vezes não é possível dispor de tal equipamento, o que ocorre com frequência a campo (BUENO et al., 2017).

Uma alternativa recente e que vem sendo testada é o Dryer Bag®, desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa. Consiste em um dispositivo em tecido, semelhante a um saco, especialmente desenvolvido para determinar a MS com a utilização de um secador de cabelos comercial. Este procedimento possibilita maior rapidez na estimativa de MS dos alimentos, sendo uma alternativa para produtores rurais, facilitando o uso nas propriedades e possibilitando melhorar a eficiência da composição da dieta para obter maior rentabilidade na produção animal (MACHADO e ANDRADE, 2019).

Desta forma, o objetivo deste trabalho é comparar as estimativas de MS realizadas por meio de quatro métodos de secagem de alimentos: estufa com ventilação forçada de

ar, a 55°C e 105°C, forno micro-ondas e Dryer Bag®, verificando a influência dos procedimentos na análise química de algumas forragens utilizadas na alimentação de ruminantes.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- Comparar o método Dryer Bag® com métodos mais usuais de secagem de alimentos em laboratório e a campo.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar a influência dos métodos de secagem sobre a estimativa da massa de forragem de forragens frescas.
- Avaliar a influência dos métodos de secagem nos teores de matéria seca, matéria mineral, proteína bruta, fibra em detergente neutro e nutrientes digestíveis totais de forragens conservadas e forragens frescas.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Métodos para determinar a matéria seca (MS) dos alimentos

O principal equipamento utilizado em laboratórios de bromatologia para determinar a MS de forragens e alimentos concentrados no Brasil é a estufa com circulação forçada de ar. As amostras permanecem na estufa com temperatura entre 55 e 60°C por até 72h ou até o peso das amostras estabilizar (LACERDA et al., 2009; SILVA e QUEIROZ 2009; BATISTA et al., 2018). Este processo, denominado de pré-secagem, é sucedido pela determinação da matéria seca definitiva onde as amostras permanecem por 4h em estufa à 105°C (RODRIGUES, 2010).

O método convencional com uso de estufa utiliza procedimentos simples, porém algumas limitações como a infraestrutura e a necessidade de equipamentos específicos inviabilizam sua aplicação a campo (PETRUZZI et al., 2005; BATISTA et al., 2018). Com isso, diversas metodologias alternativas foram desenvolvidas a fim de viabilizar a determinação da MS e a realização das análises a campo, de forma prática, eficiente e barata (PETTERS, 2000).

Um método alternativo comumente utilizado para estimar a MS é o forno micro-ondas, por ser capaz de remover grande quantidade de água em menor tempo. Oetzel et al. (1993) ao compararem quatro métodos de secagem (estufa, micro-ondas, Koster Tester e medidor eletrônico), concluíram que o uso do forno micro-ondas foi mais eficiente para determinar a MS dos alimentos, afirmando ser um método rápido, com bons resultados, porém que demanda mais mão de obra para atuar durante o processo de secagem. Alguns estudos demonstraram que o uso do forno micro-ondas pode estimar valores diferentes de MS, quando comparado ao método convencional de secagem com estufa (CALIXTO JR. et al., 2012; SERAFIM et al., 2017; BATISTA et al., 2018), além da possibilidade de alterar a composição química dos alimentos avaliados, pois havendo maior retirada de água do alimento, há elevação na concentração de fibra em detergente neutro (FDN), do nitrogênio complexado à parede celular, proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) (BUENO et al., 2017).

A utilização da Air Fryer é outro método alternativo, com validação recente, que em comparação com os métodos de determinação de MS em estufa 105°C e com o equipamento Koster Tester, demonstra eficiência na secagem, não havendo diferença significativa entre os métodos e prova ser de maior praticidade, baixo custo e fácil obtenção (FERREIRA et al., 2018).

3.2 Método Dryer Bag®

O Dryer Bag® consiste em uma bolsa revestida externamente com tecido de algodão e internamente com um tecido sintético (Figura 1). Este tecido externo é mais estruturado e é permeável o suficiente para permitir que a umidade escape, evitando perdas de material e calor. O tecido interno é mais flexível e permeável que o tecido externo, para permitir perdas de umidade sem perdas de material. Possui um zíper na parte superior para fechar o sistema, permitindo ser inflado e manter o calor interno e a circulação de ar. Como fonte de calor, o Dryer Bag® utiliza um secador de cabelo comercial a 105°C. Assim, o ar infla o saco com sua alta velocidade, permitindo que o processo de secagem seja rápido e limpo (MACHADO et al., 2017).



Figura 1: Dryer Bag®. Fonte: Arquivo pessoal

Machado et al. (2015) afirmaram que o método Dryer Bag® se mostrou eficiente por necessitar de menor tempo para estimativa da MS e por ser de fácil utilização em propriedades rurais, sugerindo que neste método são necessários cerca de 65 min para determinar o teor de MS para forragem fresca, 90 min para silagens e 130 min para concentrado.

Machado et al. (2017) confirmaram através de experimentos para validação do método Dryer Bag® que o uso de estufa com ventilação de ar forçado a 55°C foi menos eficiente na remoção da umidade de alimentos concentrados e ração misturada total (TMR), portanto o Dryer Bag® foi o método mais indicado para determinar a umidade nos alimentos para animais. Todavia, a qualidade bromatológica dos alimentos secados em Dryer Bag® ainda merece ser melhor elucidada.

