

DANIELE DE JESUS FERREIRA

**RESÍDUO DESIDRATADO DA AGROINDÚSTRIA DE CERVEJARIA NA
PRODUÇÃO DE SILAGEM DE CAPIM-MARANDU**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2013

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

F383r
2013

Ferreira, Daniele de Jesus, 1978-
Resíduo desidratado da agroindústria de cervejaria na
produção de silagem de capim-marandu / Daniele de Jesus
Ferreira. – Viçosa, MG, 2013.
xvii, 126f. : il. (algumas color.) ; 29cm.

Orientador: Rogério de Paula Lana
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Capim-marandu - Silagem. 2. Silagem - Conservação.
3. Silagem - Aditivos. 4. Fermentação. 5. Resíduos industriais.
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de
Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.
II. Título.

CDD 22. ed. 633.2

DANIELE DE JESUS FERREIRA

**RESÍDUO DA AGROINDÚSTRIA DE CERVEJARIA NA PRODUÇÃO DE SILAGEM
PARA ALIMENTAÇÃO ANIMAL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 22 de Fevereiro de 2013

Prof. Anderson de Moura Zanine
(Co-orientador)

Prof^(a). Cristina Mattos Veloso

Prof. João Carlos .C. Almeida

Dra. Márcia Cristina.T.da Silveira

Prof. Rogério de Paula Lana
(Orientador)

O Senhor é o meu pastor, nada me faltará.

Deitar-me faz em verdes pastos, guia-me mansamente a águas tranqüilas.

Refrigera a minha alma; guia-me pelas veredas da justiça, por amor do seu nome.

Ainda que eu andasse pelo vale da sombra da morte, não temerei mal algum, porque tu estás comigo; a tua vara e o teu cajado me consolam.

Preparas uma mesa perante mim na presença dos meus inimigos, unges a minha cabeça com óleo, o meu cálice transborda.

Certamente que a bondade e a misericórdia me seguirão todos os dias da minha vida; e habitarei na casa do Senhor por longos dias.

Salmos 23: 2-6

Quando me amei de verdade!!!!

Quando me amei de verdade, compreendi que em qualquer circunstância, eu estava no lugar certo, na hora certa, no momento exato.

E então, pude relaxar.

Hoje sei que isso tem nome... Auto-estima.

Quando me amei de verdade, pude perceber que minha angústia, meu sofrimento emocional, não passa de um sinal de que estou indo contra minhas verdades.

Hoje sei que isso é... Autenticidade.

Quando me amei de verdade, parei de desejar que a minha vida fosse diferente e comecei a ver que tudo o que acontece contribui para o meu crescimento.

Hoje chamo isso de... Amadurecimento.

Quando me amei de verdade, comecei a perceber como é ofensivo tentar forçar alguma situação ou alguém apenas para realizar aquilo que desejo, mesmo sabendo que não é o momento ou a pessoa não está preparada, inclusive eu mesmo.

Hoje sei que o nome disso é... Respeito.

Quando me amei de verdade comecei a me livrar de tudo que não fosse saudável... Pessoas, tarefas, tudo e qualquer coisa que me pusesse para baixo. De início minha razão chamou essa atitude de egoísmo.

Hoje sei que se chama... Amor-próprio.

Quando me amei de verdade, deixei de temer o meu tempo livre e desisti de fazer grandes planos, abandonei os projetos megalômanos de futuro.

Hoje faço o que acho certo, o que gosto, quando quero e no meu próprio ritmo.

Hoje sei que isso é... Simplicidade.

Quando me amei de verdade, desisti de querer sempre ter razão e, com isso, errei muitas menos vezes.

Hoje descobri a... Humildade.

Quando me amei de verdade, desisti de ficar revivendo o passado e de preocupar com o futuro. Agora, me mantenho no presente, que é onde a vida acontece.

Hoje vivo um dia de cada vez. Isso é... Plenitude.

Quando me amei de verdade, percebi que minha mente pode me atormentar e me decepcionar. Mas quando a coloco a serviço do meu coração, ela se torna uma grande e valiosa aliada.

Tudo isso é... Saber viver!!!

Charles Chaplin

DEDICATÓRIA

Ao meu avô, Germano Ferreira, *in memoriam*, pela valorosa criação e todo seu amor, educação transmitida, ensinando-me a lutar por meus objetivos, independente das dificuldades da vida, sem jamais desistir. Sinto muitas saudades suas!

À minha amada avó, pela valorosa criação e por seu amor incondicional, estando sempre ao meu lado, apoiando-me e fazendo dos meus esforços os seus, acreditando na minha capacidade acima de tudo.

À minha querida mãe, Célia, por todo seu amor e apoio. Sem você, nada disso seria possível.

Ao meu tio Gilson, pelo seu incentivo e apoio, sempre acreditando sem jamais duvidar.

Ao meu esposo Anderson, por todo seu amor, paciência, incentivo, sempre me apoiando nos momentos de felicidades e tristeza, e transmitindo seus ensinamentos para a concretização deste trabalho. Agradeço pela imensa contribuição e companhia durante toda essa fase, acreditando que tudo seria possível, fazendo das minhas lutas suas lutas, minhas vitórias suas vitórias. Te amo muito e sou eternamente grata!

À toda minha família, por todo amor, carinho e apoio.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre comigo, me protegendo e dando-me força para enfrentar as dificuldades da vida, sem jamais pensar em desistir.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), em especial ao Departamento de Zootecnia (DZO), pela oportunidade concedida para realização deste Curso.

À CAPES e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo e pelo financiamento parcial desta pesquisa.

Ao Professor Rogério de Paula Lana, pela amizade, pela orientação inestimável, pela atenção e disposição, pela acessibilidade em todos os momentos, pelo apoio e pelo grande exemplo de conduta profissional.

À FAPEMAT, pelos recursos destinados através dos projetos aprovados, para realização desta pesquisa.

À Universidade Federal de Mato Grosso – *Campus Rondonópolis* pela permissão do desenvolvimento deste trabalho.

Ao professor Alexander de Lima de Souza (UFMT), por suas valorosas contribuições para com este trabalho e também um grande amigo.

Ao Professor Guilherme Ribeiro Alves (UFMT), por todo apoio e amizade.

Às amigas de república, Jô (Joashy.A.Oliveira), Camila Zimmer, SuSu (Suellen Viana) e Sharrine Omari, pela ótima convivência e por tornarem meus dias mais alegres. Vocês são demais amigas. Estarão sempre guardadas no meu coração.

Aos alunos de Iniciação Científica (UFMT – Rondonópolis), Mestrado e Doutorado: Wanderson José Castro, Fagton Matos Negrão, Gabriel Carmo da Silva, Renan Marvila da Silva Santos, Emerson Alencar Bonelli e Daniela Prado.

Às queridas amigas de curso, Ana Paula Gomide, Andreza Luzia dos Santos e Larissa Câmara pela grande amizade.

Aos Professores João Carlos. C. Almeida, Cristina. M. Veloso e Márcia Cristina. T. da Silveira pela participação na banca, valorosas sugestões, apoio e por estarem fazendo parte de mais um momento de conquista em minha jornada.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho. Obrigada!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	9
Capítulo 1 - Perfil fermentativo, perdas por gases e efluentes e composição química de silagens de capim-marandu aditivado com resíduo de cervejaria desidratado naturalmente.....	12
Resumo.....	12
Abstract.....	14
1. Introdução.....	16
2. Material e Métodos	18
2.1. Localização e características edafoclimáticas da área experimental.....	18
2.2. Condução do experimento.....	18
2.3. Perfil fermentativo.....	22
2.4. Composição química e digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca	23
2.5. Perdas por gases e efluentes.....	24
2.6. Recuperação da matéria seca e da proteína bruta.....	25
2.7. Análise dos dados.....	26
3. Resultados e Discussão.....	26
3.1. Desidratação do resíduo úmido de cervejaria.....	26
3.2. Perfil fermentativo das silagens.....	28
3.3. Perdas e recuperação de nutrientes das silagens.....	31
3.4. Composição química e digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca	34
4. Conclusões.....	41
5. Referências bibliográficas.....	42
Capítulo 2 - Fracionamento de carboidratos e proteína e parâmetros cinéticos da degradação ruminal da silagem de capim-marandu aditivada com resíduo de cervejaria desidratado.....	46
Resumo.....	46

Abstract.....	48
1. Introdução.....	50
2. Material e métodos.....	50
2.1. Localização e características edafoclimáticas da área experimental	52
2.2. Condução do experimento.....	52
2.3. Fracionamento de Carboidratos.....	54
2.4. Fracionamento de proteínas.....	54
2.5. Estimativa da degradabilidade ruminal <i>in situ</i>	55
2.6. Análise dos dados.....	56
3. Resultados e discussão.....	56
4. Conclusões.....	72
5.Referências bibliográficas.....	73

Capítulo 3 – Ingestão e digestibilidade em ovinos alimentados com silagens de capim-marandu aditivado com cevada desidratada naturalmente.....

