

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

FILIPPE TON FIALHO

QUALIDADE DA SILAGEM DE CAPIM-MOMBAÇA COM INCLUSÃO DE
RESÍDUO DA PRÉ-LIMPEZA DA SOJA E INOCULANTE BACTERIANO

DIAMANTINA-MG

2014

FILIPPE TON FIALHO

**QUALIDADE DA SILAGEM DE CAPIM-MOMBAÇA COM INCLUSÃO DE
RESÍDUO DA PRÉ-LIMPEZA DA SOJA E INOCULANTE BACTERIANO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Prof. Severino Delmar Junqueira Villela

DIAMANTINA-MG

2014

Ficha Catalográfica - Sistema de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecária: Jullyele Hubner Costa CRB-6/2972

F438q 2014	Fialho, Filipe Ton Qualidade da silagem de capim-mombaça com inclusão de resíduo da pré-limpeza da soja e inoculante bacteriano. / Filipe Ton Fialho. – Diamantina : UFVJM, 2014. 41 p. : il.
	Orientador: Prof. Dr. Severino Delmar Junqueira Villela Coorientador: Prof. Dr. Fernando de Paula Leonel
	Dissertação (mestrado) –Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Faculdade de Ciências Agrárias. Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2014.
	1. Aditivos. 2. Conservação. 3. Gramíneas tropicais. 4. Ruminantes. 5. Subprodutos. I. Villela, Severino Delmar Junqueira. II. Leonel, Fernando de Paula. III. Título.
	CDD 636.0862

Elaborada com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

FILIPPE TON FIALHO

**QUALIDADE DA SILAGEM DE CAPIM-MOMBAÇA COM INCLUSÃO DE
RESÍDUO DA PRÉ-LIMPEZA DA SOJA E INOCULANTE BACTERIANO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADO em 11/03/14.

Prof. Severino Delmar Junqueira Villela-UFVJM

Prof. Fernando de Paula Leonel-UFSJ

Prof. Ricardo Augusto Mendonça Vieira-UENF

Prof. Thiago Gomes dos Santos Braz-UFVJM

Prof. Mário Henrique França Mourthé

DIAMANTINA-MG

2014

Dedicatória

Primeiramente, dedico todo este trabalho a Deus, por esta grande possibilidade de adquirir conhecimento e humildade;

À minha família, sempre presente (fisicamente ou em orações), incentivando durante todo o tempo;

Em especial, minha Mãe e meu Pai, pelo exemplo, coragem, incentivo, desprendimento, fé e orações;

À Beatriz, namorada, companheira, amiga, ponto de equilíbrio, grande incentivadora;

A todas as pessoas que passam pela minha vida, me ensinando a ser uma pessoa melhor.

AGRADECIMENTO

À Professora Margarida Maria Nascimento Figueiredo de Oliveira, pela possibilidade de ingresso na Pós-graduação;

Ao Professor Severino Delmar Junqueira Villela e ao Professor Fernando de Paula Leonel, pelo apoio, confiança, incentivo neste trabalho;

Aos produtores rurais de São João del-Rei, que nos cederam o resíduo de soja, alvo de nosso estudo;

Aos amigos e colegas da UFVJM e UFSJ, sendo que, sem eles, este trabalho não estaria concluído: Janaína, Hudson, Carlos César, Jonas, Juliana, Douglas, Felipe, Laurita, Marlucci, Elizzandra e tantos outros que, de alguma forma, contribuíram;

À EPAMIG de São João del-Rei, por estar de portas abertas todo o tempo, facilitando a execução do experimento;

Ao Sr. Antônio, D. Fátima e família, pela acolhida e carinho durante a estada em São João del-Rei;

Aos amigos da República BRS, por incentivar nos momentos complicados que passei durante este trabalho e, com a amizade, fazer deste período mais ameno.

BIOGRAFIA

FILIPPE TON FIALHO nasceu em Aimorés, Leste de Minas Gerais, filho de Walter de Oliveira Fialho, ferroviário e produtor rural, e Regina Celi Ton Fialho, orientadora educacional, no dia 3 de junho de 1985.

Concluiu o curso de Graduação em Zootecnia em dezembro de 2007, na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina-MG.

Em agosto de 2011, ingressou no curso de Pós-Graduação, a nível de Mestrado, na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina-MG, Departamento de Zootecnia.

RESUMO

FIALHO, Filipe Ton. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, fevereiro de 2014. **Qualidade da silagem de capim-mombaça com inclusão de resíduo da pré-limpeza da soja e inoculante bacteriano.** Orientador: Severino Delmar Junqueira Villela. Coorientador: Fernando de Paula Leonel. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).

Foi realizado estudo na Fazenda Experimental Risoleta Neves, utilizada pelo convênio UFSJ/EPAMIG, para avaliar as características bromatológicas de silagens de capim-mombaça acrescidos em níveis crescentes de resíduo de soja (0, 5, 10, 15 e 20% de resíduo), com a utilização ou não de inoculante, e a cinética de degradação e trânsito de partículas de quatro níveis de inclusão do resíduo (0, 10, 15 e 20%). As silagens produzidas foram analisadas quanto à matéria-seca, proteína bruta pH, fibra insolúvel em detergente neutro e fibra insolúvel em detergente ácido. Para o estudo de cinética de trânsito e degradação foram utilizados quatro animais fistulados no rúmen, com peso médio de 470 kg, em um quadrado latino (4x4). No estudo da cinética de trânsito, a fibra em detergente neutro das silagens foi marcada com dicromato de potássio, incubada no rúmen, e depois realizou-se amostragens de fezes coletadas direto no reto dos animais, com tempos pré-determinados. Para o estudo da degradação das silagens, as mesmas foram moídas em peneiras de 5mm, incubadas no rúmen nos tempos 0, 6, 18, 48 e 96 horas, em saquinhos de náilon. O efeito do resíduo de soja sobre as qualidades nutricionais das silagens foi positivo, mas o efeito do inoculante foi nulo quando não houve a inclusão do resíduo. Não é recomendada a adição do resíduo de soja em níveis acima de 10%, pois a partir desta quantidade os padrões de digestão e passagem da fibra no rúmen-retículo são prejudicados, e podem ocorrer alterações no ambiente ruminal que poderão afetar o aproveitamento da silagem.

Palavras-chave: aditivos, conservação, gramíneas tropicais, ruminantes, subprodutos.

ABSTRACT

FIALHO , Filipe Ton . Federal University of the Jequitinhonha and Mucuri , February 2014 . Quality of grass silage Mombasa inclusion with residue of pre-cleaning soybean and inoculant. Advisor: Severino Delmar Junqueira Villela . Co -supervisor : Fernando de Paula Leonel . Dissertation (Master of Animal Science) .

A study was conducted at the Experimental Farm Risoleta Neves (FERN) used by the agreement UFSJ/EPAMIG to assess the qualitative characteristics of silage of Mombasa increased with increasing levels of soybean residue (0 , 5 , 10 , 15 and 20 % of waste) , with or without the use of inoculants and the kinetics of degradation and passage of particles of four levels of inclusion of the residue (0 , 10 , 15 and 20 %). The silages were analyzed for dry - matter (DM), crude protein (CP), pH, neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) . To study the kinetics and degradation transit four animals were cannulated in the rumen, with an average weight of 470 kg in a Latin square (4x4) . In the study of the kinetics of transit fiber silages was labeled with potassium dichromate, incubated in the fistula, and then by performing direct sampling collected stool in the rectum of animals with predetermined times. To study the degradation of silages, they were ground in 5 mm sieve, incubated in the rumen at 0, 6, 18, 48 and 96 hours in nylon bags. The effect of soybean residue on the nutritional quality of the silage was good, but the effect of inoculant is null when no inclusion of residue. It is recommended the addition of soybean residue at levels above 10 % , because this quantity from the patterns of digestion and passage of fiber in the rumen - reticulum are harmed, and changes in the rumen environment that will affect the use of silage can occur.

Keywords: additives, byproducts, conservation, ruminants, tropical grasses.

SUMARIO

1-Introdução-----	08
2- Revisão de Literatura-----	10
2.1- Silagem de Gramíneas de clima tropical-----	10
2.2- Subprodutos na ensilagem-----	11
2.3- Uso de inoculantes em silagens-----	14
2.4- Cinética de degradação ruminal-----	15
2.5- Cinética de trânsito de partículas-----	17
Referências Bibliográficas-----	19
3- Material e Métodos-----	23
4- Resultados e Discussão-----	29
Conclusão-----	38
Referências Bibliográficas-----	39

1-INTRODUÇÃO

A condição de grande produtor de proteína de origem animal do Brasil se consolidou na década de 2000, colocando o país como o maior exportador de carne bovina do mundo, já que possui rebanho bovino de mais de 211 milhões de cabeças, sendo o maior rebanho comercial do planeta, podendo, com isto, atender diferentes mercados e suas diferentes exigências.

Nas últimas décadas, houve crescimento na produção leiteira nacional, sendo que, de 1980 a 2010, a produção mais que triplicou (11.162.245 para 30.715.460 bilhões de litros), entretanto, ainda não atendendo nosso mercado interno. Segundo levantamento realizado pela EMBRAPA no ano de 2010, a demanda estimada estava acima de 40 bilhões de litros (saldo negativo de 10 bilhões). Somente no ano de 2012, houve saldo negativo de mais de 500 milhões de dólares na balança comercial.

Atualmente, o Brasil passa por processo de crescimento econômico, o qual proporciona aumento do poder de compra por grande parte da população. Pesquisas na área econômica mostram mudanças no perfil das compras com o aumento da renda, sendo que carnes e produtos lácteos são identificadores de gêneros que possuem alta elasticidade-renda da demanda, ou seja, aumentando-se a renda da população aumenta-se a demanda por estes produtos.

Apesar dos dados positivos para a balança comercial, o Brasil possui baixa produtividade de leite (1680 kg/vaca/lactação), o que também é observado no rebanho destinado à produção de carne, com baixas taxas de desfrute resultante da menor eficiência na terminação dos animais. Uma das principais causas dos reduzidos índices é o déficit de forragem, resultante da falta de planejamento para a entressafra.

As características produtivas das gramíneas tropicais são bem conhecidas (grande produção de massa), assim como as condições climáticas enfrentadas por estas no campo (duas estações bem definidas: verão chuvoso e inverno seco), sendo que não se pode mais ficar dependente da questão da sazonalidade de produção, como fator limitante da produção de carne ou leite.

Inúmeras frentes de pesquisas vêm sendo realizadas, visando diminuir a influência do clima sobre o desempenho dos bovinos. Suplementações proteicas e energéticas a pasto, manejo e intensificação no uso das pastagens, entre outras práticas, vêm elevando os resultados produtivos, criando nichos de pecuária desenvolvida dentro do país.