3.3 Análise bromatológica dos alimentos

A partir da análise bromatológica é que quantifica-se o valor nutricional, ou seja, a disponibilidade dos componentes básicos nutricionais dos alimentos, para possibilitar aos produtores e/ou técnicos estabelecer o planejamento alimentar do rebanho. O balanceamento correto das dietas implica em respostas positivas na produção animal, principalmente de carne, leite e ovos (RECH, 2017; SERAFIM et al., 2017).

3.3.1 Proteína Bruta (PB)

A proteína é um dos nutrientes fundamentais para a nutrição dos animais, desempenhando funções como: renovar e constituir as estruturas dos órgãos internos, veicular e transportar determinadas moléculas, constituir os hormônios que regulam o funcionamento dos órgãos do corpo e os anticorpos que atuam na resposta imunológica (SERAFIM et al., 2017).

Proteínas são substâncias compostas por uma sequência de aminoácidos unidos por ligações covalentes. Aminoácidos, por sua vez, são moléculas que apresentam um grupo amina, cujo elemento característico é o nitrogênio (N). Para saber o teor de proteína na amostra determina-se teor de N da amostra. A conversão de N total para proteína é feita pelo fator de 6,25. Esse fator baseia-se na premissa que, em média, o N corresponde a 16% do peso da proteína total dos alimentos (MEDEIROS et al., 2015).

O método Kjeldahl (AOAC, 1990) é o método padrão de determinação de N em amostras de alimentos. Este método consiste em três etapas: digestão do material em ácido sulfúrico com um catalisador, que resulta na conversão do N em amônia; destilação da amônia em solução receptora e por fim, a quantificação da amônia por titulação com uma solução padrão (SILVA e QUEIROZ, 2009).

3.3.2 Fibra em Detergente Neutro (FDN)

Van Soest (1965) desenvolveu o sistema detergente para análises de alimentos, o qual foi aceito pela AOAC em 1980 (CABRAL, 2016). Por meio do detergente neutro é possível separar o conteúdo celular (parte da forragem solúvel em detergente neutro) da parede celular (parte da forragem insolúvel em detergente neutro), também chamada de FDN, que é constituída de celulose, hemicelulose, lignina, proteína danificada pelo calor e proteína da parede celular e minerais. A fibra em detergente ácido (FDA) é constituída em quase sua totalidade por celulose e lignina (SILVA e QUEIROZ, 2009).

Segundo Lima (2003), o método de avaliação da fibra bruta (FB) é atualmente pouco usual, por não fazer a separação das frações mais ou menos digestíveis. Sendo assim, os métodos FDN e FDA são os mais utilizados no balanceamento da dieta de ruminantes. Acredita-se que a fração que melhor representa a fibra é a FDN, sendo esta a escolhida para a formulação de modelos nutricionais acerca da energia em forragens (VAN SOEST, 1994).

O método convencional da FDN utiliza equipamento digestor de fibra, béquer de forma alta e cadinho filtrante de vidro com porosidade grossa. A amostra é digerida por 60 minutos na solução de detergente neutro e após é filtrada sob vácuo (SILVA e QUEIROZ, 2009). Porém, a dependência por mão de obra individual para cada amostra (fator limitante na eficiência do processo), estimulou modificações e aperfeiçoamentos e deu origem a outros equipamentos e procedimentos para determinação de FDN e FDA (BERCHIELLI et al., 2001).

O sistema ANKOM[®] baseia-se na digestão e filtragem das amostras de alimentos contidas em saquinhos, em ambiente fechado, possibilitando a realização de maior número de análises, quando comparado ao método de Van Soest (1967), garantindo condição homogênea de digestão e filtragem para todas as amostras, contudo o elevado custo dos saquinhos e do equipamento limitam a expansão do uso desta metodologia (BERCHIELLI et al. 2001).

A determinação da FDN e FDA também pode ser realizada pelo método autoclave. É uma técnica que apresenta vantagens, como agilidade, pois tem capacidade de processar grande número de amostras com um custo bem reduzido, entretanto, faltam informações e pesquisas sobre o tempo, temperatura e a pressão adequada para execução da análise, assim como a acurácia e precisão do método (BAUMGARTEN et al., 2016).

3.3.3 Nutrientes Digestíveis Totais (NDT)

Dentre as características de qualidade nutricional dos ingredientes das dietas, o teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) é essencial para avaliar a real disponibilidade de nutrientes para o animal (VAN SOEST, 1994).

O NDT é a medida mais empregada de expressão de energia. Ele representa a soma das frações digestíveis dos alimentos de acordo com as análises de Wendee (Sistema Proximal): proteína bruta digestível (PBD), fibra bruta digestível (FBD), extrativo não nitrogenado digestível (ENND) e extrato etéreo digestível (EED) e, pode ser determinado por meio de estudos de digestão ou por meio de equações (MEDEIROS et al., 2015).

Dentre as equações disponíveis na literatura encontram-se a do National Research Council (NRC 2001), que representa a fórmula tradicional: $NDT (\%) = \%PBD + \%FBD + \%ENND + (\%EED \times 2,25)$ e ainda, as propostas por Cappelle et al. (2001).

Costa et al. (2006) ao compararem dois métodos na determinação do valor energético (digestibilidade *in vivo* e equações de predição) em dietas contendo farelo de cacau na dieta de ovinos Santa Inês, afirmaram que, como as análises laboratoriais são mais simples e menos onerosas do que experimentos de digestibilidade *in vivo*, podem ser utilizadas as equações de predição propostas por Cappelle et al. (2001), que estimam os valores de NDT com precisão.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local e Época

O trabalho foi desenvolvido no Departamento de Zootecnia e Desenvolvimento Rural da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis – SC, entre Janeiro e Agosto de 2020.