Resumo.....	77
Abstract.....	78
1. Introdução.....	79
2. Material e métodos.....	80
2.1. Manejo dos animais e período de avaliação.....	80
2.2. Composição química.....	83
2.3. Índice de valor forrageiro.....	83
2.4. Análise dos dados.....	84
3.0. Resultado e discussão.....	84
4. Conclusão.....	95
5. Referências bibliográficas.....	96

Capítulo 4 – Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com silagem de capim-marandu aditivado com resíduo de cervejaria desidratado.....	99
Resumo.....	99
Abstract.....	101
1. Introdução.....	103
2. Material e métodos.....	109
2.1. Análise do comportamento ingestivo.....	105
2.2. Composição química.....	106
2.3. Análise dos dados.....	106
3.0. Resultado e discussão.....	106
4. Conclusão.....	122
5. Referências bibliográficas.....	123
CONCLUSÕES GERAIS.....	126

RESUMO

FERREIRA, Daniele de Jesus, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2013. **Resíduo desidratado da agroindústria de cervejaria na produção de silagem de capim-marandu.** Orientador: Rogério de Paula Lana. Co-Orientador: Anderson de Moura Zanine.

O presente trabalho foi desenvolvido mediante a condução de quatro experimentos, os quais geraram informações que serão apresentadas na forma de quatro capítulos. O resíduo úmido de cervejaria utilizado nos experimentos foi desidratado naturalmente por um período de 36 horas. O delineamento experimental para os quatro experimentos foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e cinco repetições, sendo os tratamentos representados pelos níveis de inclusão de 0, 10, 20, 30 e 40% da matéria natural de resíduo de cervejaria desidratado à ensilagem de capim-marandu. **No primeiro capítulo**, avaliou-se o perfil fermentativo, perdas, recuperação de nutrientes e a composição bromatológica em silagens de capim-marandu aditivado com resíduo de cervejaria desidratado naturalmente. Foram utilizados silos experimentais, com capacidade de 10 litros, dotados de válvula de bunsen, para escape dos gases. No fundo do silo, foram colocados 2 kg de areia para captura dos efluentes, separados da forragem por um tecido de algodão. A compactação do material foi realizada manualmente, colocando-se, aproximadamente, 5 kg de forragem fresca picada por silo. A abertura dos silos ocorreu aos 45 dias após a ensilagem. Os valores de pH e poder tampão das silagens decresceram de forma quadrática ($P < 0,05$) em função dos níveis de resíduo de cervejaria desidratado. Efeito positivo foi observado, também, no comportamento linear decrescente da equação de regressão para o valor de N-amoniaco. Foi observado comportamento quadrático positivo ($P < 0,05$) do teor de ácido láctico com os níveis de resíduo de cervejaria desidratado incluídos na ensilagem do capim, estimando-se valores de 2,236, 3,136 e 3,276%, para os níveis 0%, 30% e 40% de inclusão, respectivamente, e menores valores para ácidos acético, butírico e propiônico que reduziram de forma quadrática. As perdas por gases e por efluentes reduziram de forma linear ($P < 0,05$), conforme o nível de resíduo de cervejaria desidratado foi acrescido. A incorporação de resíduo de cervejaria desidratado à ensilagem resultou em maior teor de proteína bruta ($P < 0,05$) e maior recuperação de matéria seca e de proteína bruta, além das menores perdas por gases e efluentes ($P < 0,05$). Para os parâmetros químicos,

como matéria orgânica, material mineral e carboidratos solúveis, não houve efeito dos níveis de resíduo de cervejaria na ensilagem de capim-marandu ($P>0,05$). O teor de extrato etéreo apresentou comportamento quadrático, de modo que o valor máximo foi estimado em 5,46% de extrato etéreo para o nível de 29,07% de resíduo de cervejaria desidratado. O teor de NDT aumentou linearmente ($P<0,05$) com a inclusão do resíduo de cervejaria na ensilagem de capim-marandu. Houve efeito linear decrescente dos níveis de resíduo de cervejaria para os teores de fibra em detergente neutro e para a hemicelulose na silagem de capim-marandu ($P<0,05$). Não houve efeito dos níveis de resíduo de cervejaria para o teor de fibra em detergente ácido na silagem de capim-marandu ($P>0,05$). A digestibilidade *in vitro* da matéria seca das silagens de capim-marandu elevou-se com a adição do resíduo de cervejaria desidratado ($P<0,05$). Conclui-se que a inclusão de 20% de resíduo de cervejaria desidratado já assegura uma boa fermentação de silagens de capim-marandu, proporcionando redução das perdas por gases e efluentes, aumento da recuperação de matéria seca e melhorias na composição química. **No segundo capítulo**, avaliou-se o fracionamento de carboidratos e proteína, e parâmetros cinéticos da degradação ruminal da silagem de capim-marandu aditivada com resíduo de cervejaria desidratado. Para os teores de carboidratos fibrosos, não foi observada significância estatística ($P>0,05$), sendo registrado valor médio de 70%. A adição de níveis crescentes de resíduo de cervejaria ao capim-marandu promoveu acréscimo linear dos teores de carboidratos não fibrosos, representados pela fração A+B1, com valores estimados pela equação de 10,96, 17,72, 18,47, 22,23 e 25,98%, respectivamente, em função dos níveis de 0 a 40% de inclusão. O teor da fração B2 diminuiu com a adição de resíduo de cervejaria, por meio de comportamento linear decrescente ($P<0,05$), com redução de 0,06 unidade percentual a cada 1% de inclusão de resíduo. A análise estatística da fração C de carboidratos das silagens também apresentou comportamento linear decrescente ($P<0,05$), à medida que se incluía resíduo de cervejaria na ensilagem de capim, sendo estimado em 0,31 unidade percentual a cada 1% de resíduo adicionado ao capim-marandu. Foi observada diferença por meio de equação linear decrescente ($P<0,05$) para os compostos nitrogenados insolúveis em detergente neutro (NIDN), sendo estimado em 0,25 unidade percentual a cada 1% de resíduo de cervejaria desidratado adicionado na ensilagem de capim-marandu. Os teores de nitrogênio elevaram-se linearmente quando se adicionou o resíduo de cervejaria na ensilagem do capim-

marandu ($P < 0,05$). A fração A, obtida para as silagens de capim-marandu, apresentaram comportamento linear crescente ($P < 0,05$) em função da inclusão do resíduo de cervejaria desidratado. A inclusão de resíduo de cervejaria desidratado na ensilagem de capim-marandu provocou comportamento linear decrescente ($P < 0,05$) na fração B1+B2, com redução média de 0,37 unidade percentual a cada 1% de aumento do nível do subproduto. A fração B3 apresentou comportamento linear crescente ($P < 0,05$), com aumento médio de 0,35 unidade percentual a cada 1% de aumento do nível do subproduto de cervejaria. O estudo de regressão mostrou comportamento linear decrescente ($P < 0,05$) para a fração C em função dos níveis de resíduo de cervejaria. A inclusão do nível de 20% de resíduo de cervejaria desidratado à silagem de capim-marandu proporciona melhoria das proporções das frações proteicas e de carboidratos, assim como sobre os parâmetros cinéticos da degradação ruminal da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro.

No terceiro capítulo, avaliou-se a ingestão e digestibilidade aparente em ovinos alimentados com silagens de capim-marandu aditivadas com resíduo de cervejaria desidratado naturalmente. Para ensilagem do capim-marandu aditivado com níveis de cevada desidratada, utilizaram-se sacos plásticos de 100 kg de capacidade de peso, com o total de cinco sacos plásticos, perfazendo 500 kg de forragem verde por tratamento, que ficou ensilada por 45 dias. O capim-marandu utilizado foi oriundo do mesmo piquete do primeiro experimento e teve o mesmo trato cultural. O período de avaliação teve duração de 21 dias, sendo 15 para adaptação às dietas e seis para as coletas. A inclusão do resíduo de cervejaria desidratado promoveu aumento linear ($P < 0,05$) do consumo de água, que aumentou em 0,02 ponto percentual a cada unidade de resíduo adicionada. Os níveis de adição de resíduo de cervejaria desidratado na ensilagem do capim-marandu influenciaram positivamente ($P < 0,05$) os consumos de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e fibra em detergente neutro, e não influenciaram os valores de consumo de fibra em detergente ácido e a matéria orgânica. Conclui-se que ensilagens contendo níveis de 20% a 30% de resíduo de cervejaria desidratado, promoveram respostas positivas aos consumos de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e fibra em detergente neutro.