O processo de ensilagem é reconhecido como a prática de suplementação volumosa aplicada nas propriedades. Com o aumento no número de confinamentos nos últimos anos, visando terminação de animais para abate, e o momento favorável que o mercado lácteo vive no país, novas alternativas surgem, já que a grande questão é produzir com eficiência. A conservação do excedente do pasto, na forma de silagem, é cada dia mais comum entre os produtores, e têm proporcionado bons resultados, e, com isso, aumentando a disponibilidade de alimento barato e de qualidade.

Contudo, silagens de capim costumam apresentar problemas no processo fermentativo devido ao alto teor de umidade, baixo teor de carboidratos solúveis e alto poder tampão. Estes problemas podem ser contornados com o uso de aditivos químicos, físicos e microbiológicos. Na maioria das vezes, têm-se utilizado subprodutos da agroindústria ou resíduos agrícolas como aditivos físicos.

Os resíduos agrícolas vêm sendo utilizados em silagens de gramíneas tropicais, visando melhorar a qualidade bromatológica e fermentativa das mesmas. A produção desses resíduos durante o processo gera custos para o sistema, relacionados ao manejo de descarte, se não houver outra finalidade para tal. Em um sistema eficiente de produção, os ruminantes conseguem transformar alimentos de baixa qualidade (forragens tropicais) e não consumidos pelo homem (resíduos agroindustriais) em alimentos nobres. A combinação fonte de alimento barato e gestão eficiente são fatores importantes para aumentar a produtividade e lucratividade da pecuária nacional, ampliando, inclusive, a participação no mercado externo.

O objetivo deste trabalho foi determinar a viabilidade na produção de silagem de capim-mombaça, com a inclusão de resíduo da pré-limpeza da soja em diferentes níveis, bem como sua degradabilidade ruminal e a taxa de passagem.

2-REVISÃO DE LITERATURA

2.1-Silagem de Gramíneas de Clima Tropical

Os avanços tecnológicos obtidos na agricultura por meio das pesquisas, nas últimas décadas, vêm fazendo com que áreas antes impossibilitadas de produção agrícola (física, e, principalmente quimicamente), sejam agora utilizadas para tal. A maioria dessas novas áreas de cultivo agrícola era basicamente formada por pastagens em algum nível de degradação, com taxas de retorno muito baixo.

A incorporação de áreas de pastagem pela agricultura praticamente obriga os pecuaristas a buscarem maior eficiência no uso da terra, para manterem-se viáveis na atividade. Essa maior eficiência passa por intensificação da produção, seja por melhorias no manejo (rotação de pastagens), adubação, utilização de cultivares mais produtivos, irrigação de pastagens, e, também, pelo uso planejado da suplementação volumosa.

O uso de suplementação volumosa se faz cada vez mais presente, seja de fontes tradicionais com milho, sorgo, milheto, capim-elefante e cana-de-açúcar pela utilização de gramíneas perenes, antes apenas manejadas na forma de pastagens.

Diversos trabalhos vêm demonstrando viabilidade de produção dessas gramíneas. Em estudo realizado por Pariz et al. (2011), foram avaliados níveis crescentes de adubação nitrogenada (50, 100, 200 kg/há de N), com irrigação via irrigação na seca, em capins tanzânia e mombaça após o consórcio com milho. Essa técnica se mostrou viável, pois, mesmo na ausência de adubação nitrogenada, foi produzida quantidade satisfatória de forragem, com produção média de matéria seca (MS) de 2.000 kg/ha por corte na época de maior escassez de volumoso para os animais (inverno/primavera). A adubação nitrogenada, após a colheita do milho, eleva a produção de MS e melhora a composição bromatológica dos capins.

Em diversos trabalhos, é possível observar a capacidade de resposta das forrageiras de clima tropical ao aumento na adubação. Para avaliar os efeitos de quatro doses combinadas de NPK sobre os componentes da produção e das perdas de matéria seca (MS) em pastagens das cultivares Tanzânia e Mombaça de *Panicum maximum* Jacq., Quadros et al. (2002), utilizaram decréscimo em 30 % e acréscimos em 30 e 60 % de uma dose padrão. O Mombaça

superou o Tanzânia em produção de matéria verde (9183 x 6275 kg/há) no pré-pastejo. De modo geral, quanto maior foi a dose de adubo aplicado, maiores foram as taxas de acúmulo diário de matéria verde. A cv. Mombaça apresentou maior potencial de resposta à adubação do que a cv. Tanzânia, com taxas de lotação de 6,2 e 4,0 UA/ha, respectivamente.

A produção de silagem de forrageiras tropicais é alternativa para diminuir o problema de produção sazonal das mesmas. Gramíneas tropicais tem grande capacidade produtiva (PARIZ et al., 2011, QUADROS, et al., 2002), mas sofrem efeito da redução dos fatores de crescimento, produzindo grande quantidade de MS em curto período do ano (época das águas). A concentração de produção no período chuvoso estimulou estudos da viabilidade técnica na ensilagem do excedente da produção (RIBEIRO et al. 2009).

A qualidade da silagem obtida está diretamente relacionada ao material que lhe deu origem, e às condições em que foi ensilado (TAVARES et al., 2009). O potencial da espécie forrageira para ensilagem depende de seu teor de umidade e carboidratos solúveis e de seu poder tampão no momento do corte (MCDONALD et al., 1991; REIS & COAN, 2001).

Gramíneas perenes são susceptíveis a perdas durante a ensilagem, devido ao seu alto poder tampão, alta umidade no momento da ensilagem e baixo teor de carboidratos solúveis (RIBEIRO et al., 2009). Estas características prejudicam a produção de ácido láctico, e, conseqüentemente, a redução do pH em silagens, o que resulta num processo fermentativo ineficiente (WOOLFORD et al., 1984). A utilização de material absorvente, como subprodutos da agricultura, promove um aumento do teor de matéria seca da silagem e garante a melhoria das condições de fermentação.

Várias gramíneas tropicais já foram testadas quanto à viabilidade de ensilagem (RIBEIRO et al., 2009; TAVARES et al., 2009; CARVALHO JÚNIOR et al., 2010). Em trabalho realizado por Reid et al. (1959), o potencial forrageiro de determinada espécie vegetal pode ser avaliado por meio da quantidade produzida e da digestibilidade dos seus constituintes. Por isso, mais pesquisas com em relação à utilização das silagens de gramíneas tropicais por ruminantes devem ser realizadas, para conhecimento do potencial das mesmas.

2.2-Subprodutos na Ensilagem

Buscando menores custos de produção para produtos de origem animal, tem se dado foco à utilização racional de todos os recursos alimentares disponíveis. Diversos resíduos ou

subprodutos agroindustriais, quando empregados de forma racional, podem contribuir para a redução do custo de alimentação dos animais (CARVALHO JÚNIOR et al., 2010).

Ruminantes desempenham papel importante em sistemas agrícolas sustentáveis, já que são capazes de converter recursos naturais renováveis, como subprodutos agrícolas e agroindustriais, em alimentos de alta qualidade para o homem (OLTJEN & BECKETT, 1996).

O setor produtivo busca alternativas de fontes alimentares de menor custo, utilizando resíduos de colheita e subprodutos da agroindústria, mas a disponibilidade e a qualidade desses materiais são bastante variáveis em função do nível de industrialização, e, principalmente, de acordo com as características específicas de cada região (OLIVEIRA, 2005).

Dada à diversidade de subprodutos possíveis de utilização, Azevêdo et al. (2012), realizaram trabalho de coleta em diferentes regiões do Brasil de 57 subprodutos, determinando sua composição química, digestibilidade *in vitro* da fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e os nutrientes digestíveis totais (NDT), com o objetivo de agrupar os subprodutos com características nutricionais semelhantes.

Diversos produtos oriundos da industrialização ou da colheita (restos culturais), como cascas e bagaços, vêm sendo produzidos em larga escala no Brasil. Entretanto, a maior parte deste material tem sido pouco utilizado na alimentação animal. Por isso, diversas pesquisas em nutrição animal vêm fazendo inclusão de subprodutos na dieta, visando custos baixos e aproveitamento de material disponível.

Em muitos trabalhos, foi testada a substituição de parte do concentrado da dieta por subprodutos da agroindústria. A casquinha de soja já tem sua utilização bem estabelecida para tal uso, sendo esta composta principalmente de fibra, que tem pouco valor na alimentação humana e no uso industrial, mas de alta digestibilidade para o ruminante. Suas características físico-químicas, a facilidade de aquisição em algumas regiões e seu preço competitivo **tornam** esse resíduo agroindustrial, alimento interessante para o gado leiteiro (SANTOS et al., 2007).

Santos et al. (2007) utilizaram a casca de soja e polpa cítrica, em substituição ao milho (moagem fina e grossa) na dieta de vacas leiteiras e não identificaram alterações no desempenho produtivo no terço médio da lactação (24kg), mas sofrendo ação do grau de moagem do milho.

Pedroso et al. (2007) demonstraram com substituição crescente do milho pela casca de soja (0, 10 e 20%) na dieta de vacas leiteiras em terço médio de lactação, aumento linear na produção total de gordura e decréscimo no nitrogênio ureico no leite. Não se encontrou efeito da substituição no consumo de matéria seca e na produção de leite.

A produção de volumosos de qualidade é forma interessante de economizar em concentrados. Isso vem sendo feito com adubação, manejo de pastagens (PEREIRA et al., 2011) e melhorias nas técnicas de ensilagem (BERNARDES; CHIZZOTTI, 2012). As gramíneas tropicais têm seu potencial já comprovado para todos estes fins, mas para ensilagem sofrem por suas características no momento do corte (alta umidade, baixa concentração de carboidratos solúveis e alto poder tampão), afetando, negativamente, o processo de fermentação, impedindo rápida redução do pH para níveis apropriados, e, assim, permitindo fermentações secundárias indesejáveis (EVANGELISTA et al., 2004).

Visando contornar essas características adversas à produção de silagem de qualidade, pode-se incluir resíduos agroindustriais no material a ser ensilado, pois, além de ser fonte de nutrientes, fornecem carboidratos solúveis, que melhoram a qualidade da fermentação no silo e possuem elevada capacidade absorvente (TAVARES et al., 2009). O capim-elefante, de uso muito disseminado como material para silagem possui diversos trabalhos com esse enfoque. O resíduo utilizado para tal fim depende da região.

A casca de café, farelo de cacau e farelo de mandioca foram incluídos como aditivos em silagens de capim-elefante e provocaram aumento dos teores de MS, sendo o farelo de mandioca o aditivo mais eficiente no controle das perdas por efluente e gases. A adição de raspa de mandioca, casca de café e farelo de cacau garantiu altas taxas de recuperação de MS, enquanto o farelo de mandioca e o farelo de cacau favoreceram a redução dos valores de pH e os teores de nitrogênio amoniacal, respectivamente, refletindo na melhoria do perfil de fermentação das silagens (ANDRADE et al., 2010).