As coletas de amostras foram realizadas no Laboratório de Agrostologia, localizado na Fazenda Experimental da Ressacada (FER), e as análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LNA), ambos pertencentes ao Centro de Ciências Agrárias (CCA) da UFSC.

4.2 Material Experimental

Foram utilizadas amostras de silagem de milho (SM) (*Zea mays*) planta inteira e feno de azevém (*Lolium multiflorum*), coletadas em uma propriedade rural do município de Salto Veloso – SC. Além disso, foram utilizadas forragens frescas, sendo 4 gramíneas: *Panicum maximum* Jacq cv. Colônia; *Panicum maximum* cv. Mombaça; *Brachiaria brizantha* cv. Marandú e *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés, além de 1 leguminosa: Amendoim forrageiro (AF) (*Arachis Pintoii*), oriundas dos canteiros do Laboratório de Agrostologia (FER/CCA/UFSC).

As forragens foram cultivadas em canteiros e receberam uma roçada de uniformização em Dezembro de 2019, sendo que após ~30 dias, uma amostra de cada espécie forrageira foi coletada (Janeiro de 2020), com o auxílio de um quadrado de 1 m² de área. Posteriormente, o material foi acondicionado em sacos plásticos e levados ao laboratório para serem pesados. A partir do peso do material coletado, foi determinada a massa de forragem de cada espécie forrageira (kg de MV/ha), sendo que após as secagens os valores foram convertidos para kg de MS/ha.

Para a avaliação da altura das espécies forrageiras, nas que apresentavam porte mais baixo (Xaraés, Marandú e Amendoim forrageiro) foi utilizado o prato ascendente (Figura 2), em cinco pontos dentro do canteiro. Para as demais forrageiras, foi utilizada uma trena e mensurada a altura média de cinco pontos dentro dos canteiros.



Figura 2: Prato ascendente. Fonte: Arquivo pessoal.

As amostras de silagem foram coletadas em diversos pontos do painel do silo, de forma a obter uma amostra homogênea e representativa. Após a coleta, as amostras foram pesadas, embaladas em saco plástico e transportadas até o laboratório em caixas térmicas resfriadas. Pequenas quantidades de feno foram coletadas da parte interna e externa de diversos fardos para compor uma amostra composta que foi embalada e levada ao laboratório.

4.3 Métodos laboratoriais

Todas as amostras foram submetidas a quatro métodos de secagem (tratamentos), sendo:

- 1- Estufa a 55°C por 72 horas (55°C);
- 2- Estufa a 105°C por 24 horas (105°C);
- 3- Forno micro-ondas (FMO) e
- 4- Dryer Bag® (DB).

Para a estufa a 55°C as amostras foram picadas (em tamanho aproximado de 2 cm para todos os tratamentos), acondicionadas em sacos de papel com peso conhecido e foram secas em estufa durante 72 horas, sendo que a cada 24 horas as amostras eram revolvidas, para permitir uma secagem mais uniforme. Para a estufa a 105°C as amostras foram picadas, acondicionadas em bandejas de alumínio com peso conhecido, secadas durante 24 horas e revolvidas ao menos uma vez para elevar a eficiência da secagem (SILVA e QUEIROZ, 2009).

As amostras desidratadas no forno micro-ondas foram picadas e acondicionadas em bandejas de plástico com peso conhecido. Durante a secagem, um copo com água natural foi acomodado dentro do equipamento para evitar a queima das amostras. O método consistiu em secar a amostra durante 5 min por três vezes, depois uma vez durante 3 min e uma vez por 2 min, sendo que durante este processo as amostras foram revolvidas e a água do copo trocada evitando que fervesse e umedecesse a amostra. Após essa etapa as amostras foram pesadas e mantidas no forno micro-ondas aferindo o peso a cada 1 min até que o mesmo se estabilizasse (BUENO et al., 2017).

As amostras secadas pelo método Dryer Bag® foram picadas e acomodadas dentro do saco com peso conhecido. Foram utilizados secadores de cabelo com potência de 1900 watts para secar as amostras, conforme recomendação do fabricante (MACHADO et al., 2015).

Foi realizada a medição da temperatura de secagem nos processos utilizando forno micro-ondas e Dryer Bag® com auxílio de um termômetro digital infravermelho com mira a laser (Figura 3). No forno micro-ondas, as temperaturas foram medidas ao final de cada rodada de secagem de 5 minutos. Após o equipamento desligar, abria-se a porta e com o termômetro posicionado a uma distância de 30 cm da amostra, contavam-se 10 segundos e conferia-se a temperatura. Para o Dryer Bag®, aos 0, 15 e 30 min de secagem, o termômetro foi posicionado atrás do secador de cabelos, voltado para a entrada do saco, bem como em sua superfície superior, a uma distância de aproximadamente 30 cm, e após contagem de 10 segundos, foi aferida a temperatura.



Figura 3: Posicionamento do termômetro digital. Fonte: Arquivo pessoal

Após a secagem, as amostras foram processadas em moinho do tipo *Willey*, com peneira de malha de 1 mm. Posteriormente, foram realizadas análises bromatológicas a fim de estimar a matéria seca (MS) total e matéria mineral (MM), conforme Silva e Queiroz (2002). A FDN foi determinada pelo método autoclave (SENGER et al., 2007) e a PB de acordo com método de Kjeldahl (AOAC, 1990). O NDT foi estimado a partir da FDN, de acordo com a equação ($NDT = 99,39 - 0,7641 * FDN$) descrita por Cappelle et al. (2001).