No quarto capítulo, avaliou-se o comportamento ingestivo de ovinos alimentados com silagens de capim-marandu aditivado com resíduo de cervejaria desidratado naturalmente. As condições experimentais foram semelhantes ao relatado no terceiro capítulo, com a diferença que os animais foram observados a cada 10

minutos, nos três últimos dias do período experimental durante 24 horas. Para o tempo em ruminação, não houve diferença estatística ($P>0,05$), ou seja, os animais mantiveram um equilíbrio entre os períodos noturno e diurno. O tempo de ingestão foi afetado pela adição de resíduo de cervejaria desidratado na ensilagem de capim-marandu de forma linear ($P<0,05$). Houve diferença ($P<0,05$) para o tempo de ingestão diurna em relação à ingestão noturna dos animais alimentados com silagens de capim-marandu. Houve diferença estatística para o tempo de ingestão diária ($P<0,05$), com efeito quadrático. A utilização do subproduto da agroindústria de cervejaria promoveu efeito quadrático ($P<0,05$) sobre o consumo de matéria seca, com valor de ponto de máxima estimado em 23,25% na adição do aditivo. Observou-se comportamento linear crescente ($P<0,05$) da equação de regressão para o consumo de fibra em detergente neutro (FDN), em 24 horas de avaliação. Entretanto, o número de bolos ruminados por dia (n°/dia) apresentou comportamento linear decrescente ($P<0,05$), de modo que o valor máximo foi de 653,08 bolos para a silagem controle e, para o nível mais alto de resíduo de cervejaria desidratado, foi de 595,8 bolos ruminados/dia. Para o número de mastigações meréricas por bolo ruminado e número de mastigações por dia, observou-se comportamento quadrático ($P<0,05$), com ponto de máxima de 74,19 bolos mastigados no nível de inclusão de 21,20% e valor máximo de 23.405,99 mastigações diárias para o nível de 20,44% de resíduo de cervejaria desidratado, respectivamente. A eficiência de ingestão e eficiência de ruminação da matéria seca (g MS /hora) foram significativas ($P<0,05$), por meio de comportamento quadrático, e a eficiência de ingestão e ruminação de FDN apresentaram comportamento linear crescente. O período de ingestão (n° de refeições/dia) foi significativo ($P<0,05$), apresentando efeito quadrático, com valor máximo estimado de 31,69/dia, com o nível de inclusão de 20,03% de resíduo de cervejaria desidratado. A atividade de ruminação, expressa em g de MS e FDN/bolo foi influenciada ($P<0,05$) pela adição de resíduo de cervejaria na ensilagem de capim-marandu de forma quadrática, com valor máximo estimado de 1,57 g de MS/bolo ruminado na inclusão de 24,72% do aditivo na ensilagem de capim. Comportamento similar foi observado para a quantidade de material ruminado (g de FDN/bolo). A atividade de ruminação e mastigação, expressa em min/kg de MS e FDN, também foi influenciada ($P<0,05$) pela adição de resíduo de cervejaria na ensilagem de capim-marandu de forma quadrática, com ponto de mínimo na inclusão de 21,69% de resíduo de cervejaria. Conclui-se que níveis intermediários

de 20 a 25% do resíduo de cervejaria desidratado afeta alguns parâmetros do comportamento ingestivo.

ABSTRACT

FERREIRA, Daniele de Jesus, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2013. **Residue from agribusiness brewery to produce silage for animal feed.**

Adviser: Rogério de Paula Lana. Co-Adviser: Anderson de Moura Zanine.

This work was developed by conducting four experiments, which generated information to be presented in the form of four chapters. The brewery residue used in the experiments was dried naturally for a period of 36 hours. The experimental design for the four experiments was a completely randomized design with five treatments and five replications and the treatments represented by the inclusion levels of 0, 10, 20, 30 and 40% natural matter of brewers dehydrated at ensiling marandu grass. **In the first chapter**, we evaluated the fermentation profile, losses, nutrient recovery and chemical composition in grass silages marandu doped brewers dried naturally. We used experimental silos with a capacity of 10 liters, with bunsen valve for exhaust gases. At the bottom of the silo, were placed 2 kg of sand to capture the waste stream, separated by a material of cotton fabric. The compaction of the material was performed manually, by placing approximately 5 kg of fresh forage bitten by silo. The silos were open 45 days after ensiling. The pH and buffering capacity of the silage decreased quadratically ($P < 0.05$) according to the levels of brewers dehydrated. Positive effect was also observed in decreasing linear regression equation for the amount of ammonia-N. Positive quadratic behavior was observed ($P < 0.05$) lactic acid content with levels of brewers dried included in the silage, estimating values of 2,236, 3,136 and 3,276% for 0%, 30 % and 40%, respectively, inclusion and lower values for acetic, propionic and butyric acid that reduced quadratically. Gas losses and effluent decreased linearly ($P < 0.05$) as the level of brewers dehydrated was added. The incorporation of brewers dehydrated for silage resulted in higher crude protein content ($P < 0.05$) and higher recovery of dry matter and crude protein, and lower losses of gas and effluent ($P < .05$). For chemical parameters such as organic matter, mineral material and soluble carbohydrates, no effect levels of brewers silage marandu grass ($P > .05$). The ether extract quadratically, so that the maximum value was estimated at 5.46% ether extract to the level of 29.07% of brewers dehydrated. TDN content increased linearly ($P < 0.05$) with the inclusion of brewer silage marandu grass. Decreased linearly levels of

brewers for the content of neutral detergent fiber and hemicellulose in grass silage palisade ($P < .05$). No significant levels of brewers for the content of acid detergent fiber silage marandu grass ($P > .05$). The in vitro digestibility of dry matter silages marandu grass increased with the addition of brewer dehydrated ($P < .05$). We conclude that the inclusion of 20% of brewers already dehydrated ensures good fermentation of silages marandu grass, providing reduction of gas and effluent losses, increased dry matter recovery and improvements in chemical composition. **In the second chapter**, we evaluated the fractionation of carbohydrates and protein, and kinetic parameters of ruminal silage marandu grass addicted with brewers dehydrated. For contents of fibrous carbohydrates, there was no statistical significance ($P > 0.05$), and recorded an average value of 70%. The addition of increasing levels of brewers to marandu grass promoted a linear increase in the levels of non-fiber carbohydrates, represented by the fraction A + B1, with values estimated by equation 10.96, 17.72, 18.47, 22, 23 and 25.98%, respectively in terms of levels from 0 to 40% inclusion. The content of the B2 fraction decreased with the addition of brewer through a linear decrease ($P < 0.05$), a decrease of 0.06 percentage unit every 1% inclusion of waste. Statistical analysis of fraction C, silage also decreased linearly ($P < 0.05$), as it included brewer at ensiling, being estimated at 0.31 percentage unit every 1% residual added to marandu grass. Difference was observed by a decreasing linear equation ($P < 0.05$) for the insoluble nitrogen (neutral detergent NDIN), being estimated at 0.25 percentage unit every 1% of brewers dehydrated added at ensiling palisade. The nitrogen levels increased linearly when added brewer in the silage palisade ($P < .05$). Fraction A, obtained for silage marandu grass, linearly increased ($P < 0.05$) due to the inclusion of brewers dehydrated. The inclusion of brewers dehydrated silage marandu grass caused a linear decrease ($P < 0.05$) in fraction B1 + B2, with an average reduction of 0.37 percentage unit every 1% increase in the level of the byproduct. The fraction B3 presented linearly increased ($P < 0.05$), with an average increase of 0.35 percentage unit every 1% increase in the level of by-product brewery. The regression study showed a linear decrease ($P < 0.05$) for fraction C depending on the levels of brewers. The inclusion level of 20% of brewers dehydrated silage marandu grass provides improvement of the proportions of protein and carbohydrate fractions, as well as on the kinetic parameters of ruminal dry matter, crude protein and neutral detergent fiber. **In the third chapter**, we evaluated the intake and digestibility in sheep fed silage marandu

grass doped with brewers dried naturally. Silage of marandu grass doped levels of barley dried, we used plastic bags of 100 kg weight capacity, with a total of five plastic bags, totaling 500 kg of green fodder per treatment, which was ensiled for 45 days. The marandu grass used was derived from the same paddock in the first experiment and had the same cultural tract. The evaluation period lasted 21 days, 15 days for diet adaptation and six collections. The inclusion of dried brewer promoted linear increase ($P < 0.05$) water consumption, which increased by 0.02 percentage point for each unit of waste added. The addition levels of brewers dried in the silage palisade positively influenced ($P < 0.05$) intakes of dry matter, crude protein, ether extract and neutral detergent fiber, and did not influence the values of fiber intake acid detergent and organic matter. It is concluded that silage containing levels of 20% to 30% of brewers dehydrated promoted positive responses to the intake of dry matter, crude protein, ether extract and neutral detergent fiber. **In the fourth chapter**, we evaluated the ingestive behavior of sheep fed silage marandu grass doped brewers dried naturally. The experimental conditions were similar to those reported in the third chapter, except that the animals were observed every 10 minutes in the last three days of the trial period for 24 hours. For the time ruminating, no statistical difference ($P > 0.05$), the animals maintained a balance between the daytime and nighttime periods. Eating time was affected by the addition of brewers dehydrated silage marandu grass linearly ($P < 0.05$). There were differences ($P < 0.05$) for the time of daytime ingestion in relation to intake of nocturnal animals fed silage marandu grass. There was no statistical difference for the time of daily intake ($P < 0.05$), with a quadratic effect. The use of agro-industrial by-product brewery increased quadratically ($P < 0.05$) on dry matter intake, with the highest point value estimated at 23.25% in the addition of the additive. Observed linearly increased ($P < 0.05$) of the regression equation for the consumption of neutral detergent fiber (NDF), within 24 hours of assessment. However, the number of ruminated per day (in / day) showed a linear decrease ($P < 0.05$), so that the maximum value was 653.08 cakes to control silage and for the highest level of brewers dehydrated, was 595.8 ruminated / day. For the number of chews per bolus ruminated and number of chews per day, there was a quadratic ($P < 0.05$), with the point of maximum of 74.19 chewed cakes at inclusion level of 21.20% and value maximum daily chewing 23405.99 to the level of 20.44% of brewers dehydrated, respectively. The efficiency of ingestion and rumination efficiency of dry matter (g DM / h) were significant ($P < 0.05$), by means of