Os resíduos advindos do processamento do urucum podem ser aditivos no processo de ensilagem de gramíneas tropicais. Utilizando níveis crescentes de substituição (0, 4, 8, 12 e 16%) na matéria natural de silagem de capim-elefante, Rêgo et al. (2010) obtiveram efeito linear crescente sobre os teores de MS, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, carboidratos não fibrosos, ácido propiônico e nitrogênio amoniacal, podendo este subproduto ser incluso em até 16% da matéria natural no momento da ensilagem do capim-elefante.

Com o surgimento de outras gramíneas de alta produção, pesquisas de ensilagem com estas foram realizadas. Ávila et al., (2006), ensilaram o capim-tanzânia com três aditivos (polpa cítrica, farelo de trigo e fubá de milho), em quatro doses (3, 6, 9 e 12%), e observaram melhor resultado quanto aos teores de carboidratos solúveis das silagens com aditivos e poder tampão para a polpa cítrica.

2.3-Uso de Inoculantes em Silagens

O uso de inoculantes tem aumentado no Brasil, com a demanda gerada por fontes forrageiras como o capim e a cana-de-açúcar. Os efeitos de inoculantes sobre as já tradicionais fontes (milho, sorgo) são menos expressivos porque estes possuem características favoráveis no momento da ensilagem (teores de carboidratos solúveis e populações de bactérias epífitas, adequados para uma boa fermentação) (MEESKE et al., 1999).

Inoculantes microbianos são aplicados à forragem no momento da ensilagem a fim de acelerar a queda do pH na fase inicial do processo, preservação de carboidratos e proteína vegetal, diminuindo a proteólise e desaminação (SEALE, 1986).

A eficiência do processo fermentativo, e, conseqüentemente, a qualidade da silagem depende das bactérias epífitas que são colocadas dentro do silo com a forragem (PEDROSO, et al., 2000). A população de micro-organismos epifíticos, entre eles as bactérias produtoras de ácido láctico, pode ser pequena nas forragens (SPECKMAN et al., 1988), sendo afetada pelas condições ambientais (umidade, temperatura, radiação solar, espécie e características da planta).

O aumento artificial da quantidade inicial de bactérias produtoras de ácido láctico na forragem, pode favorecer a fermentação e resultar em silagens de melhor qualidade, promovendo queda mais rápida do pH, valor final do pH mais baixo, aumento na relação entre os ácidos láctico e acético e diminuição nos teores de etanol e nitrogênio amoniacal (BOLSEN et al., 1995).

Cavali et al. (2010) trabalharam com silagens mistas de cana-de-açúcar e capim-elefante, com diferentes níveis de inclusão inoculantes, e observaram interação na relação cana e capim-elefante x inoculante, para a composição em proteína bruta (PB) e o pH das silagens.

Outras linhas de pesquisa testaram o efeito utilização de inoculantes em silagens sobre o ganho de peso e conversão alimentar de bovinos. Pedroso, et al. (2000) testaram três rações completas à base de silagem de cana-de-açúcar: ração com silagem sem aditivo (controle); ração com silagem tratada com ureia (5 g/kg de matéria verde, MV) + benzoato de sódio (0,5 g/kg de MV) e ração com silagem inoculada com *Lactobacillus buchneri* (5×10^4 ufc/g de MV) em 30 animais. A silagem utilizada não afetou o ganho de peso vivo (1,75 kg PV/dia) nem a ingestão de MS (10,5 kg MS/dia), mas a conversão alimentar foi melhor nos animais que receberam a ração controle em relação àqueles alimentados com a ração com silagem inoculada (5,71 vs 6,45 kg MS/kg GPV).

Jayme et al. (2011) avaliaram o consumo e digestibilidade aparente da MS, da proteína bruta e da energia e o balanço de nitrogênio de silagens de *Brachiaria brizantha* cv Marandu sem aditivos (T1), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Sil-ALL C4 (T2), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Bactosilo C Tropical (T3) e *B. brizantha* cv Marandu + 30% de cana-de-açúcar (T4) em ovinos. O inoculante SiL-ALL C4 (T2) mostrou-se eficiente em aumentar o consumo e a digestibilidade da PB.

2.4- Cinética de degradação ruminal

O rúmen é um sistema complexo, com conteúdos heterogêneos de digesta líquida e sólida e estratificação deste conteúdo em diferentes camadas, tornando o processo digestivo nos ruminantes um sistema dinâmico que envolve a entrada e saída de líquidos, micro-organismos e resíduos não digeridos (PEREIRA et al., 2005).

A produtividade dos ruminantes depende da capacidade dos mesmos em consumir e extrair o máximo possível de nutrientes dos alimentos fornecidos, sendo que a fermentação ruminal é mais eficaz em extrair a energia das forragens e produzir proteína microbiana de alto valor biológico (ALLEN, 1996).

A adaptação morfofisiológica do aparelho digestivo dos ruminantes permite o aproveitamento de nutrientes oriundos das diferentes frações digestíveis presentes na diversidade de espécies vegetais, utilizadas por eles como alimento (MOLINA et al., 2002).

A proporção de nutrientes consumidos que se torna disponível para os ruminantes é o resultado da competição entre digestão e passagem. A taxa e a extensão da digestão são variáveis críticas na descrição do processo digestivo. Esses parâmetros cinéticos são importantes, porque eles não só descrevem a digestão, mas também caracterizam as

propriedades intrínsecas dos alimentos que limitam sua disponibilidade aos ruminantes (Mertens, 1993).

McDonald (1981) sugeriu a existência de fase anterior ao início do processo de degradação, onde a colonização microbiana teria começado, mas não a ponto de causar quebra no material incubado e denominou-a *lag time* ou *lag phase*, o qual poderia ser denominado tempo de colonização. Se o tempo de colonização não for considerado no modelo, a assíntota é superestimada e a taxa de degradação é subestimada (STENSING et al., 1994, citado por MOLINA, et. al. 2002).

A cinética de degradação da forragem estimada, utilizando-se a técnica com sacos de náilon incubados em bovinos fistulados no rúmen (ORSKOV et al., 1980), propicia estimativa rápida e simples da degradação dos nutrientes e a avaliação de vários alimentos ao mesmo tempo, tendo baixo custo e rapidez, quando comparada ao método “in vivo” e possibilitando acompanhar a degradação ao longo do tempo.

A técnica *in situ* permite o contato do alimento avaliado com o ambiente ruminal, sendo a melhor forma de simulação deste meio, embora o alimento não esteja sujeito a todos os eventos digestivos, como a mastigação, a ruminação e a passagem (VAN SOEST, 1994).

Essa técnica requer animais canulados no rúmen, que, apesar de apresentar a determinação do valor nutritivo mais próximo ao encontrado em estudos *in vivo*, apresenta inúmeros problemas relacionados com tamanho de partículas, porosidade das bolsas, tempo de incubação, frequência de alimentação, correção para a contaminação bacteriana, influxo e fluxo de micropartículas (MERTENS, 1993).

Os horários de incubação em termos de intervalos e frequência, requeridos para o estudo da degradação, dependerão do tipo de alimento e da fração a ser avaliada. Segundo Casali et al. (2008), o tempo de incubação é uma das variáveis de maior influência sobre a representatividade dos resíduos indigestíveis em procedimentos de incubação *in situ*.

Quanto o objetivo do estudo for a degradação de forragens, os tempos de incubação seriam de 0, 4, 8, 16, 24, 48, 72 e 96 horas. No entanto, essa variável pode ser alterada conforme o objetivo do estudo (Lusk et al., 1962; citados por Huhtanen & Kukkonen, 1995).

Sampaio (1994) sugeriu, para o estudo da degradação de forrageiras, o intervalo de 6 a 96 horas, e cita que três ou quatro tempos de incubação estimariam a equação de

degradabilidade com a mesma eficiência que sete ou mais tempos. Maior número de tempos de incubação neste intervalo, além de aumentar o trabalho experimental, poderia interferir no processo digestivo devido às constantes retiradas dos sacos do rúmen, o que, certamente, ocasionaria elevação do erro experimental e estresse animal.

A mensuração da degradabilidade no rúmen, sem considerar a taxa de passagem, superestima a extensão da degradação em determinado horário, pois, em condições normais, partículas do alimento estão sujeitas à passagem para o compartimento seguinte antes de serem completamente degradadas (Orskov, 1982).

2.5- Cinética de trânsito de partículas

A cinética de trânsito ou passagem refere-se ao fluxo de resíduos não digeridos do alimento ao longo do trato digestivo e é influenciada pelo nível de consumo, pela forma física da dieta, pelas diferenças na atividade de ruminação entre animais, pelo tipo de indicador usado na determinação da curva de excreção fecal, pela proporção volumoso:concentrado e por fatores climáticos (FAICHNEY, 1993; MERTENS e ELY, 1982, citados por OLIVEIRA, et al., 1999).

A oferta de alimentos que proporcionam maior taxa de passagem influenciará diretamente a degradação desses alimentos pelo menor tempo de exposição aos microorganismos que, a partir deles produzem nutrientes que serão utilizados pelos animais. Por outro lado, maior tempo de retenção dos alimentos no rúmen implicará em maior degradabilidade e fermentação pelo maior tempo de exposição à microbiota ruminal (AFRC, 1993).

A quantificação da massa ou conteúdo ruminal é extremamente importante para os estudos relacionados à digestão e cinética. Diversos métodos podem ser utilizados para quantificar o conteúdo ruminal: determinação direta (abatendo o animal ou esvaziando o órgão) ou indireta, em que são utilizadas substâncias de referência, denominadas marcadores.

Há, na literatura, várias metodologias disponíveis para estimar a taxa de passagem (k) ou o tempo médio de retenção ($1/k$) das partículas pelo trato gastrointestinal (TGI) dos ruminantes. Nos últimos anos, a estimativa da taxa de passagem tem sido realizada por meio da infusão de dose única do indicador diretamente no rúmen de animais canulados, com posterior amostragem das fezes, em intervalos de tempo conhecidos, nas quais são analisadas as concentrações do elemento químico utilizado. A curva de excreção do marcador é, então,

ajustada a um modelo matemático para determinar os coeficientes relacionados à passagem das partículas (OLIVEIRA et al, 1999).