4.4 Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 4 tratamentos (métodos de secagem), 7 alimentos volumosos e 3 repetições cada, totalizando 84 unidades experimentais. Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas através do teste de Tukey a 5% de probabilidade e, por contraste ortogonal utilizando o pacote estatístico SAS (versão 9.1).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No momento do corte as forragens apresentaram em média 77,96 cm de altura (Tabela 1), sendo que a diferença de altura entre a maior (capim Colonião) e a menor (Amendoim forrageiro) foi de 82 cm. Essa diferença é proveniente de hábitos de crescimento diferentes e de idades de rebrotes diferentes, visto que o amendoim forrageiro é uma espécie de clima temperado e apresenta hábito de crescimento estolonífero, enquanto que as demais gramíneas são tropicais, com hábito de crescimento cespitoso e de rápido desenvolvimento, especialmente por serem de metabolismo C4.

Tabela 1. Altura média das forrageiras no momento do corte para avaliação

Forragens	Altura (cm)
<i>Panicum maximum</i> cv. Colonião	129,0
<i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça	120,6
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Xaraés	54,6
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandú	48,6
<i>Arachis pinto</i> (amendoim forrageiro)	47,0

Os métodos de secagem usados indicam que, em média, o Dryer Bag® apresentou temperatura e tempo de secagem 27,01 % e 66,64 % maiores que o forno micro-ondas, respectivamente (Tabela 2). Ao realizar a medição de tempo e temperatura de secagem, foi possível conhecer estas variáveis em todos os métodos avaliados, sendo que na estufa com ventilação forçada de ar a 55°C o tempo de secagem foi de 72h, na estufa a 105°C foi de 24h e, no forno micro-ondas e no Dryer Bag® a temperatura e tempo médio de secagem foram de 71,4°C e 0,4h e 98°C e 1,2h, respectivamente. Neste sentido, o forno micro-ondas e o Dryer Bag® poderiam ser mais eficientes à campo, por serem métodos mais rápidos na determinação da MS, além da acessibilidade a esses equipamentos, por parte de produtores e técnicos.

Tabela 2. Temperatura média e tempo médio de secagem das forrageiras em diferentes métodos de secagem.

Forragens ¹	Métodos de secagem ²			
	Temperatura (°C)		Tempo (minutos)	
	FMO	DB	FMO	DB
SM	69,0	84,9	24,0	73,3
Feno	72,0	94,9	23,0	40,0

AF	69,5	92,2	23,7	78,3
Colonião	71,9	107,2	22,0	80,0
Mombaça	76,2	99,4	23,7	75,0
Xaraés	70,5	103,9	24,3	76,7
Marandú	70,7	102,3	26,7	78,3
Média	71,4	97,8	23,9	71,7

¹SM= silagem de milho; Feno= feno de azevém; AF= amendoim forrageiro; ²FMO= forno micro-ondas; DB= Dryer Bag®.

Segundo Barboza et al. (2001), alguns dos princípios do aquecimento por forno micro-ondas, envolvem: temperatura, capacidade calorífica, ligação química, estrutura molecular, momento de dipolo, polarização e constante dielétrica. Segundo Lacerda et al. (2009), o processo de secagem em forno micro-ondas ocorre de forma muito rápida, podendo haver excessiva retirada de água de dentro das células. Possivelmente, essa diferença se dá pelo fato do forno micro-ondas não fornecer calor e atuar de maneira mais uniforme sobre as moléculas do material, enquanto que o secador de cabelos fornece calor direto sobre a amostra, porém em uma área menor, o que pode ter direcionado a um tempo maior para remover a umidade dos volumosos avaliados.

Resultados semelhantes no tempo de secagem do capim Mombaça e silagem de milho em forno micro-ondas foram encontrados por Serafim et al. (2017), onde o tempo médio de secagem destas forragens foi de 24 minutos.

Souza et al. (2002) ao avaliarem a eficiência do método de secagem em forno micro-ondas concluíram que o tempo necessário para o equipamento secar amostras de solo e plantas foi entre 10 e 14 minutos, respectivamente, sendo inferiores aos necessários para secar os volumosos encontrados nesse experimento (Tabela 2), podendo ser em virtude da idade da planta e do teor de umidade prévio, bem como da potência do aparelho utilizado.

Machado et al. (2015) ao validarem o método Dryer Bag®, afirmam que para secar forragens frescas são necessários em média 65 minutos, e para silagens, em torno de 90 minutos. Porém, nesta pesquisa observou-se que para os volumosos avaliados o tempo necessário para secar as forragens frescas e a silagem foram semelhantes, sendo estes valores médios de 77,66 e 73,33 minutos, respectivamente (Tabela 2) e intermediários aos relatados por Machado et al. (2015).

A partir do processo de secagem para determinação da MS das forragens, é possível calcular a massa de forragem (MF – kg MS/ha) disponível em uma determinada área a fim de ajustar a taxa de lotação, sendo esta, uma importante ferramenta para o manejo de pastagens.

Na estimativa da MF (Tabela 3) o amendoim forrageiro foi influenciado pelos métodos de secagem ($P < 0,05$), apresentando maiores valores quando a MS da forragem foi determinada pelo forno micro-ondas e estufa a 105°C , porém sem diferenças entre a secagem pelo Dryer Bag® e estufa a 55°C , como verificado pelo estudo de contraste ($P > 0,05$).