a quadratic, and the efficiency of feeding and rumination NDF linearly increased. The ingestion period (in the dining / day) was significantly ($P < 0.05$), quadratic effect, with maximum value of 31.69 / day, with the inclusion level of 20.03% of brewers dehydrated. The rumination activity, expressed in g DM and NDF / cake was influenced ($P < 0.05$) by the addition of brewers silage marandu grass quadratically with maximum value of 1.57 g DM / ruminated bolus inclusion of 24.72% of the additive in ensiling. Similar behavior was observed for the amount of material ruminated (g NDF / cake). The rumination and chewing activity, expressed in min / kg of DM and NDF was also influenced ($P < 0.05$) by the addition of brewers silage marandu grass quadratically with minimum point in including 21.69% of brewers. We conclude that intermediate levels 20-25% of brewers dehydrated affects some parameters of feeding behavior.

INTRODUÇÃO GERAL

O aumento da degradação das pastagens e a estacionalidade de produção tornam escassos alguns recursos alimentares, refletindo em elevação do custo de produção pela alimentação com concentrado ou alimentos conservados. A grande necessidade de produção de alimentos volumosos desafia a pesquisa a buscar novas alternativas de recursos alimentares, com os objetivos de reduzir custos, facilitar o gerenciamento e aumentar a produtividade dos rebanhos.

Desta forma, a incorporação de fontes de nutrientes, como resíduos da agroindústria, passa a ser uma alternativa vantajosa na exploração animal, principalmente para ruminantes, os quais possuem capacidade de aproveitar resíduos vegetais pela ação dos microrganismos do rúmen, onde ocorre a fermentação da matéria prima bruta consumida e a síntese de nutrientes assimiláveis pelo organismo. Dentre estas fontes alternativas de nutrientes podem ser citados alguns resíduos agroindustriais, como o resíduo úmido de cervejaria, polpa de citrus, caroço de algodão, resíduo de cana de açúcar, entre outros (Cabral Filho, 1999). Estes alimentos apresentam características nutricionais de interesse à produção de ruminantes, além de apresentarem elevada e frequente disponibilidade durante o ano.

Para as indústrias, o escoamento dos resíduos industriais representa um dos maiores problemas encontrados, contribuindo para a contaminação ambiental, haja visto a elevada quantidade acumulada sem uma destinação adequada (Silveira et al., 2002). O descarte de forma incorreta pode causar transtornos ambientais, sanitários e econômicos. Neste contexto, a utilização de tais resíduos na produção animal, além de suas características positivas relacionadas à nutrição, também colabora para a diminuição da deposição de materiais no meio ambiente, minimizando os impactos ambientais.

Uma alternativa interessante para o aproveitamento do resíduo úmido de cervejaria é sua utilização na forma desidratada, como aditivo para silagens de capins, pois o baixo teor de matéria seca e a armazenagem em condições aeróbias, comumente utilizados em propriedades rurais, propiciam o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis, diminuindo a qualidade do produto e promovendo riscos à saúde dos animais, quando ocorre a produção de toxinas por fungos e bactérias, por exemplo, as do gênero *Clostridium*. Pesquisas com esse intuito

podem levar a alternativas na alimentação dos ruminantes e a uma forma eficiente de destino para um resíduo que pode causar impactos negativos ao meio ambiente.

Segundo Imaizumi et al. (2005) a substituição de ingredientes tradicionais, como o milho, por outros de menor custo deve ser considerada, caso haja benefícios em termos econômicos e nutricionais. Azevedo (1998) afirmou que a utilização, na dieta dos animais, de resíduos agro-industriais como fontes protéicas e/ou energéticas não convencionais, torna-se um grande aliado ao pecuarista brasileiro, no esforço para reduzir custos.

Diante deste fato, o resíduo desidratado de cervejaria além da possível redução das perdas por gases e efluentes, pode melhorar o perfil fermentativo e o valor nutritivo da silagem de capim, tendo em vista o maior teor de proteína deste resíduo em relação à gramínea. Por conseguinte, tem-se a expectativa do maior consumo, digestibilidade e ganho de peso dos animais.

Por isso, técnicas que visam à queda do percentual de umidade dos capins podem reduzir as fermentações indesejáveis, resultando em silagens de melhor qualidade. Alguns autores recomendam o emurchecimento do capim antes da ensilagem, enquanto outros defendem a adição de aditivos que melhoram o valor nutritivo e são absorventes de umidade (Zanine, et al., 2007, Santos et al., 2008, Zanine et al., 2010). Nesse caso, o uso de resíduo de cervejaria desidratado naturalmente, poderá contribuir para elevar os teores de matéria seca, potencializando a produção de silagem de capim.

Dentre as opções de conservação, a produção de silagem é a que vêm alcançando destaque. Segundo Muck (2001), a ensilagem controla a atividade microbiana pela combinação de um ambiente anaeróbio com a fermentação dos açúcares por bactérias ácido láctico presente na cultura, essa fermentação e a conseqüente redução do pH suprimem o crescimento de outros microrganismos anaeróbio e inibem leveduras, fungos filamentosos e bactérias aeróbias, e principalmente inibem a maioria dos microrganismos deterioradores.

Durante o processo de ensilagem, a forragem verde colocada no silo sofre transformação até a estabilização completa da massa, adquirindo as características de silagem. O principal objetivo do processo de ensilagem é alcançar valores de pH suficientes para inibir o crescimento de microrganismos indesejáveis e a atividade do catabolismo enzimático da planta ensilada.

Para que uma forrageira seja conservada sob a forma de silagem é necessário o predomínio da fermentação láctica sob condições de anaerobiose. Vários são os fatores que podem interferir na qualidade da fermentação. Entre eles, citam-se a presença de bactérias homo e heterofermentativas, o teor de carboidratos solúveis, os teores de matéria seca, a compactação e a rapidez no fechamento do silo (McDonald et al., 1991).

O sucesso da conservação de forragens na forma de silagem é dependente da quantidade de açúcares prontamente fermentáveis presentes na planta a ser ensilada. Se a concentração de carboidratos solúveis (CS) é adequada, as condições são mais favoráveis para o estabelecimento e crescimento de bactérias do gênero *Lactobacillus*, as quais produzem o ácido láctico, que por ser o mais “ácido”, dentre os ácidos graxos produzidos no processo de ensilagem, é desejado para proporcionar uma rápida estabilização do pH, e conseqüentemente uma melhor conservação do material ensilado (McDonald et al. 1991).

Neste contexto, o capim *Brachiaria brizantha* cv. Marandu é uma forrageira com excelente potencial de produção de matéria seca, e umas das gramíneas mais plantadas e utilizadas no Cerrado, comprovada pelo potencial de venda de sementes no Brasil, provida ainda de boas quantidades de carboidratos solúveis quando bem manejadas. Apesar disso, o teor de umidade elevado, na fase em que é ótimo o seu valor nutritivo, representa um obstáculo para o seu aproveitamento na forma de silagem, pois resulta em fermentações secundárias, devido ao alto teor de umidade e poder tamponante, reduzido o teor de matéria seca e baixa população inicial de bactérias lácticas (Muck, 1991; Meeske et al., 1999; Driehuis et al., 2001; Zanine et al., 2007a). Como conseqüência, as perdas de nutrientes na forma de gases, devido a fermentações secundárias, e na forma de efluente, devido ao excesso de umidade, são comuns em silagens de capins (Igarasi, 2002; Zanine et al., 2006).