As soluções de terras raras, assim como as de cromo complexado, reagem com substâncias que possuem grupos carboxílicos livres, oxalatos, fosfatos, parede celular microbiana e saliva; portanto, não devem ser administradas diretamente no rúmen, mas previamente complexadas às partículas do alimento (Van Soest *et al.*,1991).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFRC. Agricultural and Food Research Council: Technical committee on responses to nutrients: **Nutritive requirements of ruminant animal protein**.ed.68. p.65-71, 1993.
- ALLEN, M. S., Physical Constraints on Voluntary Intake of Forages by Ruminants. **Journal of Animal Science**. 74:3063-3075. 1996.
- ANDRADE, I. V. O., PIRES, A. J. V., CARVALHO, G. G. P., VELOSO, C. M., BONOMO, P. Perdas, características fermentativas e valor nutritivo da silagem de capimelefante contendo subprodutos agrícolas. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.39, n.12, p.2578-2588, 2010.
- ÁVILA, C. L. S., PINTO, J. C., TAVARES, V. B., SANTOS, I. P. A. Avaliação dos conteúdos de carboidratos solúveis do capim-tanzânia ensilado com aditivos. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.35, n.3, p.648-654, 2006.
- AZEVÊDO, J.A.G., VALADARES FILHO, S.C., PINA, D.S., DETMANN, E., PEREIRA, L.G.R., VALADARES, R.F.D., FERNANDES, H.J., COSTA E SILVA, L.F., BENEDETI, P.B. Diversidade nutricional de subprodutos agrícola e agro-industrial para alimentação de ruminantes. **Arquivos Brasileiros Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.5, p.1246-1255, 2012.
- BERNARDES, T. F., CHIZZOTTI, F. H. M. Technological innovations in silage production and utilization. **Revista brasileira de saúde produção animal**, vol.13, n.3, pp. 629-641. ISSN 1519-9940, 2012.
- CARVALHO JUNIOR, J. N., PIRES, A. J. V., VELOSO, C. M., SILVA, F. F., REIS, R. A., CARVALHO, G. G. P. Digestibilidade aparente da dieta com capim-elefante ensilado com diferentes aditivos. **Arquivos Brasileiros Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.4, p.889-897, 2010.
- CAVALI, J., PEREIRA, O. G., VALADARES FILHO, S. C., PORTO, M. P., FERNANDES, F. E. P., GARCIA, R. Mixed sugarcane and elephant grass silages with or without bacterial inoculant. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.39, n.3, p.462-470, 2010.
- COSTA, K.A.P., ASSIS, R.L., GUIMARÃES, K.C., SEVERIANO, E.C., ASSIS NETO, J.M., CRUNIVEL, W.S., GARCIA, J.F., SANTOS, N.F. Qualidade de silagem de cultivares de *Brachiaria brizantha* ensilado com diferentes níveis de farelo de milho. **Arquivos Brasileiros Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.1, p.188-195, 2011.
- EVANGELISTA, A. R.; ABREU, J. G.; PEREIRA, R. C. Perdas na conservação de forragens. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2., 2004, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, p. 75-112, 2004.
- HUHTANEN, P.; KUKKONEN, U. Comparison of methods, markers, sampling sites and models for estimating digesta passage kinetics in cattle fed at two levels of intake. **Animal Feed Science and Technology**, v.52, p.141-158, 1995.

JAYME, C. G. Consumo e digestibilidade aparente de silagens de *Brachiaria brizantha* cv marandu adicionada de aditivos. **Arquivos Brasileiros Medicina Veterinária e Zootecnia**. vol.63, n.3, pp. 704-711. ISSN 0102-0935, 2011.

McDONALD, I. A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. **Journal Agricultural Science**, v.96, n.1, p.251-252, 1981.

McDONALD, I.M. A revised model for the estimation of protein degradability in rumen. **Journal of Animal Science** v.96, p.251-252, 1981.

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **Biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe, 340p. 1991.

MERTENS, D.R. Rate and extension of digestion. In: FORBES, J.M.; FRANCE, J. (Eds.). **QUALITATIVE ASPECTS OF RUMINANT DIGESTION AND METABOLISM**, 1993, Cambridge. **Anais...** Cambridge-UK: CAB International, p.13-51. 1993.

MERTENS, D.R., ELY, L.O. Relationship of rate and extent of digestion to forage utilization - a dynamic model evaluation. **Journal of Animal Science**,54: 895-905. 1982.

MOLINA, L. R., GONÇALVES, L. C., RODRIGUEZ, N. M., RODRIGUES, J. A. S., FERREIRA, J. J., NETO, A. G. C. Degradabilidade *in Situ* da Matéria Seca e Proteína Bruta das Silagens de Seis Genótipos de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) em Diferentes Estádios de Maturação. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.31, n.1, p.148-156, 2002.

MOLINA, L. R., GONÇALVES, L. C., RODRIGUEZ, N. M., RODRIGUES, J. A. S., FERREIRA, J. J., CASTRO NETO, A. G. Degradabilidade *in Situ* da Matéria Seca e Proteína Bruta das Silagens de Seis Genótipos de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) em Diferentes Estádios de Maturação. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.31, n.1, p.148-156, 2002.

OLIVEIRA, R. L., PEREIRA, J. C., CARVALHO E SILVA, P. R., VIEIRA, R. A. M. Degradabilidade Ruminal da Cama de Frango e do Feno de Capim *Coast-Cross* e Avaliação de Modelos Matemáticos para Estimativa da Taxa de Passagem de Partículas. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.28, n.4, p.839-849, 1999.

OLIVEIRA, R. L., PEREIRA, J. C., CARVALHO E SILVA, P. R., VIEIRA, R. A. M., Degradabilidade Ruminal da Cama de Frango e do Feno de Capim *Coast-Cross* e Avaliação de Modelos Matemáticos para Estimativa da Taxa de Passagem de Partículas. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.28, n.4, p.839-849, 1999.

OLTJEN, J. W., BECKETT, J. L. Role of ruminant livestock in sustainable agricultural systems. **Journal of Animal Science**, 74:1406-1409, 1996.

ORSKOV, E.R. **Protein nutrition in ruminants**. London: Academic Press, 160p.1982.

ORSKOV, E.R.; HOVELL, F.D.B.; MOULD, F. The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. **Tropical Animal Production**, v.5, n.1, p.195-213, 1980.

PARIZ, C. M., ANDREOTTI, M., BERGAMASCHINE, A. F., BUZETTI, S., NÍDIA RAQUEL COSTA, N. R., CAVALLINI, M. C., ULIAN, N. A., LUIGGI, F. G. Yield, chemical composition and chlorophyll relative content of Tanzania and Mombaça grasses

irrigated and fertilized with nitrogen after corn intercropping. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.40, n.4, p.728-738, 2011.

PEDROSO, A. F., FREITAS, A. R., SOUZA, G. B. Efeito de inoculante bacteriano sobre a qualidade da silagem e perda de matéria seca durante a ensilagem de sorgo. **Revista Brasileira Zootecnia**. vol.29, n.1, pp. 48-52. ISSN 1806-9290, 2000.

PEDROSO, A. M., PORTELA SANTOS, F. A., BITTAR, C. M. M., PIRES, A. V., MARTINEZ, J. C. Substituição do milho moído por casca de soja na ração de vacas leiteiras em confinamento. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.36, n.5, p.1651-1657, 2007.

PEREIRA, J. C.; RIBEIRO, M. D.; VIEIRA, R. A. M.; PACHECO, B. M. Avaliação de Modelos Matemáticos para o estudo da cinética de passagem de partículas e de fluidos por bovinos em pastagem recebendo suplementos contendo diferentes níveis de proteína não-degradável no rúmen. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v.34, n.6, p.2475-2485, 2005.

PEREIRA, O. G., OLIVEIRA, M. A., PINTO, J. C., SANTOS, M. E. R., RIBEIRO, K. G., CECON, P. R. Análise de crescimento do capim Coastcross-1 sob adubação nitrogenada em duas idades de rebrotação. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.40, n.10, p.2121-2128, 2011.

QUADROS, D. G., RODRIGUES, L. R. A., FAVORETTO, V., MALHEIROS, E. B., HERLING, V. R., RAMOS, A. K. B. Componentes da Produção de Forragem em Pastagens dos Capins Tanzânia e Mombaça Adubadas com Quatro Doses de NPK. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.31, n.3, p.1333-1342, 2002.

REGO, M. M. T. Bromatological and fermentative characteristics of elephant grass silages with the addition of annato by-product. **Revista Brasileira Zootecnia**. vol.39, n.9, pp. 1905-1910. ISSN 1806-9290. 2010.

REIS, R.A., COAN, R.M. Produção e utilização de silagens de gramíneas. In: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, Goiânia. **Anais...** Goiânia: III Simpósio Goiano sobre Manejo e Nutrição de Bovinos, 2001. p. 91-120, 2001.

RIBEIRO, E.G. et al. Influência da irrigação, nas épocas seca e chuvosa, sobre a produção e a composição química dos capins Napier e Mombaça submetidos lotação intermitente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1432-1442, 2009.

RIBEIRO, J. L., NUSSIO, L. G., MOURÃO, G. B., QUEIROZ, O. C. M., SANTOS, M. C., SCHMIDT, P. Efeitos de absorventes de umidade e de aditivos químicos e microbianos sobre o valor nutritivo, o perfil fermentativo e as perdas em silagens de capim-marandu. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.38, n.2, p.230-239, 2009.

SAMPAIO, I.B.M. Contribuições estatísticas e de técnica experimental para ensaios de degradabilidade de forrageiras quando avaliadas "in situ". In.: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES, REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31. Maringá, 1994. **Anais...** Maringá, SBZ, p. 119-133, 1994.

SANTOS, F. A. P., CARMO, C. A., BITTAR, C. M. M., PIRES, A. V., PEDROSO, A. M., PEREIRA, E. M. R. Milho com diferentes graus de moagem em combinação com polpa

cítrica-peletizada ou casca de soja para vacas leiteiras no terço médio da lactação. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.36, n.4, p.1183-1191, 2007.

STENSIG, T.; WEISBJERG, M.R.; HVELPLUND, T. Estimation of ruminal digestibility of NDF from sacco degradation and rumen fractional outflow rate. **Acta Agriculturae Scandinavica**, Sec. A, Animal Science, v.44, n.2, p.96-106, 1994.

TAVARES, V. B., PINTO, J. C., EVANGELISTA, A. R., FIGUEIREDO, H. C. P., ÁVILA, C. L. S., LIMA, R. F. Efeitos da compactação, da inclusão de aditivo absorvente e do emurchecimento na composição bromatológica de silagens de capim-tanzânia. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.38, n.1, p.40-49, 2009.

VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, 74(10):3583-3597, 1991.

WOOLFORD, M.K. **The silage fermentation**. New York: [s. n.], 305p, 1984.

3-MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Campus Experimental Risoleta Neves, do consórcio UFSJ/EPAMIG, de acordo com o convênio UFSJ/EPAMIG, situada no Campo das Vertentes, região localizada no Centro-Sul do estado de Minas Gerais.