Tabela 3. Massa de forragem (MF) (kg ha de MS) das forrageiras avaliadas de acordo com diferentes métodos de secagem.

Forragens	Métodos de secagem ²				P<	Contraste	
	55°C	105°C	FMO	DB		DBxFMO	DBx55°C
AF ¹	6366,6 ^b	6531,6 ^{ab}	6852,4 ^a	6221,8 ^b	0,006	0,002	0,287
Colonião	14668,6	14060,9	14724,2	15082,9	0,441	0,501	0,566
Mombaça	5744,7 ^a	5883,3 ^a	5719,6 ^{ab}	5186,9 ^b	0,015	0,011	0,013
Xaraés	7722,1 ^{ab}	7568,9 ^b	8383,2 ^a	7997,8 ^{ab}	0,033	0,265	0,132
Marandu	2756,0 ^a	2701,0 ^{ab}	2847,2 ^a	2482,4 ^b	0,008	0,002	0,007

¹AF= amendoim forrageiro; ²55° = secagem em estufa a 55°C , por 72h; 105= estufa a 105°C , por 24h, FMO= forno micro-ondas; DB= Dryer Bag®. Letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade ($P < 0,05$).

O capim Colonião, foi a única forrageira que não foi influenciada pelos métodos de secagem avaliados ($P > 0,05$; Tabela 3), apresentando valores médios de MF de 14.635 kg MS/ha. Desta forma, nas condições dessa pesquisa, pode-se sugerir que é possível a utilização de metodologias alternativas para a estimativa da MS e MF do capim Colonião, visto que é simples, fácil e barato para o produtor rural ter um forno micro-ondas ou um secador de cabelos em sua propriedade, o que poderia tornar o manejo da pastagem e o desempenho animal mais eficientes.

A secagem do capim Mombaça por meio do Dryer Bag® proporcionou menores valores de MF ($P < 0,05$), sendo semelhante ao verificado quando a forrageira foi seca em forno micro-ondas. Esse comportamento é decorrente dos menores teores de MS apresentados para essa cultivar (Tabela 4) e pode ter sido consequência da altura elevada do material no momento do corte (120,6 cm; Tabela 1) e de uma baixa relação folha:colmo, o que poderia dificultar a desidratação do material do momento da secagem, com consequente subestimação dos teores de MS. Para que a relação folha:colmo não influencie no processo de secagem, independente da metodologia utilizada, pode-se sugerir uma redução ainda mais eficiente do tamanho de partículas do material verde, o que poderia expor o material mais lignificado do colmo, favorecendo sua desidratação.

No que se refere a cultivar Xaraés, esta apresentou valores de MF semelhantes quando secada em estufa a 55°C , forno micro-ondas e Dryer Bag®, comprovado pelo

estudo de contraste ($P > 0,05$), o que também tornaria o uso do Dryer Bag® para a secagem e determinação da MF dessa espécie uma alternativa promissora aos produtores. Em contrapartida, a cultivar Marandu apresentou menores valores de MF quando seca com o Dryer Bag® ($P < 0,05$; Tabela 3), embora a temperatura de secagem tenha sido semelhante à realizada na estufa a 105°C (102,34°C x 105°C; Tabela 2).

Os dados bromatológicos indicam que houve diferença significativa ($P < 0,05$) na estimativa da MS entre os métodos de secagem (Tabela 4). Porém, quando foi realizado um estudo de contraste entre Dryer Bag® x forno micro-ondas (DB x FMO) e entre Dryer Bag® x estufa a 55°C (DB x 55°C), algumas forrageiras não foram influenciadas pelas metodologias utilizadas ($P > 0,05$).

Tabela 4. Valores médios de matéria seca (MS), matéria mineral (MM) e proteína bruta (PB) das forrageiras avaliadas de acordo com diferentes métodos de secagem.

Forrageiras ¹	Métodos de secagem ²				P< ²	Contraste	
	55°C	105°C	FMO	DB		DBxFMO	DBx55°C
MS (em % da MS definitiva)							
SM	34,8 ^{ab}	32,9 ^b	35,0 ^a	33,7 ^{ab}	0,036	0,132	0,081
Feno	87,2 ^a	82,7 ^b	86,1 ^a	81,5 ^b	0,002	0,001	0,002
AF	25,3 ^b	25,9 ^{ab}	27,2 ^a	24,7 ^b	0,006	0,002	0,289
Colonião	23,4	22,4	23,4	24,0	0,444	0,509	0,565
Mombaça	25,9 ^a	26,5 ^a	25,8 ^{ab}	23,7 ^b	0,015	0,011	0,014
Xaraés	24,7 ^{ab}	24,7 ^b	26,9 ^a	25,6 ^b	0,034	0,267	0,131
Marandu	24,8 ^a	24,3 ^{ab}	25,6 ^a	22,4 ^b	0,008	0,008	0,002
MM (em % da MS definitiva)							
SM	5,3 ^b	5,6 ^b	6,6 ^a	5,2 ^b	0,002	0,001	0,631
Feno	12,8	13,0	13,1	13,0	0,898	0,712	0,747
AF	13,2	12,6	12,5	13,8	0,167	0,053	0,323
Colonião	7,5	7,7	8,4	7,7	0,250	0,607	0,166
Mombaça	7,7	7,4	7,6	7,5	0,872	0,569	0,855
Xaraés	7,6	7,3	7,4	7,0	0,252	0,065	0,147
Marandu	9,2 ^a	7,4 ^b	9,1 ^a	8,7 ^a	0,001	0,066	0,127
PB (em % da MS definitiva)							
SM	8,5 ^b	8,4 ^b	9,6 ^a	8,3 ^b	0,001	0,001	0,243
Feno	19,6	19,2	19,9	19,5	0,578	0,759	0,449
AF	17,6 ^a	16,8 ^{ab}	16,8 ^{ab}	16,5 ^b	0,043	0,293	0,009
Colonião	14,5 ^b	15,0 ^{ab}	15,3 ^{ab}	15,6 ^a	0,037	0,406	0,008
Mombaça	12,4 ^a	10,6 ^b	11,8 ^a	12,0 ^a	0,001	0,117	0,339
Xaraés	15,6 ^a	14,3 ^b	14,2 ^b	13,8 ^b	0,002	0,259	0,001
Marandu	14,7 ^b	15,6 ^a	14,1 ^{bc}	13,9 ^c	0,001	0,349	0,002