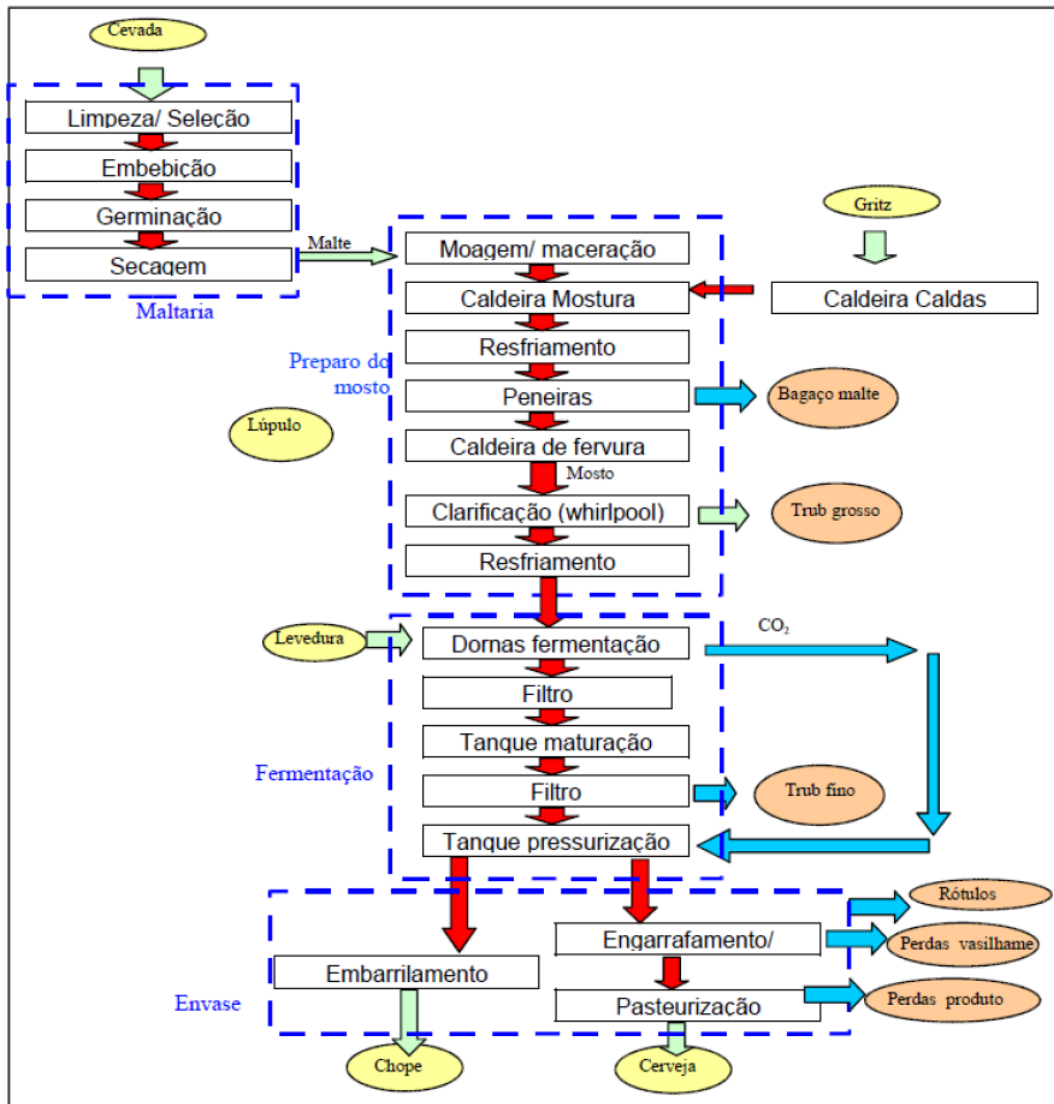
O resíduo desidratado de cervejaria além da possível redução das perdas por gases e efluentes, pode melhorar o perfil fermentativo e o valor nutritivo da silagem de capim, tendo em vista o maior teor de proteína deste resíduo em relação à gramínea, por conseguinte, tem-se a expectativa do maior consumo, digestibilidade e ganho de peso dos animais.

A utilização de coprodutos da agroindústria vem sendo avaliada por diversos autores (Ferrari Júnior & Lavezzo, 2001; Souza et al., 2003; Bernardino et al., 2005),

os quais se centraram em determinar em que percentuais estes aditivos podem ser adicionados na ensilagem de capim, com o objetivo de promover uma melhoria nas condições de fermentação da silagem, principalmente pelo incremento do teor de matéria seca.

O resíduo úmido de cervejaria é um subproduto obtido pelo processo de fabricação de cerveja, o que envolve a obtenção do malte, ou seja, os grãos de cevada são imersos em água morna, que, em seguida, é retirada para que ocorra a germinação dos grãos e a hidrólise do amido em dextrina e maltose, que são posteriormente extraídos (Figura1). Seqüencialmente, os grãos são desidratados por aquecimento (50 a 80°C), interrompendo a atividade enzimática, e o amido é separado em malte, gérmen e raiz de malte. Neste ponto, o grão maltado é prensado e embebido em água para formar o mosto de cerveja. A parte sólida é separada e constitui o resíduo de cervejaria úmido – RUC (Geron et al., 2008). O material que sobra na peneira de filtração constitui o resíduo de cervejaria úmido ou bagaço de cevada, que é comercializada dessa forma ou pode ser desidratada para formar a polpa seca de cervejaria ou o resíduo de cervejaria desidratado que é utilizado para a alimentação animal. No final do processo de maltagem, dependendo do tipo de grão de cereal utilizado (cevada, milho ou arroz), pode ocorrer a geração de até 40% de resíduo de cervejaria úmido (Cabral Filho et al., 2007).

Porém, este resíduo pode ter sua composição variável em função de diversos fatores. Clark et al. (1987) observaram que o resíduo úmido de cervejaria apresenta valores proporcionalmente maiores de proteína e de outros nutrientes, com exceção do amido, quando comparado com o próprio grão de cevada. West & Martin, (1994) encontraram valores de 29,6% proteína bruta (PB), 65,5% fibra em detergente neutro (FDN) e 6,8% de fibra em detergente ácido (FDA). Cabral Filho (1999) observou valores de 24,8% de (PB), 59,9% de (FDN) e 8,8% de extrato etéreo (EE). Geron et al. (2008) obtiveram valores de 31,6, 59,65 e 5,46%, para PB, FDN e EE, respectivamente.



(Fonte: Santos & Ribeiro (2005))

Figura 1. Processo de Fabricação da Cerveja

Segundo Gomes et al. (2004) o resíduo de cervejaria é um produto que apresenta alto teor de umidade, em torno de 75,0%, porém rico em proteína bruta, com valor médio de 23%, 25,6% de MS e 74% de nutrientes digestíveis totais, além de energia, vitaminas e minerais, e alto teor de fibra bruta, tendo características próximas às do farelo de trigo e à do milho moído com palha e sabugo, ingredientes tradicionalmente utilizados na alimentação animal.

Devido ao seu alto valor nutricional e à sua disponibilidade quase constante ao longo do ano, o resíduo de cervejaria sempre atraiu muito os produtores de leite, principalmente como fonte protéica para vacas em início de lactação (Stern & Ziemer, 1993). Sendo classificado pelas indústrias como um concentrado de médio

valor protéico e não um substituto forrageiro. Entretanto, Harris (1991) indica que a adição do resíduo em dietas de vacas em produção contribui para o atendimento dos requerimentos de fibra, podendo ser incluído em taxas de 15 a 20% da matéria seca (MS) total da dieta.

Segundo Van Soest (1994) os constituintes químicos e as taxas de degradação dos diferentes resíduos diferem grandemente. Diante disso, torna-se de fundamental importância avaliar os resíduos com potencial para a alimentação dos animais, com o intuito de se obter dados em relação às frações de proteína bruta e carboidratos totais, que possam gerar tabelas para cálculos matemáticos para a formulação de rações.

Por isso, o consumo de nutrientes é a variável mais importante na avaliação de alimentos e de dietas, uma vez que este possibilita quantificar os nutrientes ingeridos pelo animal, influenciando diretamente o desempenho destes (Van Soest, 1994), sendo determinante no atendimento das exigências de manutenção e produção de ruminantes. Segundo Mertens (1992), o consumo pode ser afetado pelos alimentos que compõem as dietas, tipo de animal, e das condições de alimentação.

Carvalho et al. (2005a) realizaram um estudo com ovinos, em que o alimento concentrado (milho e farelo de soja) foi substituído por níveis crescentes de resíduo úmido de cervejaria (0%, 33%, 66% e 100%). Onde utilizaram 16 cordeiros Texel, machos, não-castrados, desmamados aos 60 dias de idade. Foi observado que o aumento do nível de substituição do alimento concentrado pelo resíduo de cervejaria proporcionou redução linear do consumo de matéria seca, não apresentando diferenças significativas ($P>0,05$) entre os tratamentos para peso vivo final, ganho de peso médio diário e conversão alimentar.