Foram confeccionadas silagens do capim-mombaça, sendo este coletado em piquetes dentro do Setor de Bovinocultura da Fazenda Experimental. O resíduo da pré-limpeza da soja, foi coletado em fazendas do município de Lagoa Dourada - MG, no momento da colheita da soja no campo.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizados, organizados em um esquema fatorial (5 x 2), em que os tratamentos foram representados pelas combinações dos níveis de inclusão do resíduo na silagem (0, 5, 10, 15 e 20% da MN) e a presença ou não de inoculante, em três repetições, totalizando 30 unidades experimentais.

O capim-mombaça foi coletado no campo com roçadeira costal e posteriormente picado em ensiladeira estacionária. O Resíduo da pré-limpeza da soja também passou pelo mesmo procedimento, de forma a homogeneizar os dois alimentos. O material foi ensilado em silos experimentais, confeccionados a partir de baldes com dimensões conhecidas, fechados com tampas dotadas de válvulas tipo *Bunsen*.

Para os diferentes níveis de inclusão, adotou-se a seguinte metodologia: o peso total de matéria natural em cada balde (mini-silo) foi fixado em 10 kg, para que não houvessem diferenças na compactação aplicada sobre as silagens. Então, se pesou o capim-mombaça e o resíduo correspondentes a cada nível de inclusão (0% = 10kg de capim-mombaça; 5% = 9,5kg de capim-mombaça + 0,5kg de Resíduo Primário; 10% = 9kg de capim-mombaça + 1 de Resíduo Primário; 15% = 8,5 kg de capim-mombaça + 1,5kg de Resíduo Primário e 20% = 8 kg de capim-mombaça + 2 kg de Resíduo Primário). Metade das silagens (cinco níveis, com três repetições cada, totalizando quinze amostras) recebeu acréscimo de 20 ml de inoculante por mini-silo (balde). O material foi homogeneizado e posto nos mini-silos, lacrados e acondicionados em local fresco e ventilado.

Os mini-silos foram abertos após a estabilização da silagem, aproximadamente 21 dias, coletando-se amostras, anotando seus pesos e levando a estufa de ventilação forçada 65°C por 72 horas. Após esse período, as amostras foram novamente pesadas (determinação

ASA), moídas em moinho de facas com peneira de 1 mm e acondicionadas em sacos plásticos para posteriores análises químicas.

No momento da abertura dos silos, uma fração de amostra de silagem de cada repetição foi prensada em prensa hidráulica para extração do suco, e, posteriormente, determinado o pH, utilizando-se potenciômetro digital (Digimed).

As análises bromatológicas das silagens foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFVJM, na cidade de Diamantina-MG, seguindo procedimento descrito por Silva & Queiroz (2002), sendo analisados os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA).

Os dados foram submetidos à análise de variância, aplicando-se o teste F, seguido pelo teste de tukey a 5% de probabilidade, para as variáveis que apresentaram efeito significativo.

Estudo da cinética de trânsito e da taxa de degradação

Para o estudo taxa de degradação e cinética de trânsito de partículas, utilizou-se quatro animais Zebu x Holandês, com peso médio de 470 kg, portadores de fístulas ruminais.

Os animais permaneceram estabulados em baias individuais, com piso concretado, com cobertura parcial para abrigo do sol e chuvas. Foram alimentados com cana-de-açúcar corrigida com ureia, mais 1,5 kg de concentrado comercial, sendo o alimento fornecido duas vezes ao dia (7:00 e 15:00 h). A limpeza das baias, coleta e pesagem das sobras foi diária e a limpeza de bebedouros foi realizada periodicamente.

Utilizou-se, como delineamento experimental, um quadrado latino 4x4 (quatro tratamentos, quatro animais e quatro períodos experimentais). Como havia quatro animais, precisou-se retirar do estudo um nível de inclusão (5%). Os quatro níveis de inclusão objeto de estudo (0, 10, 15 e 20%), passaram pelos quatro animais de acordo com o período experimental, que durou sete dias cada.

Para realização do estudo da cinética, primeiro preparou-se as amostras de acordo com o recomendado por Udén et al. (1980).

Após abertura das silagens, retirou-se as amostras para posterior secagem em estufa de ventilação forçada 65°C, por 72 horas. Em seguida, acondicionou-se a amostra em

recipiente adequado para realizar a fervura por uma hora, com detergente neutro, na proporção de 100 ml de detergente para 1L de água em cada 100g de amostra seca. Após este procedimento, a amostra foi colocada em sacos de algodão, sendo lavada em água corrente até o clareamento da água, para remoção dos componentes solúveis. Retirou-se o excesso de água da amostra por compressão contra uma superfície rígida, e, então, novamente retornou-se à estufa 65°C por 72 horas.

Como marcador, utilizamos o cromo na proporção de 5% da fibra a ser marcada e a fonte de cromo utilizada foi o dicromato de potássio ($K_2 Cr_2 O_7 \cdot 2H_2O$). A solução de dicromato de potássio foi utilizada para imergir toda fibra a ser marcada, em recipientes de vidro, que foram cobertos por papel alumínio e levados para estufa 105°C por 24 horas. Concluído esse tempo, novamente acondicionou-se a fibra em sacos de algodão, lavando em água corrente para retirar o excesso de dicromato, até o clareamento da água.

Para finalizar, a fibra foi imersa em solução de ácido ascórbico, na proporção de metade do peso da mesma, permanecendo em repouso por uma hora. Novamente, a amostra foi depositada em sacos de algodão para lavagem em água corrente, até o completo clareamento da água e seco em estufa de ventilação forçada a 65°C por 72 horas.

Com a fibra já preparada, procedeu-se a inoculação de 200 gramas de amostra, dando início ao período de coletas. No momento de administração da fibra *mordantada*, realizou-se a primeira coleta de fezes nos animais, prosseguindo em tempos pré-estabelecidos até 150 horas (0, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 22, 26, 30, 34, 38, 42, 50, 58, 66, 74, 82, 90, 102, 114, 126, 138 e 150 horas), totalizando 28 tempos coletados. As amostras eram coletadas diretamente no reto dos animais, para não haver contaminação. No laboratório anexo, as amostras eram pesadas, e, então, levadas à estufa de ventilação forçada a 65°C por 72 horas. Concluído esse período, foram novamente pesadas e moídas.

Seguindo metodologia descrita por Kimura & Miller (1957), foi realizada a digestão nitroperclórica das amostras e analisadas quanto ao teor de cromo por espectrofotometria de absorção atômica.

O estudo da degradabilidade ruminal das silagens foi realizado concomitantemente ao estudo de cinética de trânsito. Utilizou-se a técnica *in situ*, que consiste em incubar os materiais alvo de estudo por tempos pré-estabelecidos no rúmen dos animais.

Foram utilizados sacos de náilon, nas dimensões 13x7 cm e com diâmetro de poros de 50 µm, depositando 1 g de amostra, aproximadamente, em cada saco. Manteve-se, assim, uma relação de 25mg de MS/cm² de superfície dos sacos, conforme recomendações de Kirkpatrick & Kennelly (1987).

Os tempos de incubação foram de 0, 6, 18, 48 e 96 horas. Em cada tempo, foram incubados todos os tratamentos em cada animal. Os sacos foram atados nos elos de uma corrente, de forma sequencial, que continha em sua extremidade um peso. Este funcionou como uma âncora, fazendo com que os sacos ficassem imersos no conteúdo ruminal, favorecendo uma ação efetiva dos microrganismos ruminais sobre as amostras.

As bolsas foram incubadas no rúmen em ordem cronológica reversa (infundidas as bolsas nos determinados tempos e retiradas todas ao fim da contagem de tempo).

Após serem retirados, os sacos foram lavados em água corrente até o completo clareamento e secos a 65° C, em estufa com ventilação forçada por 72 horas. Concluído este tempo de secagem, foram levados para o dessecador, respeitando-se um tempo de descanso (30 min) e realizada pesagem em balança analítica, determinando, com isso, degradação da matéria seca. Os sacos correspondentes ao tempo zero não foram incubados no rúmen, porém, foram lavados simultaneamente aos demais.

Os sacos foram abertos, suas amostras moídas em moinhos de pequeno porte, pelo pouco tamanho da amostra restante. Foi realizada análise para determinação da fibra em detergente neutro (FDN) no resíduo da degradação.

Os perfis de concentração do marcador nas fezes foram descritos por meio do modelo bicompartimental generalizado sugerido por Matis et al. (1989):

$$C_t = e, 0 \leq t \leq \tau;$$

para $t > \tau$,

$$C_t = C_0 k \left\{ \delta^N \exp[-k(t - \tau)] - \exp[-\lambda(t - \tau)] \sum_{h=1}^N \delta^h [\lambda(t - \tau)]^{N-h} / (N - h)! \right\} + e.$$

Os parâmetros do modelo acima fornecem estimativas que explicam a dinâmica da taxa de passagem ou de trânsito de partículas fibrosas pelo trato gastrointestinal dos ruminantes em geral, em que N = ordem de dependência de tempo; λ = transferência de partículas do *pool* raft para o *pool* de partículas escapáveis dispersas na fase líquida do rúmen; k = escape de partículas elegíveis do rúmen-retículo para o restante do trato gastrointestinal e τ = tempo de trânsito (tempo equivalente à saída do marcador do orifício retículo-omasal até o primeiro aparecimento nas fezes).

O modelo utilizado para estimar os parâmetros da cinética de degradação da fibra está descrito a seguir, e consiste de uma equação simples de primeira ordem (SMITH et al., 1971), com a adição do tempo de latência discreta como descrito por Mertens & Loften (1980). Com a inclusão da latência, o poder de predição do modelo melhora consideravelmente (VIEIRA et al., 2008a).

para $0 \leq t \leq L$, $R_t = B_0 + U_0 + e$;

para $t > L$, $R_t = A_0 e^{-c(t-L)} + U_0 + e$.

Em que: R_t = resíduo de FDN no tempo; A = fração potencialmente digestível da fibra; U = fração indigestível da fibra; L = latência discreta; c = taxa de digestão; t = tempo.

As variáveis testadas no presente estudo foram: fração potencialmente digestível da fibra padronizada (An), fração indigestível da fibra padronizada (Un), latência discreta (L), taxa de digestão (c), tempo médio de retenção no rúmen-retículo (MRT), digestibilidade verdadeira (TD) e repleção ruminal da fibra (RF). As frações A e U foram normalizadas para que pudessem demonstrar uma adequada proporção entre si (WALDO et al., 1972).

A variável L explica o tempo de preparo e colonização do substrato no rúmen até começar, efetivamente, a digestão. A variável c representa a porção da fibra digerida em nível de rúmen por unidade de tempo.