¹SM = silagem de milho; Feno = feno de azevém; AF = amendoim forrageiro. ²55° = secagem em estufa a 55°C; 105 = secagem em estufa a 105°C; FMO = secagem em forno micro-ondas; DB = secagem em Dryer Bag®. Letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade ($P < 0,05$).

A silagem de milho apresentou maior teor de MS quando seca em forno micro-ondas e menor em estufa a 105°C, havendo diferença entre os métodos ($P < 0,05$; Tabela 4). Conforme o estudo de contraste ($P > 0,05$), não houve diferença significativa na comparação entre os métodos Dryer Bag® e forno micro-ondas e entre Dryer Bag® e estufa a 55°C, o que pode indicar uma potencial aplicabilidade do uso do secador de cabelo para a secagem de forrageiras conservadas na forma de silagem.

Menor valor de MS para o feno, capim Mombaça e Marandu foram obtidos na secagem em Dryer Bag® ($P < 0,05$), e também quando realizado o estudo de contraste ($P < 0,05$; Tabela 4) entre os métodos avaliados. Como a temperatura de secagem verificada quando utilizado o Dryer Bag® foi superior à verificada quando utilizado o forno micro-ondas (Tabela 3) e estufa a 55°C, essa subestimação do teor de MS pode ser consequência de baixa relação folha:colmo, proveniente da altura elevada pré-corte, principalmente no capim Mombaça e, que pode dificultar a secagem do material amostrado.

O teor de MS do amendoim forrageiro não diferiu entre o método Dryer Bag® e estufa a 55°C ($P > 0,05$). O capim Colonião foi a única forrageira que não apresentou influência dos métodos de secagem ($P > 0,05$) na determinação da MS. Todavia, para o capim Xaraés, o menor teor de MS foi verificado quando secado em estufa a 105°C, porém sem variação entre os métodos Dryer Bag® e forno micro-ondas e entre Dryer Bag® e estufa a 55°C, conforme estudo de contraste ($P > 0,05$; Tabela 4).

Calixto Jr et al. (2012), ao realizarem estudo sobre a curva de desidratação do feno de grama-estrela (*Cynodon nlemfuensis Vanderyst*), constataram que o forno micro-ondas resultou em maior teor de MS em planta inteira e nas frações folha e colmo, pois neste método há maior retirada de água da forragem em relação à estufa a 55°C, independente do teor de umidade da amostra, o que não foi verificado na presente pesquisa, exceto para o amendoim forrageiro (Tabela 4).

Machado et al. (2017) ao avaliarem os métodos Dryer Bag®, estufa a 55°C e estufa a 105°C na secagem de 14 alimentos volumosos e concentrados, observaram que o método Dryer Bag® apresentou teores de MS semelhantes ao método estufa a 105°C em todos os alimentos analisados. Neste experimento também é possível observar semelhança na estimativa de MS de forragens.

Os métodos de secagem influenciaram somente no teor de MM da silagem de milho e do capim Marandu ($P < 0,05$; Tabela 4), porém, nas comparações do estudo de contraste,

as diferenças deixaram de existir ($P>0,05$), demonstrando novamente o potencial de utilização do Dryer Bag®.

Os métodos de secagem utilizados também influenciaram no teor de PB ($P<0,05$) das forrageiras analisadas, exceto o feno. Observa-se no estudo de contraste, que o Amendoim forrageiro e os capins Colonião, Mombaça, Xaraés e Marandu apresentaram valores de PB semelhantes entre os métodos de secagem realizados por meio de Dryer Bag® e forno micro-ondas ($P>0,05$; Tabela 4). Porém, quando foi realizado o contraste entre os valores de PB proveniente de forragens secadas com Dryer Bag® e estufa a 55°C, somente a silagem de milho e o capim Mombaça não foram influenciados pelas metodologias utilizadas ($P>0,05$; Tabela 4).

O maior teor de PB verificado para a silagem de milho seca em forno micro-ondas (Tabela 4) corrobora com os resultados encontrados por Lacerda et al. (2009), especialmente quando comparado à secagem em estufa a 55°C. Serafim et al. (2017) ao compararem estes mesmos métodos para secagem de milho, silagem de milho e capim Mombaça, observaram que o milho foi influenciado pelos métodos de secagem e, apresentou maior teor de PB para as amostras secas em forno micro-ondas.