Cabral Filho et al. (2007) avaliaram a inclusão de 0, 33 e 67% de resíduo de cervejaria fermentado em rações contendo feno de capim-tifton 85 para ovinos não observaram efeito sobre os coeficientes de digestibilidade da MS e da FDN, porém, aumentou o coeficiente de digestibilidade total da PB, fato atribuído ao maior valor energético e protéico do resíduo de cervejaria fermentado em relação ao feno. Rogers et al. (1986) avaliaram a fermentação ruminal e a utilização do nitrogênio em novilhos alimentados com 22 e 40% de resíduo úmido de cervejaria e resíduo de cervejaria desidratado (RCD), observaram aumento no NDT do nitrogênio para as rações com resíduo úmido de cervejaria em relação à ração com resíduo de cervejaria desidratado. Os autores concluíram que a melhor digestão e retenção do

nitrogênio dos animais alimentados com resíduo úmido de cervejaria estaria associada à disponibilidade do nitrogênio contido na parede celular do resíduo úmido de cervejaria em relação ao RCD. Neste trabalho, a substituição da PB do farelo de soja (FSO) pela PB do resíduo de cervejaria fermentado não teve efeito sobre o coeficiente de digestibilidade.

Nesse sentido, a utilização de resíduo úmido de cervejaria na ovinocultura tem grande potencial, pois pode levar à queda significativa dos custos de alimentação do confinamento e promover a redução de impactos ambientais advindos da indústria cervejeira, sem que ocorram quedas nos índices produtivos. A ingestão de matéria seca é um dos aspectos mais importantes a serem considerados na formulação de dietas para ruminantes, em razão de sua estreita relação com o desempenho produtivo e reprodutivo dos animais, pois é a partir da ingestão de matéria seca que o animal estará consumindo uma maior ou menor quantidade de nutrientes. São vários os fatores que podem exercer influência sobre a capacidade do animal em consumir alimento, podendo ser fatores inerentes ao alimento, ao ambiente, às condições de manejo e ao próprio comportamento ingestivo.

Para Cabral Filho (1999), a característica de seletividade dos ovinos pareceu também contribuir para os menores valores no consumo quando a silagem do resíduo foi fornecida em maiores quantidades da MS da dieta. Os animais que receberam este tratamento apresentaram nas sobras, maiores quantidades da silagem quando comparado ao feno de tifton, podendo ser notado através da avaliação das quantidades de PB encontrada nas sobras, que apresentaram valores de $129,04 \pm 4,41$; $152,70 \pm 6,05$ e $217,06 \pm 4,86$ g.Kg⁻¹, para os tratamentos A, B e C respectivamente.

Dessa forma, o conhecimento do comportamento ingestivo de animais que recebem subprodutos como parte da dieta contribuirá na elaboração de rações, além de elucidar problemas relacionados com a diminuição do consumo. A presença de eventuais substâncias antinutricionais nos alimentos pode alterar os tempos despendidos em alimentação e, conseqüentemente, em ruminação e ócio (Dado & Allen, 1995). (Lira Silva, 2011). O estudo do comportamento ingestivo poderá ser utilizado como ferramenta para avaliação de dietas, possibilitando ajustar o manejo alimentar dos animais para obtenção de melhor desempenho (Mendonça et al., 2004), e dessa forma, elucidar problemas relacionados à diminuição do consumo em

épocas críticas, atribuída aos efeitos das práticas de manejo e dimensionamento das instalações, da qualidade e da quantidade da dieta (Albright, 1993).

O tempo de ruminação é influenciado pela natureza da dieta e parece ser proporcional ao teor de parede celular dos volumosos (Van Soest, 1994), reduzindo se a dieta for composta por fenos finamente triturados ou peletizados e alimentos concentrados, ocorrendo o contrário quando os mesmos consomem dietas com volumosos com alto teor de parede celular e fibra longa. Contudo, as eficiências de ruminação e ingestão, expressas em gramas por hora, podem ser reduzidas em dietas com elevados teores de fibra, em razão da maior dificuldade em diminuir o tamanho das partículas, originárias de materiais fibrosos (Dulphy et al., 1980).

Face às considerações relatadas, e em função do potencial desta fonte alternativa de alimento, objetivou-se avaliar o perfil fermentativo, as perdas por gases e efluentes, a recuperação de nutrientes, composição química, fracionamento de carboidratos e proteína e parâmetros cinéticos da degradação ruminal ingestão, digestibilidade dos nutrientes e o comportamento ingestivo em ovinos alimentados com dietas contendo silagens de capim-marandu aditivada com resíduo de cervejaria desidratado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBRIGHT, J.L. Feeding behavior of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.485-498, 1993.
- AZEVEDO, P. S. A casca do grão de soja em substituição ao feno de gramínea nas rações com diferentes fontes protéicas para bovinos. 1998. 53 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, 1998.
- BERNARDINO, F.S.; GARCIA, R.; ROCHA, F.C.; SOUZA, A.L.; PEREIRA, O.G. Produção e características do efluente e composição bromatológica da silagem de capim-elefante contendo diferentes níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2185-2191, 2005.
- CABRAL FILHO, S.L.S. **Avaliação do resíduo de cervejaria em dietas de ruminantes através de técnicas nucleares e correlatas**. Piracicaba, 1999. Dissertação (Mestrado)–Universidade de São Paulo.
- CABRAL FILHO, S.L.S.; BUENO, I.C.S.; ABDALLA, A.L. Substituição do feno de Tifton pelo resíduo de cervejaria úmido em dietas de ovinos em manutenção. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, p.65-73, 2007.
- CARVALHO, S.; SILVA, M.F.; CERUTTI, R. et al. Desempenho e componentes do peso vivo de cordeiros submetidos a diferentes sistemas de alimentação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.3, p. 650-655, 2005^a
- CLARK, J.H.; Murphy, M.R.; Crooker, B.A. Supplying of the protein needs of dairy cattle from by-products feed. **Journal of Dairy Science**. v.60, n.5, p. 1092-1109. 1987.
- DADO, R.G.; ALLEN, M.S. Intake limitations, feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk. **Journal of Dairy Science**, v.78, p.118-133, 1995.
- DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; Van WIKSELAAR, P.G. Fermentation characteristics and aerobic stability of grass silage inoculated with *Lactobacillus buchneri*, with or without homofermentative lactic acid bacteria. **Grass and Forage Science**, v.56, p.330-343, 2001
- DULPHY, J.P., REMOND, B., THERIEZ, M. 1980. Ingestive behaviour and related activities in ruminants. In: RUCKEBUSH, Y., THIVEND, P. (Eds.). *Digestive physiology and metabolism in ruminants*. Lancaster: MTP. p.103-122.
- FERRARI JÚNIOR, E.; LAVEZZO, W. Qualidade da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) emurhecido ou acrescido de farelo de mandioca. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 30, p.1424-1431, 2001.

- GERON, L.J.V.; ZEOULA, L.M.; ERKEL, J.A. et al. Coeficiente de digestibilidade e características ruminais de bovinos alimentados com rações contendo resíduo de cervejaria fermentado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p.1685-1695, 2008.
- GOMES, M.P.; ABREU, M.B.; LIMA, T.S.; VIEIRA, A.A. MATOS, E.S. & BEZERRA, E.S. Desempenho de suínos em crescimento alimentados com ração complementada com bagaço de cevada. Anais... ZOOTEC 2004. Brasília, DF. CDrom
- IGARASI, M.S. **Controle de perdas na ensilagem de capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jack. Cv Tanzânia) sob os efeitos do teor de matéria seca, do tamanho de partícula, da estação do ano e da presença de inoculante bacteriano**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2002. 132p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2002.
- HARRIS, B. Value of high-fiber alternative feedstuffs as extenders of roughage sources. In: ALTERNATIVE FEEDS FOR DAIRY & BEEF CATTLE, St. Louis, 1991. p.138-145
- IMAIZUMI, H. **Suplementação protéica, uso de subprodutos agroindustriais e processamento de milho em dietas para vacas leiteiras em confinamento**. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP, Piracicaba, 2005.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.
- MEESEKE, R.; BASSON, H.M.; CRUYWAGEN, C.W. The effect of a lactic acid bacterial inoculant with enzymes on the fermentation dynamics, intake and digestibility of *Digitaria eriantha* silage. **Animal Feed Science and Technology**, v.81, p.237-248, 1999.
- MERTENS, D.R., 1992. Analysis of fiber in feeds and its uses in feed evaluation and ration formulation. In: Simpósio Internacional de Ruminantes, Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Lavras - MG. **Anais...** Lavras: SBZ, p.1-32.
- MUCK, R. Conserved forage (silage and hay): progress and priorities. In: INTERNATIONAL GRASSLAND, 19., 2001, São Pedro. **Anais...** São Pedro: [s.n.], 2001. CDROM.
- SILVEIRA, R. N.; BERCHIELLI, T. T.; FREITAS, D. et al. Fermentação e degradabilidade ruminal em bovinos alimentados com resíduos de mandioca e canadeaçúcar ensilados com polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.2, p. 793-801, 2002.
- SOUZA, A.L.; BERNARDINHO, F.S.; GARCIA, R. Valor nutritivo de silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com diferentes níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.828-833, 2003.