O *turnover* ou tempo médio de retenção no rúmen-retículo (MRT) foi estimado com base em interpretações biológicas, no qual ambas as fases ascendente e descendente do perfil de excreção de marcadores nas fezes exercem influência na retenção de partículas no rúmen-

retículo (VIEIRA et al., 2008b). O *MRT* é expresso em horas e foi estimado de acordo com a equação de Matis et al.(1989).

O coeficiente de digestibilidade verdadeira da fibra (*TD*) é adimensional e foi estimado usando o modelo de Vieira et al. (2008b). Por sua vez, a repleção ruminal (*RF*) expressa em dias, também foi estimada usando o modelo para estimativa de conteúdo ruminal deduzido por Vieira et al. (2008b), porém, descartou-se a multiplicação com o consumo de fibra, como pode-se ver a seguir:

$$RF = A \left\{ v \sum_{i=1}^N [\lambda^{i-1} / (\lambda + c)^i] + \lambda^N / [(\lambda + c)^N (k + c)] \right\} + U[N/\lambda + 1/k].$$

Os parâmetros do modelo ajustado para a cinética de passagem e perfis de degradabilidade foram estimados com o procedimento NLIN do SAS (SAS System Inc., Cary, NC, USA, versão 9.0). Ambos os algoritmos de Newton e Marquardt foram usados. Inicialmente a forma ou algoritmo preferido foi o de Newton, devido ao seu bom desempenho em termos de convergência, porém, sempre que as correlações entre as estimativas dos parâmetros foram altas, optamos pelo algoritmo de Marquardt.

A seleção da melhor versão para a ordem de dependência de tempo (*N*), e, conseqüentemente, do melhor modelo para explicar a taxa de passagem, foi avaliada pelo cômputo do critério de informação Akaike (*AICc_n*) (AKAIKE, 1974; BURNHAM & ANDERSON, 2004). O *AICc_n* foi calculado pela soma dos quadrados do erro (*SSE_n*), número de parâmetros estimados, incluindo a variância residual (Θ_n), e o tamanho da amostra (*n_n*) para todas as diferentes versões de *N*, $\forall h = 1, 2, \dots, 6$. As diferenças entre os valores do *AICc_n* (Δ_n), a probabilidade de verossimilhança (*w_n*), e a razão de evidência (*ER_n*), foram obtidos de acordo com Vieira et al. (2012).

As estimativas dos parâmetros dos perfis de taxa de passagem foram ajustadas de acordo com procedimentos de regressão robusta (BEATON e TUKEY, 1974), para reduzir o efeito de observações discrepantes (*outliers*) e eliminar a subjetividade durante a apreciação desses pontos.

Para verificar os efeitos dos tratamentos (0, 10, 15 e 20% de inclusão do resíduo) nas variáveis analisadas, e estimar os parâmetros das curvas de regressão, quando foi significativo, adotou-se o procedimento PROC MIXED no programa estatístico SAS (versão

9.0). O delineamento inteiramente casualizado foi utilizado para verificar diferenças entre os tratamentos. O modelo estatístico adotado foi o seguinte:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + e_{ij}$$

Onde μ é o efeito da média, e α_i é o efeito dos tratamentos, o efeito aleatório é atribuído ao erro (e_{ij}).

Foram testadas as estruturas de matrizes de variâncias e covariâncias homogêneas e heterogêneas (VIEIRA et al., 2012), e na sequência usou-se o critério de Akaike para selecionar a melhor estrutura entre as duas testadas.

4- RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição nutricional do capim-mombaça e do resíduo primário de soja no momento da ensilagem é demonstrado na tabela 1.

Tabela 1: Composição bromatológica do capim-mombaça e do resíduo da pré-limpeza da soja no momento da ensilagem.

Variáveis	Capim-mombaça	Resíduo da pré-limpeza da Soja
MS(%)*	26,27	73,73
PB(%)*	7,14	19,23
FDN(%)*	73,71	51,37
FDA(%)*	37,77	31,33

*MS(%): Porcentagem de matéria seca; PB(%): Porcentagem de proteína bruta; FDN(%): Porcentagem de fibra em detergente neutro; FDA(%): Porcentagem de fibra em detergente ácido.

Cândido et al.(2005) ao estudarem três períodos de descanso (32, 44 e 54 dias) para o capim-mombaça, encontraram valores de FDN (67,8-69,4%), FDA (32,4-35,1%) e PB (7,9-10,4%) diferentes aos encontrados neste trabalho. Os valores diferiram dos encontrados neste trabalho, isto podendo ter acontecido porque as análises do trabalho citado foram realizadas em amostras coletadas via fístulas ruminais de bovinos em pastejo, demonstrando que os animais tem maior capacidade de seleção sobre a forragem, escolhendo componentes folhosos (menor FDN) em detrimento a colmos (maior FDN).

Quando se realiza a trituração para ensilagem, busca-se homogeneizar os componentes da forragem para diminuir o poder de seleção dos animais no cocho. Ávila et al.(2009) ao

estudarem a ensilagem de capim-mombaça, observaram valores de MS (28,0%), PB (7,8%), FDN(77,9%) semelhantes, mas superiores para FDA (50,0 %), comparado ao presente estudo. O mesmo diz serem estes valores coerentes com os relatados para gramíneas da espécie *Panicum maximum*, com 60 dias de idade.

Corrêa & Pott (2001) (citados por Ávila et al., 2006) relataram que a polpa cítrica, o farelo de trigo e o fubá de milho podem funcionar como estimulantes de fermentação, absorventes e fontes de nutrientes. O resíduo de soja analisado pode ser incluído neste grupo, pois possui MS alta (capacidade absorvente), PB superior ao capim (19,23% contra 7,14%) e fonte de carboidratos solúveis que irão favorecer a fermentação (menor teor de FDN).

Tabela 2 – Valores médios observados nas silagens de capim-mombaça independente do uso de inoculante e inclusão do resíduo da pré-limpeza da soja

Variáveis	N	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de variação	Mínimo	Máximo
PB(%)*	30	9,8	2,28	23,3	6,1	13,5
pH	30	4,3	0,17	3,8	4,0	4,5
MS(%)*	30	34,2	3,27	9,6	26,9	39,5
FDN(%)*	30	68,1	4,68	6,9	56,9	75,6
FDA(%)*	30	40,1	2,92	7,3	34,9	45,4

* PB(%): Porcentagem de proteína bruta; MS(%): Porcentagem de matéria seca; FDN(%): Porcentagem de fibra em detergente neutro; FDA(%): Porcentagem de fibra em detergente ácido.

As variáveis avaliadas neste trabalho foram influenciadas ($P < 0,05$) pela interação dos níveis de soja inclusos na silagem com o uso ou não de inoculante. Apenas a MS das silagens foi influenciada pelo nível de inclusão de resíduo, como pode se observar na Tabela 3.

Tabela 3 - Análise de variância de dados obtidos das silagens de capim-mombaça, com ou sem inoculante, com inclusão de diferentes níveis de resíduo de soja.

Variáveis	Soja	Inoculante	Soja x Inoculante
PB(%)*	*	NS	*
pH	*	NS	*
MS(%)*	*	NS	NS
FDN(%)*	*	NS	*
FDA(%)*	*	NS	*

* PB(%): Porcentagem de proteína bruta; MS(%): Porcentagem de matéria seca; FDN(%): Porcentagem de fibra em detergente neutro; FDA(%): Porcentagem de fibra em detergente ácido; NS: não significativo; *: significativo ao nível de 5% de significância.

Devido à ocorrência de efeito significativo para a interação entre os fatores (inclusão de resíduo da pré-limpeza da soja x inoculante), procedeu-se, então, o desdobramento da interação entre os fatores.

Em relação à variável PB, nos níveis de inclusão 0, 5 e 10%, maior valor foi observado para a silagem com inclusão do inoculante, como se observa na Tabela 4. Entretanto, para os níveis de inclusão 15 e 20%, o maior valor de PB foi verificado para a silagem sem inclusão do inoculante. Apenas a silagem sem inclusão de resíduo e sem inoculante apresentou valor de PB abaixo do necessário para suprimento das perdas endógenas desta fração em ruminantes (7% PB). Isto evidenciou a capacidade do inoculante em evitar perdas deste nutriente durante a ensilagem, já que o capim-mombaça ensilado sem inclusão do resíduo e com inoculante manteve seu percentual de PB igual ao da forragem fresca (7,1% PB). Pode-se afirmar que a dose de inoculante aplicada nas silagens não foi eficiente na manutenção da qualidade bromatológica da mesma, quando maiores porções de nutrientes (resíduo da pré-limpeza da soja) foram incluídos.

Tabela 4 -Teores de proteína bruta (PB) de silagens de capim-mombaça com diferentes níveis de resíduo de soja e com ou sem inclusão de inoculantes.

Níveis Resíduo	PB		EPM
	Sem Inoculante	Com Inoculante	
0%	6,3 ^{bD}	7,1 ^{aD}	0,34
5%	7,8 ^{bC}	8,8 ^{aC}	
10%	9,3 ^{bB}	11,6 ^{aA}	
15%	12,9 ^{aA}	11,2 ^{bAB}	
20%	12,7 ^{aA}	10,4 ^{bB}	

*Médias seguidas de mesma letra minúsculas na linha, e maiúscula da coluna, não diferi entre si, pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

Os níveis de inclusão do resíduo fizeram variar a PB, sendo crescente, acompanhando o nível de inclusão. Isto era esperado, já que o resíduo possuía valor de proteína bruta bem superior ao capim-mombaça no momento da ensilagem, levando ao enriquecimento do material ensilado, quanto maior fosse sua inclusão. Segundo Tavares et al.(2009), uma das características dos resíduos inclusos nas silagens e também ser fonte de nutrientes. Costa et al. (2011) diz ser o alto conteúdo de MS do resíduo responsável, também por evitar ação de bactérias do gênero *Clostridium*, preservando a fração proteica da forragem.

O pH variou em função da utilização ou não do inoculante, sendo que foi menor nos níveis de 0, 10 e 20% de inclusão do resíduo sem utilização do inoculante e com a utilização

do inoculante, nos níveis 5 e 15% (Tabela 5). Bolsen et al. (1995) relataram que o aumento da quantidade inicial de bactérias via inoculante na forragem o fator a favorecer a fermentação e resultar em silagens de melhor qualidade, promovendo queda mais rápida do pH, valor final do pH mais baixo. Mesmo havendo diferença entre a utilização ou não de inoculante, os valores de pH encontrados nas silagens, estão dentro do ideal para uma boa conservação da mesma.