Os resultados da PB verificados na Tabela 4 corroboram com Pastorini et al. (2002) que afirmam que a secagem em estufa com circulação forçada de ar pode induzir à mudanças bioquímicas, especialmente a volatilização dos ácidos orgânicos proporcionando redução no teor de PB, o que também foi verificado por Lacerda et al. (2009) e Serafim et al. (2017).

Os teores de FDN e NDT do feno e das Brachiarias Xaraés e Marandu foram influenciados pelos métodos de secagem ($P<0,05$), o que não foi verificado para a silagem de milho, o amendoim forrageiro e os capins Colonião e Mombaça ($P>0,05$; Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios de fibra em detergente neutro (FDN) e nutrientes digestíveis totais (NDT) das forrageiras avaliadas de acordo com diferentes métodos de secagem.

Forrageiras ¹	Métodos de secagem ²				P< ²	Contraste	
	55°C	105°C	FMO	DB		DBxFMO	DBx55°C
	FDN (em % da MS definitiva)						
SM	65,5	64,9	62,6	70,8	0,098	0,030	0,110
Feno	51,9 ^a	45,8 ^c	52,1 ^a	49,0 ^b	0,001	0,002	0,002
AF	65,4	62,1	64,5	62,9	0,107	0,257	0,081
Colonião	39,8	38,6	40,8	41,6	0,129	0,162	0,483
Mombaça	38,5	36,7	38,5	38,7	0,219	0,808	0,846
Xaraés	50,7 ^a	45,7 ^b	49,2 ^a	46,8 ^b	0,001	0,001	0,003

Marandú	50,5 ^a	48,0 ^{bc}	49,7 ^{ab}	46,1 ^c	0,002	0,001	0,002
NDT (em % da MS definitiva)							
SM	49,4	49,8	51,6	45,8	0,098	0,030	0,110
Feno	59,7 ^c	64,3 ^a	59,5 ^c	61,9 ^b	0,001	0,002	0,002
AF	49,4	51,9	50,1	51,3	0,109	0,256	0,082
Colonião	68,9	69,9	68,2	67,6	0,129	0,162	0,484
Mombaça	70,0	71,3	70,0	69,8	0,220	0,806	0,843
Xaraés	60,6 ^b	64,4 ^a	61,8 ^b	63,6 ^a	0,001	0,001	0,003
Marandú	60,8 ^c	62,7 ^{ab}	61,4 ^{bc}	64,2 ^a	0,002	0,001	0,002

¹SM = silagem de milho; Feno = feno de azevém; AF = amendoim forrageiro. ²55° = secagem em estufa a 55°C; 105 = secagem em estufa a 105°C; FMO = secagem em forno micro-ondas; DB = secagem em Dryer Bag®. Letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade (P<0,05).

Para o feno, o uso do Dryer Bag® resultou em teores de FDN intermediários entre os verificados para o material secado em estufa a 55°C e forno micro-ondas (em média 52,05%) e àqueles secados em estufa a 105°C (45,87%). Nesse caso, como o teor de NDT foi calculado a partir dos valores de FDN, ambas as variáveis apresentaram o mesmo comportamento (Tabela 5).

Bueno et al. (2017) ao compararem os métodos forno micro-ondas e estufa a 55°C na determinação da MS e composição química do Marandu, MG4, Coastcross, Áries, Estilosantes e silagens de milho e trigo, também observaram que o forno micro-ondas foi capaz de elevar o teor de FDN das forragens avaliadas, sugerindo que alterações nesta fração dos alimentos podem ser derivadas da perda de compostos solúveis provenientes de reações entre compostos carbônicos (como os presentes na parede celular) com minerais ou grupamentos amino, vindos da fração nitrogenada solúvel de proteína danificada pelo calor de maneira não enzimática (reação de Maillard).

Durante a secagem de algumas amostras em forno micro-ondas, foi observado odor característico de caramelização (reação de Maillard). O calor, resultante do método de secagem, é capaz de aumentar o teor de nitrogênio ligado à FDN, elevando o teor de FDN das amostras, além de tornar a proteína indisponível e incorporando-a na FDA (EMBRAPA, 2015), desta forma, era esperado que para algumas forrageiras utilizadas, o teor de FDN fosse maior e o NDT menor quando submetidas à desidratação em forno micro-ondas.

CONCLUSÕES

O uso do Dryer Bag® como metodologia de secagem, se mostrou uma ferramenta promissora, sendo semelhante a métodos mais comuns de secagem na determinação da matéria seca e análise bromatológica de forragens frescas e conservadas, além de ser uma técnica rápida e barata.

Sugere-se que mais análises sejam realizadas, principalmente no que se refere à eficiência do método ao avaliar alimentos concentrados, ração misturada total, plantas inteiras e nas frações folha e colmo.