- STERN, M.D.; ZIEMER, C.J. Consider value, cost when selecting nonforage fiber. **Feedstuffs**, v.62, n.2, p.14-21, 1993.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.
- WESTENDORF, M.L. & WOHLT, J.E. Brewing by-products: their use as animal feeds. **Veterinary Clinical Food Animal**. v.18. p. 233–252. 2002.
- ZANINE, A.M.; SANTOS, E.D.; FERREIRA, D.J.; OLIVEIRA, J.S.; PEREIRA, O.G. Avaliação da silagem de capim-elefante com adição de farelo de trigo. **Archivos de Zootecnia**, v. 55, n. 209, p.75-84, 2006.
- ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; DÓREA, J.R.R.; DANTAS, P.A.S.; SILVA, T.C.; PEREIRA, O.G. Evaluation of elephant grass silage with the addition of cassava scrapings. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.39, n.12, p.2611-2616, 2010.
- ZANINE, A.M; SANTOS, E.M; FERREIRA, D.J; PEREIRA, O.G. Populações microbianas e valor nutricional dos órgãos do capim-tanzânia antes e após a ensilagem.. **Semina. Ciências Agrárias**, v.28, p.143-150, 2007.

CAPÍTULO I

Perfil fermentativo, perdas, recuperação de nutrientes e composição química em silagens de capim-marandu ensilado com resíduo de cervejaria desidratado naturalmente

RESUMO - Objetivou-se avaliar o perfil fermentativo, perdas por gases e efluentes em silagens, recuperação de nutrientes e a composição química e de capim-marandu aditivada com resíduo de cervejaria desidratado naturalmente. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e cinco repetições, sendo os tratamentos níveis de inclusão de 0, 10, 20, 30 e 40% da matéria natural de resíduo de cervejaria desidratado naturalmente, por 36 horas, à ensilagem de capim-marandu. Foram utilizados silos experimentais, com capacidade de 10 litros, dotados de válvula de bunsen, para escape dos gases. No fundo do silo foram colocados 2 kg de areia para captura dos efluentes, separados da forragem por um tecido de algodão. A compactação do material foi realizada manualmente, colocando-se, aproximadamente, 5 kg de forragem fresca por silo. A abertura dos silos ocorreu aos 45 dias após a ensilagem. Os valores de pH e poder tampão das silagens decresceram de forma quadrática ($P < 0,05$) em função dos níveis de resíduo de cervejaria desidratado. Efeito positivo foi observado, também, no comportamento linear decrescente da equação de regressão para o valor de N-amoniaco. Foi observado comportamento quadrático positivo ($P < 0,05$) do teor de ácido láctico com os níveis de resíduo de cervejaria desidratado incluídos na ensilagem do capim, estimando-se valores de 2,236, 3,136 e 3,276%, para os níveis 0%, 30% e 40% de inclusão respectivamente, e menores valores para ácidos acético, butírico e propiônico. As perdas por gases e por efluentes reduziram de forma linear ($P < 0,05$), conforme o nível de resíduo de cervejaria desidratado foi acrescido. A incorporação de resíduo de cervejaria desidratado à ensilagem resultou em maior teor de proteína bruta na silagem ($P < 0,05$) e maior recuperação de matéria seca e de proteína bruta, além das menores perdas por gases e efluentes ($P < 0,05$). Para os parâmetros químicos como matéria orgânica, material mineral e carboidratos solúveis, não houve efeito dos níveis de resíduo de cervejaria na silagem de capim-marandu ($P > 0,05$). O teor de extrato etéreo apresentou comportamento quadrático, em que o valor máximo foi estimado em 5,46% de extrato etéreo para o nível de 29,07% de

resíduo de cervejaria desidratado. O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) aumentou linearmente ($P < 0,05$) com inclusão do resíduo de cervejaria na ensilagem de capim-marandu. Houve efeito linear decrescente dos níveis de resíduo de cervejaria para os teores de fibra em detergente neutro e para a hemicelulose na ensilagem de capim marandu ($P > 0,05$). Não houve efeito dos níveis de resíduo de cervejaria para o teor de fibra em detergente ácido na silagem de capim-marandu ($P > 0,05$). Sendo que a digestibilidade *in vitro* da matéria seca das silagens de capim-marandu elevou-se com a adição do resíduo de cervejaria desidratado ($P < 0,05$). Conclui-se que a inclusão de 20% de resíduo de cervejaria desidratado assegura uma boa fermentação de silagens de capim-marandu, proporcionando diminuição das perdas por gases e efluentes, aumento da recuperação de matéria seca e melhorias na composição bromatológica.

Palavras-chave:, aditivo, efluentes, ensilagem, gases, subproduto, valor nutritivo

Profile fermentation, gas and effluent losses and chemical composition in grass silages marandu doped brewer naturally dehydrated

ABSTRACT – This study aimed to evaluate the fermentation characteristics, gas and effluent losses in silages, nutrient recovery and chemical composition and marandu grass addicted with brewers dried naturally. The experimental design was completely randomized with five treatments and five replications and treatments inclusion levels of 0, 10, 20, 30 and 40% natural matter of brewers dried naturally for 36 hours at ensiling palisade. We used experimental silos with a capacity of 10 liters, with bunsen valve for exhaust gases. At the bottom of the silo were placed 2 kg of sand to capture the waste stream, separated by a material of cotton fabric. The compaction of the material was performed manually by placing about 5 kg of fresh forage to storage. The silos were open 45 days after ensiling. The pH and buffering capacity of the silage decreased quadratically ($P < 0.05$) according to the levels of brewers dehydrated. Positive effect was also observed in decreasing linear regression equation for the amount of ammonia-N. Positive quadratic behavior was observed ($P < 0.05$) lactic acid content with levels of brewers dried included in the silage, estimating values of 2,236, 3,136 and 3,276% for 0%, 30 % and 40% respectively of inclusion, and lower values for acetic, propionic and butyric acids. Gas losses and effluent decreased linearly ($P < 0.05$) as the level of brewers dehydrated was added. The incorporation of brewers dehydrated for silage resulted in higher crude protein content in silage ($P < 0.05$) and higher recovery of dry matter and crude protein, and lower losses of gas and effluent ($P < 0.05$.) For chemical parameters such as organic matter, mineral material and soluble carbohydrates, no effect levels of brewers in silage marandu grass ($P > .05$). The ether extract quadractrically, where the maximum value was estimated at 5.46% ether extract to the level of 29.07% of brewers dehydrated. The content of total digestible nutrients (TDN) increased linearly ($P < 0.05$) with inclusion of brewer silage marandu grass. Decreased linearly levels of brewers for the content of neutral detergent fiber and hemicellulose in grass silage palisade ($P > .05$). No significant levels of brewers for the content of acid detergent fiber in grass silage palisade ($P > .05$). Since the in vitro digestibility of dry matter silages marandu grass increased with the addition of brewer dehydrated ($P < .05$). We conclude that the inclusion of 20% of brewers dehydrated ensures good fermentation of silages marandu grass providing loss reduction gas and effluent,

increased dry matter recovery and improvements in chemical composition.

Keywords: additive, byproduct, effluent, ensilage, gas, nutritional value

1. Introdução

A utilização de silagens como fonte de alimento volumoso, no período da seca, é prática que contribui com 10-25% dos alimentos destinados aos ruminantes, em algumas regiões do mundo, representando 2% do suprimento de alimentos, como média global. Na região centro-oeste do Brasil esse índice é ainda maior devido a estacionalidade climática ser marcada por até seis meses de escassez de chuva .

Dentre os capins elegíveis para esta finalidade, destaca-se as gramíneas dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*, devido ao seu alto potencial de produção de biomassa. No Brasil, as áreas cultivadas com pastagens desses gêneros são expressivas, constituindo-se a base da alimentação do rebanho, ocupando milhões de hectares do território nacional.

Estudos realizados em propriedades produtoras de silagens de capim apontam deficiências no sistema, englobando aspectos relacionados à produtividade de forragem, valor nutritivo e, principalmente, a parâmetros físicos e às perdas de energia e matéria seca ao longo do processo de armazenagem. As perdas de energia e de matéria seca são decorrentes da fermentação secundária, onde se destacam as perdas por gases, efluente e deterioração aeróbia, que podem variar de 7%, em materiais bem conservados, às perdas de magnitude de 40%, demonstrando, desta forma, ampla variabilidade nos valores nutricionais encontrados neste tipo de volumoso (Muraro et al., 2004).