Tabela 5 - Valor de pH de silagens de capim-mombaça com diferentes níveis de resíduo de soja e com ou sem inclusão de inoculantes

Resíduo da pré-limpeza da soja	pH		EPM
	Sem Inoculante	Com Inoculante	
0%	4 ^{bD}	4,1 ^{aD}	0,026
5%	4,5 ^{aA}	4,26 ^{bC}	
10%	4,3 ^{bC}	4,4 ^{aB}	
15%	4,4 ^{aB}	4,33 ^{bBC}	
20%	4,46 ^{bAB}	4,5 ^{aA}	

*Médias seguidas de mesma letra minúsculas na linha, e maiúscula da coluna, não diferi entre si, pelo teste de tukey a 5% de probabilidade; EPM: Erro padrão da média.

Independente do uso do inoculante, os valores de pH aumentaram com os níveis de inclusão do resíduo da pré-limpeza da soja, sendo observado os menores valores nas silagens onde não houve inclusão do resíduo. Bernardes et al.(2005) estudaram a inclusão de polpa cítrica (0, 5 e 10%) na silagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e evidenciaram o decréscimo dos valores de pH com a inclusão do aditivo (polpa). Neste trabalho, esta observação não foi encontrada. Considerando apenas o pH como um fator limitante para o crescimento microbiano, supomos que as silagens testadas tiveram uma boa fermentação, com pH adequado para evitar o crescimento de microrganismos indesejáveis, principalmente aqueles do gênero *Clostridium* (BERNARDES et al., 2005).

O valor de FDN das silagens foi maior quando houve inclusão de inoculante, exceto pelo nível 10% de inclusão do resíduo. Ribeiro et al. (2009) observaram resultados semelhantes, quando inoculantes foram utilizados em silagens de *B. brizantha* cv. Marandu. Isso evidência a ação de conservação da matéria ensilada pelo inoculante, evitando que haja perdas.

Tabela 6 - Teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) de silagens de capim-mombaça com diferentes níveis de resíduo de soja e com ou sem inclusão de inoculantes

Resíduo da pré-limpeza da soja	FDN		EPM
	Sem Inoculante	Com Inoculante	
0%	74,9 ^{bA}	75,19 ^{aA}	1,10
5%	69,62 ^{bB}	71,13 ^{aB}	
10%	68,33 ^{aB}	62,62 ^{bD}	
15%	63,83 ^{bC}	65,67 ^{aCD}	
20%	63,45 ^{bC}	66,30 ^{aC}	

*Médias seguidas de mesma letra minúsculas na linha, e maiúscula da coluna, não diferi entre si, pelo teste de tukey a 5% de probabilidade; EPM: Erro padrão da média.

Os níveis de FDN e FDA das silagens reduziram à medida que houve maior inclusão (Tabelas 6 e 7). Este efeito pode ser explicado pelos valores de FDN e FDA do resíduo no momento da ensilagem (51,4 e 31,3%, respectivamente), o que ocasionou diluição da fibra na matéria seca total.

Costa et al. (2011) obtiveram decréscimo de 14% de FDN quando incluiu 15% de farelo de milho na silagem de *B. brizantha* e FDA decresceu linearmente com a inclusão do farelo. Van Soest (1994), relatou que os valores de FDN são negativamente correlacionados com o consumo e valores de FDA são negativamente relacionados à digestibilidade, portanto, a inclusão do resíduo de soja favoreceria o maior consumo e digestibilidade da silagem.

Tabela 7: Teores de fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) de silagens de capim-mombaça com diferentes níveis de resíduo de soja e com ou sem inclusão de inoculantes.

Resíduo da pré-limpeza da soja	FDA		EPM
	Sem Inoculante	Com Inoculante	
0%	42,93 ^{bA}	45,40 ^{aA}	1,0215
5%	39,60 ^{bAB}	40,80 ^{aB}	
10%	40,17 ^{aAB}	38,20 ^{bB}	
15%	38,83 ^{aABC}	38,63 ^{bB}	
20%	35,97 ^{bC}	40,60 ^{aB}	

*Médias seguidas de mesma letra minúsculas na linha, e maiúscula da coluna, não diferi entre si, pelo teste de tukey a 5% de probabilidade; EPM: Erro padrão da média.

Em relação à MS das silagens, houve efeito do nível de inclusão do resíduo sobre a característica, sendo os níveis 10, 15 e 20% superiores aos demais. Estes resultados corresponderam à expectativa, pois o resíduo possuía, no momento da ensilagem, quase 74% de MS, havendo acréscimo na silagem produzida, quanto mais se acresceu resíduo. Monteiro et al. (2011) trabalharam com diferentes aditivos (farelo de arroz, casca de soja, fubá de milho e cana-de-açúcar), em silagem de capim-elefante e observaram acréscimo de MS em todos os tratamentos. Costa et al.(2011) ao estudarem silagem de diferentes cultivares de *Brachiaria*

brizantha, com inclusão de farelo de milho (0, 5, 10 e 15%), obtiveram aumento linear da MS das silagens para todas as cultivares com níveis crescentes de farelo de milho.

Andrade et al. (2010) trabalharam com três aditivos (farelo de mandioca, casca de café ou farelo de cacau), em quatro níveis de inclusão (0, 10, 20 e 30% da matéria natural) na silagem de capim-elefante e relataram interação entre os aditivos e os níveis de inclusão sobre o teor de MS, com comprovado efeito linear crescente de todos os aditivos no aumento dos teores de MS.

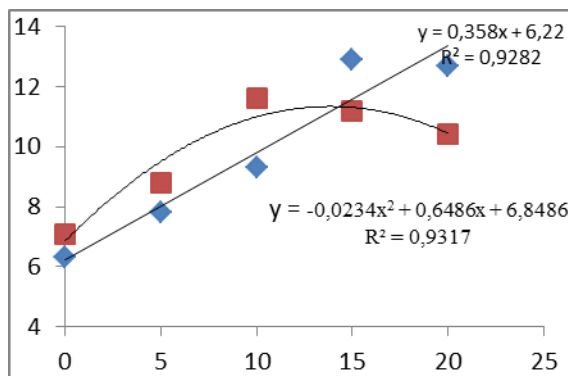


Figura 1a: PB

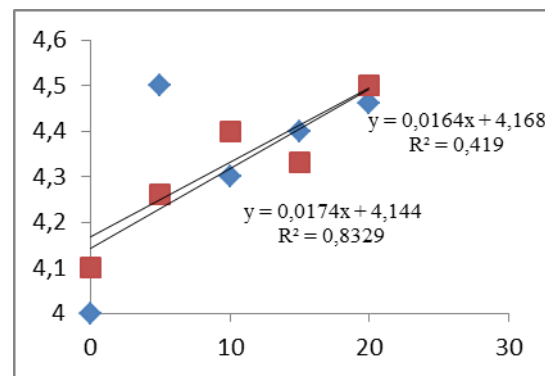


Figura 1b: pH

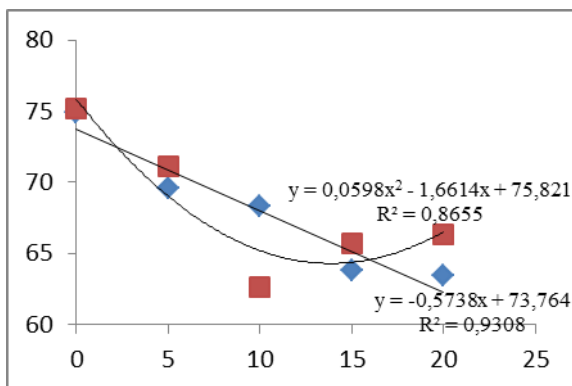


Figura 1c: FDN

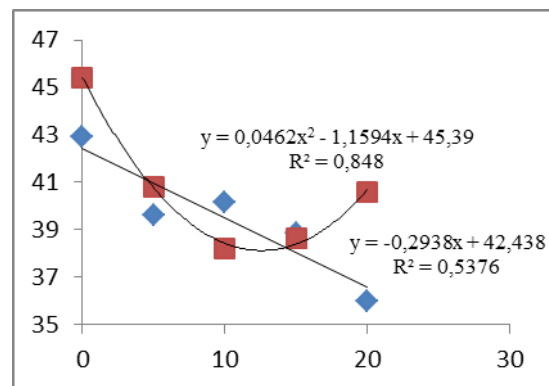


Figura 1d: FDA

Figura 5: Curvas de regressão das variáveis PB (Figura 1a), pH (Figura 1b), FDN (Figura 1c) e FDA (Figura 1d), com () e inoculante ().

No estudo da cinética de passagem de partículas e degradabilidade, a melhor estrutura de variâncias e covariâncias escolhida por meio do critério de Akaike (AKAIKE, 1974) foi a homogênea, e os valores obtidos para estas escolhas estão apresentados na tabela 8, bem como os seus valores para Δ , w_h e ER_h . O cômputo do critério Akaike nos permite comparar diferentes hipóteses, e por meio dos resultados obtidos selecionar a que melhor prediz a realidade de acordo com o grupo de dados em questão.

Tabela 8: Valores do critério de Akaike para as diferentes estruturas de variância e covariância nos diferentes parâmetros.

Parâmetros	Estruturas VC	AIC _{Ch}	Δ_h	w _h	ER _h
Na*	Homogênea	-2,6	0	0,984	1
	Heterogênea	5,6	8,2	0,016	60,3
Um*	Homogênea	-2,6	0	0,984	1
	Heterogênea	5,6	8,2	0,016	60,3
C*	Homogênea	-57,3	0	0,825	1
	Heterogênea	-54,2	3,1	0,175	4,7
L*	Homogênea	91,4	0	0,995	1
	Heterogênea	102	10,6	0,005	200,3
RF*	Homogênea	11,3	0	0,992	1
	Heterogênea	21	9,7	0,008	127,7
TD*	Homogênea	-27,5	0	0,891	1
	Heterogênea	-23,3	4,2	0,109	8,2
MRT*	Homogênea	88,7	0	0,981	1
	Heterogênea	96,6	7,9	0,019	51,9

*An: Fração potencialmente digerível; Un: Fração indigerível; C: Taxa de digestão; L: Latência; RF: Rumen fill; TD: digestibilidade verdadeira; MRT: Tempo médio de retenção.

De todos os parâmetros analisados, somente TD e MRT apresentaram efeito para os tratamentos, com os valores de $P = 0,0524$ e $P = 0,0513$ respectivamente. Nos demais parâmetros (An, Un, c, L, RF), não foram observados efeitos para os tratamentos aplicados, e suas médias estão demonstradas na tabela 9, com seus respectivos intervalos de confiança.

Tabela 9: Níveis de inclusão de resíduo de soja e seus respectivos intervalos de confiança para os diferentes parâmetros.