REFERÊNCIAS

- AOAC. **Official methods of analysis**. 15th edition. Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C. p.1141, 1990.
- BARBOZA, A. C., et al. **Aquecimento em forno de microondas / desenvolvimento de alguns conceitos fundamentais**. Quím. Nova, São Paulo, v. 24, n. 6, p. 901-904, 2001.
- BATISTA, T. S., et al. **Comparação de metodologias para determinação de matéria seca em diferentes espécies forrageiras**. 28º Congresso Brasileiro de Zootecnia, Goiânia, p.5, 2018.
- BAUMGARTEN, V. G., et al. **Substituição do aparelho determinador por autoclave na determinação de fibras em alimentos para ruminantes**. In: 8º Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão (SIEPE), 2016.
- BERCHIELLI, T. T., et al. **Avaliação da determinação da fibra em detergente neutro e da fibra em detergente ácido pelo sistema ANKOM®**. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 30, n. 5, p.1572-1578, 2001.
- BUENO, A. V. I., et al. **Método de obtenção de matéria seca e composição química de volumosos**. Cienc. anim. bras., Goiânia, v.18, e-44913, p.1-8, 2017.
- CABRAL, Ícaro dos Santos. **Avaliação de metodologias utilizadas em experimentos de nutrição de ruminantes**. Tese de doutorado - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, p.90, 2016.
- CALIXTO, JR. M., et al. **Curva de desidratação e composição químico-bromatológica do feno de grama-estrela (*Cynodon nlemfuensis Vanderyst*) em função do teor de umidade no enfardamento**. Semina: Ciências Agrárias, v.33, n.6, p.2411-2422, 2012.
- CAPPELLE, E. R., et al. **Estimativas do Valor Energético a partir de Características Químicas e Bromatológicas dos Alimentos**. Rev. bras. zootec., v.30, n.6, p.1837-1856, 2001.
- COSTA, S. S., et al. **Comparação entre dois métodos na determinação do valor energético em dietas contendo farelo de cacau**. 58ª REUNIÃO ANUAL DA SBPC. Florianópolis, 2006.
- DETMANN, E. et al., **Métodos para Análise De Alimentos**. Visconde do Rio Branco: Universidade Federal de Viçosa. p, 201, 2012.
- FERREIRA, J.D.J., et al. **Validation of an alternative method to estimate dry matter content of common feedstuffs used in commercial feedlots in Brazil**. Reunião Anual

da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 55. Congresso Brasileiro de Zootecnia. 28. Anais. Goiânia, p.775, 2018.

LACERDA, M. J. R., et al. **Determinação da matéria seca de forrageiras pelos métodos de microondas e convencional.** Bioscience Journal, v.25, p.185-190, 2009.

LIMA, Milton Luiz Moreira de. **Análise comparativa da efetividade da fibra de volumoso e subprodutos.** Tese de doutorado - Universidade de São Paulo, Piracicaba, p.132, 2003.

MAIA, Vanessa. **Teor de matéria seca da forragem pode ser medida com forno de micro-ondas.** Embrapa Gado de leite, Juiz de Fora, 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/9409526/teor-de-materia-seca-da-forragem-pode-ser-medida-com-forno-de-micro-ondas>>. Acessado em: 12 jul de 2020.

MACHADO, W. S., et al. **Validation of the dryer bag method to estimate dry matter content in forage and concentrate.** 3rd International Symposium of Dairy Cattle, p.341-344, 2015.

MACHADO, W. S., et al. **Validation of dryer bag as a new method to estimate moisture content in feedstuffs.** J. Dairy Sci. Vol. 100, Suppl. 2, p. 207-207, 2017.

MACHADO, W. S.; ANDRADE, S. **Novo método viabiliza determinação da matéria seca à campo.** MilkPoint. 2019. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/artigos/producao-de-leite/novo-metodo-viabiliza-determinacao-da-materia-seca-a-campo-214606/>>. Acesso em: 05 dez. 2020.

MEDEIROS, S. R. de, et al. **Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações.** Embrapa Gado de Corte, Brasília, DF, 1ª ed., p.162, 2015.

NENNICH, T.; CHASE, L. **Dry matter determination.** Feed Management Education Project/USDA - NRCS CIG program, 2007. Disponível em: <<https://dairy-cattle.extension.org/2019/08/dry-matter-determination/>>. Acesso em: 02 out. 2019.

PASTORINI, L. H. et al. **Secagem de material vegetal em forno de microondas para determinação de matéria seca e análises químicas.** Ciência e Agrotecnologia. Lavras, v. 26, n. 6, p. 1252-1258, 2002.

PETERS, J. **On-Farm Moisture Testing of Corn Silage.** Focus on Forage, Madison, v.2, p.1-3, 2000.

PETRUZZI, H. J., et al. **Determinación de materia seca por métodos indirectos: utilización del horno a microondas.** Boletín de Divulgación Técnica 88, p. 4, 2005.

- PINO, F.H.; HEINRICHS, A.J. **Comparison of on-farm foragedry-matter methods to forced air oven for determining forage dry matter.** American Registry of Professional Animal Scientists, p.33-36, 2014.
- RECH, A.F. **Amostragem de alimentos para análise bromatológica.** Agropecuária Catarinense, Florianópolis, v.31, n.1, p.33-36, 2017.
- RODRIGUES, Rubens, Cassel. **Métodos de Análises Bromatológicas de Alimentos: Métodos Físicos, Químicos e Bromatológicos.** Embrapa Clima Temperado. Pelotas, p.174, 2010.
- SENGER, C. C. D., et al. **Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs.** Animal Feed Science and Technology, Amsterdam, v.146, p. 169–174, 2007.
- SERAFIM, R. S., et al. **Determinação da matéria seca e proteína bruta pelo método convencional e micro-ondas.** FAZU em Revista, Uberaba, n. 11, p. 39-43, 2017.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos.** 3 ed. Viçosa, MG: UFV, p. 235, 2009.
- SOUZA G.B. et al. **Determinação de matéria seca e umidade em solos e plantas com forno de micro-ondas doméstico.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Circular técnica, 2002.
- VAN SOEST, P.J. **Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forage.** Journal. Animal. Science, v.26, v.1, p.119-120, 1967.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant.** Ithaca: Cornell University Press, 3 ed, p.476, 1994.