Parâmetros	Níveis de inclusão (intervalo de confiança 95%)			
	0	10	15	20
An*	0,4169 (0,2470;0,5868)	0,4943 (0,3243;0,6642)	0,5999 (0,4299;0,7698)	0,3682 (0,1983;0,5381)
Un*	0,5831 (0,4132;0,7530)	0,5057 (0,3358;0,6757)	0,4001 (0,2302;0,5701)	0,6318 (0,4619;0,8017)
C*	0,0225 (0,0051;0,0398)	0,0395 (0,0221;0,0569)	0,0122 (-0,0052;0,0296)	0,0305 (0,0131;0,0479)
L*	17,1394(8,5909;25,6878)	11,1861(2,6377;19,7346)	8,4896 (-0,0588;17,0380)	10,6310(2,0826;19,1795)
RF*	1,6733 (1,3697;1,9769)	1,9375 (1,6339;2,2411)	1,9424 (1,6389;2,2460)	2,0196 (1,7160;2,3231)

*An: Fração potencialmente digerível; Un: Fração indigerível; C: Taxa de digestão; L: Latência; RF: Rumen fill.

O parâmetro TD foi significativo para o efeito quadrático, obtendo um valor para P = 0,0374. O ajuste do modelo e a equação estão demonstrados na figura 5.

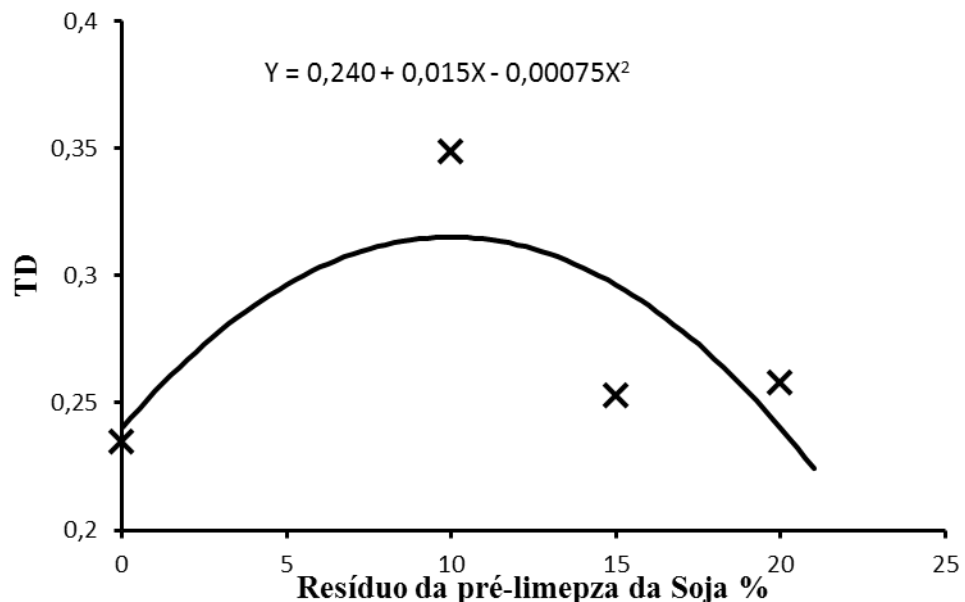


Figura 5: Curva de regressão quadrática ajustada para a digestibilidade verdadeira (TD) em relação aos tratamentos aplicados e sua equação estimada.

Estes resultados demonstram que a digestibilidade da fibra da silagem aumentou quando se acrescentou 10% de resíduo de soja e a partir deste nível a digestibilidade decresceu. A ocorrência deste fenômeno pode estar relacionada à caracterização dos microrganismos ruminais que podem variar de acordo com o tipo de alimentação (SILVA E LEÃO, 1979; VAN SOEST, 1994). Com o aumento acentuado da fonte de alimento rapidamente fermentável, o padrão dos microrganismos ruminais foi modificado, e níveis acima de 10% de inclusão do resíduo de soja na silagem podem ter afetado a quantidade de

bactérias degradadoras de fibra, e este fato pode ter culminado na diminuição da TD das silagens com níveis de adição do resíduo de soja maiores que 10%.

Para o parâmetro MRT obteve-se efeito de regressão linear, com valor de $P = 0,0499$. A figura 6 apresenta a equação e o perfil ajustado para os dados obtidos.

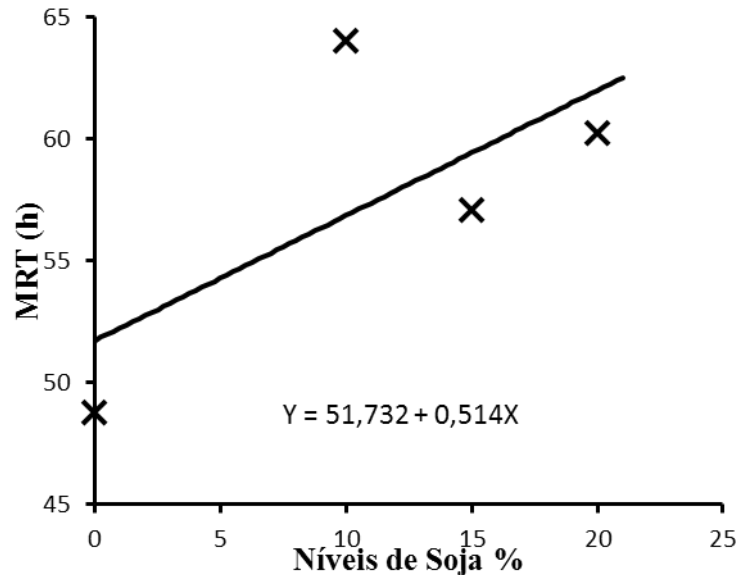


Figura 6: Curva de regressão linear para o ajuste do tempo médio de retenção (MRT) em relação aos tratamentos aplicados e sua equação estimada

Isto significa que o tempo médio de retenção das partículas fibrosas no rúmen aumenta com a adição do resíduo de soja na silagem. Nos animais alimentados com forragens, o fluxo de saliva e a ruminação são estimulados, e a taxa de diluição dos fluídos é alta (RUSSELL, 2002). Este fato denota que o escape ruminal é facilitado pela salivação e diluição proporcionada por alimentos forrageiros, e quando ocorre substituição proporcional de alimentos volumosos por fontes de concentrados, que são mais rapidamente degradados no rúmen, a salivação e taxa de diluição do líquido ruminal diminuem por volta de 15% (RUSSELL, 2002), o que pode ocasionar aumento do tempo de permanência deste material no interior do órgão, e, conseqüentemente, aumento do MRT.

CONCLUSÃO

Podemos evidenciar que a utilização do resíduo de soja teve efeito positivo no aumento da MS da silagem e nas características bromatológicas. A utilização apenas do inoculante, sem o resíduo, não surtirá efeito positivo sobre a silagem de capim-mombaça.

Não é recomendada a adição do resíduo de soja em níveis acima de 10%, pois a partir desta quantidade, os padrões de digestão e passagem da fibra no rúmen-retículo são prejudicados, e podem ocorrer alterações no ambiente ruminal que irão afetar o aproveitamento da silagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKAIKE, H. A New Look at the Statistical Model Identification. **IEEE Transactions on Automatic Control** **19**, 716-723, 1974.
- ANDRADE, I. V. O. Perdas, características fermentativas e valor nutritivo da silagem de capim-elefante contendo subprodutos agrícolas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. vol.39, n.12, pp. 2578-2588. ISSN 1806-9290, 2010.
- ÁVILA, C. L. S., PINTO, J. C., TAVARES, V. B., SANTOS, I. P. A. Avaliação dos conteúdos de carboidratos solúveis do capim-tanzânia ensilado com aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.3, p.648-654, 2006.
- BEATON, A. E.; TUKEY, J. W. The fitting of power series, meaning polynomials, illustrated on bandspectroscopic data. **Technometrics**.v. 16(2), p. 147-185, 1974.
- BERNARDES, T. F., REIS, R. A., MOREIRA, A. L. Fermentative and microbiological profile of marandu-grass ensiled with citrus pulp pellets. **Scientia Agrícola** (Piracicaba, Braz.), v.62, n.3, p.214-220, May/June 2005.
- BURNHAM, K. P.; ANDERSON, D. R. Multimodel Inference: Understanding AIC and BIC in Model Selection. **Sociological Methods & Research** **33**, 261-304, 2004.
- COSTA, K.A.P. Silage quality of *Brachiaria brizantha* cultivars ensiled with different levels of millet meal. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**. vol.63, n.1, pp. 188-195.ISSN0102-0935,2011.
- KIMURA, F.T.; MILLER, V.L. Improved determination of chromic oxide in cal feed and feces. **Journal Agriculture Foodstuffs Chemistry**. v.5, n.2, p.216, 1957.
- KIRKPATRICK, B.K., KENNELLY, J.J. *In situ* degradability of protein and dry matter from single protein sources and from a total diet. **Journal of Animal Science**. v. 65, p. 567-576, 1987.
- MATIS, J.H., WEHRLY, T.E., ELLIS, W.C. Some generalized stochastic compartment models for digesta flow. **Biometrics** **45**, 703-720, 1989.
- MERTENS, D. R. AND J. R. LOFTEN. "The Effect of Starch on Forage Fiber Digestion Kinetics In Vitro. **Journal Dairy Science**, **63**: 1437-1446, 1980.
- MONTEIRO, I. J. G. Silagem de capim-elefante aditivada com produtos alternativos. **Acta Scientiarum Animal Sciences**. vol.33, n.4, pp. 347-352. ISSN 1807-8672,2011.
- RIBEIRO, E.G. et al. Influência da irrigação, nas épocas seca e chuvosa, sobre a produção e a composição química dos capins Napier e Mombaça submetidos lotação intermitente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1432-1442, 2009.
- SILVA, D. J., QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos (Métodos químicos e biológicos)**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV – Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235 p.
- SMITH, L. W., H. K. GOERING, D. R. WALDO, AND D.H. GORDON. In vitro digestion rate of foragecell wail components. **Journal of Dairy Science**. **54**:71, 1971

TAVARES, V. B., PINTO, J. C., EVANGELISTA, A. R., FIGUEIREDO, H. C. P., ÁVILA, C. L. S., LIMA, R. F. Efeitos da compactação, da inclusão de aditivo absorvente e do emurchecimento na composição bromatológica de silagens de capim-tanzânia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.40-49, 2009.

UDÉN, P.; COLUCCI, P.E.; Van SOEST, P. J. Investigation of chromium, cerium and cobalt as markers in digesta. Rate of passage studies. **Journal Science Food Agricultural**, v.31, n.7, p.625-632, 1980.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. Ithaca: Cornell, 1994. 476p.

VIEIRA, R. A. M.; TEDESCHI, L. O.; CANNAS, A. A generalized compartmental model to estimate the fibre mass in the ruminoreticulum: 1. Estimating parameters of digestion. **Journal Theoretical Biology**., v. 255, p. 345-356, 2008.

WALDO, D.R.; SMITH, L.W.; COX, E.L. Model of cellulose disappearance from the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.55, n.1, p.125-129, 1972.