O capim *Brachiaria brizantha* cv. Marandu é uma forrageira com excelente potencial de produção de matéria seca, e uma das gramíneas que apresenta maior área de plantio no Cerrado, comprovada pela maior venda de sementes no Brasil, provida, ainda, de boa quantidade de carboidratos solúveis. Apesar disso, o teor de umidade elevado, na fase em que é ótimo o seu valor nutritivo, representa um obstáculo para o seu aproveitamento na forma de silagem, pois resulta em fermentações secundárias, devido ao alto teor de umidade e poder tamponante, reduzido teor de matéria seca e baixa população inicial de bactérias lácticas (Muck, 1991; Bolsen et al., 1992; Driehuis et al., 2000; Zanine et al., 2007a). Como conseqüência, as perdas de nutrientes na forma de gases, devido a fermentações secundárias, e na forma de efluente, devido ao excesso de umidade, são comuns em silagens de capim (Igarasi, 2002; Zanine et al., 2006a; Zanine et al., 2006b).

A incorporação de aditivos representados por subprodutos da agroindústria, é utilizado com a finalidade de reduzir a atividade de água livre, limitando a ação de bactérias do gênero *Clostridium*, e de elevar o teor de açúcares na massa ensilada, facilitando o estabelecimento das bactérias ácido lácticas (Bernardes et al., 2005). Igarasi (2002) recomendou que o aditivo deveria apresentar alto teor de matéria seca, alta capacidade de retenção de água, boa palatabilidade, além de fornecer carboidratos para fermentação. Além disso, o ingrediente deveria ser de fácil manipulação, baixo custo e fácil aquisição.

Entretanto, como regra geral, as silagens aditivadas mostraram melhor padrão fermentativo em virtude do aumento do teor de matéria seca e da redução dos valores de N-NH₃, sugerindo a ocorrência de inibição de clostrídeos e de proteólise. Ribeiro et al., (2007), acompanhando esse perfil, observaram menores teores de pH nas silagens aditivadas, indicando maior produção de ácidos orgânicos, valores estes de ácido láctico de 0,57 e 5,78% MS, para silagens controle e aditivadas com polpa cítrica peletizada.

Apesar de suas qualidades nutricionais, o resíduo de cervejaria apresenta problemas relacionados ao seu alto conteúdo de umidade, o que influi negativamente no transporte e armazenamento; portanto, as alternativas para a sua conservação seriam a ensilagem e a secagem, conforme mencionado por Polan et al. (1985).

Nesse contexto, o resíduo desidratado de cervejaria, além da possível redução das perdas por gases e efluentes, pode melhorar o perfil fermentativo e o valor nutritivo da silagem de capim, tendo em vista o maior teor de proteína do resíduo de cervejaria desidratado em relação à gramínea. Por conseguinte, tem-se a expectativa do maior consumo, digestibilidade e ganho de peso dos animais.

Por isso objetivou-se avaliar o perfil fermentativo, as perdas por gases e efluentes, a recuperação de nutrientes e o valor nutritivo de silagens de capim-marandu ensilada com níveis de resíduo de cervejaria desidratado.

2. Material e Métodos

2.1. Localização e características edafoclimáticas da área experimental

O experimento foi realizado em área experimental do Setor de Forragicultura do Curso de Zootecnia, no Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas/ICAT, que pertence à Universidade Federal do Mato Grosso – UFMT, *Campus* de Rondonópolis, cujas coordenadas geográficas são: 16°28' Latitude Sul, 50°34' Longitude Oeste de Greenwich, altitude média de 270 m, mesorregião Centro-Sul de Mato Grosso, microrregião de Rondonópolis.

O clima, segundo a classificação de Koppen, é do tipo tropical, caracterizando-se por duas estações bem definidas: seca (abril a setembro) e chuvosa (outubro a março). De acordo com Ferreira (2001), a precipitação anual é de 1500 mm, com intensidade máxima entre os meses de dezembro e fevereiro. A umidade relativa do ar é, em média, de 60%, sendo a temperatura média anual de 27,5 °C, oscilando entre 38 °C e 17 °C, respectivamente, para as médias de máxima e mínima.

O solo predominante na região é caracterizado como Plintossolo (plintossolo Tb álico moderado). Apresenta uma textura média, relevo plano, que facilitam a infiltração de água, a sua aeração e a penetração das raízes, facilitando, dessa forma, o desenvolvimento do sistema radicular das plantas (Ferreira, 2001). A camada de solo analisada, de 0-20 cm de profundidade, apresentou as seguintes características químicas e físicas: pH em CaCl_2 = 4,9; P = 1,7 mg/dm³; K = 29 mg/dm³; Ca^{2+} = 1 cmolc/dm³; Mg^{2+} = 1 cmolc/dm³; $\text{H}+\text{Al}^{3+}$ = 2,9 cmolc/dm³; Al^{3+} = 0,1 cmolc/dm³; matéria orgânica = 13,5 g/kg; soma de bases = 2,1 cmolc/dm³; capacidade de troca catiônica = 4,5 cmolc/dm³; saturação por bases = 46%; argila = 400 g/kg; silte = 100 g/kg e areia total = 500 g/kg.

2.2. Condução do experimento

A espécie forrageira pesquisada foi o capim *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, oriundo de um piquete de 1 ha, pertencente à área experimental do Setor de Forragicultura. Para a condução do experimento, realizou-se corte de uniformização da forrageira em Janeiro de 2011, com roçadeira acoplada ao trator, a uma altura de, aproximadamente, 5 cm do solo. No mesmo dia, foi feita adubação de

manutenção com 60 kg de nitrogênio e potássio, na forma de uréia e cloreto de potássio, respectivamente, e, 60 dias após, procedeu-se o corte da forragem para o processo de ensilagem.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e cinco repetições, sendo os tratamentos níveis de inclusão de 0, 10, 20, 30 e 40% da matéria natural de resíduo de cervejaria desidratado naturalmente por 36 horas, à silagem de capim-marandu.

Antes do corte da gramínea para a ensilagem, utilizou-se o método direto para estimativa da disponibilidade de forragem no piquete, em 20 subáreas de 0,25 m² cada, em que a forragem foi cortada rente ao solo. A disponibilidade de forragem foi de 5,8 toneladas de matéria seca por hectare. As relações lâmina foliar:colmo e lâmina foliar:material morto foram determinadas nas mesmas subamostras utilizadas para estimativa da disponibilidade de forragem, sendo de 1,46 e 1,16, respectivamente. As porcentagens de lâmina foliar, colmo e material morto foram de 41,72, 28,88 e 29,40%, respectivamente.

Para o processo de ensilagem, o capim foi cortado a, aproximadamente, 5 cm do solo, com auxílio de uma roçadeira costal e picado em máquina forrageira estacionária. Em seguida, procedeu-se a ensilagem em silos, com capacidade de 10 litros, dotados de válvula de bunsen, para escape dos gases. No fundo do silo, foram colocados 2 kg de areia para captura dos efluentes, separados da forragem por um tecido de algodão. A compactação do material foi realizada manualmente, colocando-se, aproximadamente, 5 kg de forragem fresca por silo. A abertura dos silos ocorreu aos 45 dias após a ensilagem.

Para o processo de desidratação do resíduo úmido de cervejaria, imediatamente após a chegada do resíduo da indústria de cervejaria, o mesmo foi espalhado em uma lona preta mantendo uma espessura média de aproximadamente 20 cm (Figura 1). O resíduo úmido de cervejaria ficava exposto ao sol pelo período das 7 às 17 horas. Esse processo ocorreu no período de agosto de 2011, ou seja, no auge da seca no centro-oeste, do qual são marcantes por ausência de chuvas e umidade relativa do ar próximo a 15%.



Figura 1. Foto do resíduo úmido de cervejaria espalhado para o processo de desidratação.

Nesse período, foi realizado o monitoramento, a cada duas horas a temperatura (sol e sombra) (Tabela 1). Sendo amostras do resíduo de cervejaria a cada três horas para estimar a curva de desidratação até as 36 horas (Tabela 2). No período noturno foi colocada uma lona preta sob o material para proteger do sereno. Após a desidratação atingida de matéria seca, o material foi acondicionado em sacos plásticos transparentes, com capacidade de 20 kg, e guardado em galpão fechado para posterior utilização.

Tabela 1. Temperatura de amostragem com termômetros à sombra e ao sol durante o processo de desidratação do resíduo úmido de cervejaria, até 36 horas, em agosto de 2010.

Horário (horas)	Temperatura a sombra (°C)	Temperatura ao sol (°C)
Dia 1		
7	24	25
9	27	27
11	32,5	33
13	36	37
15	33	33
17	30	32
Dia 2		
7	21	22
9	30	31
11	36	37
13	37	38
15	35	37
17	27	27
Dia 3		
7	28	30
9	34	41
11	43	39
13	39	42
15	37	40
17	28	30
Dia 4		
7	33	36
9	37	39
11	39	40
13	35	40

Tabela 2. Teores de matéria seca e úmida do resíduo úmido de cervejaria durante o processo de desidratação até 36 horas, em agosto de 2010.

Tempo de desidratação	%Matéria seca	%UR
0	23,32	76,68
3	28,72	71,28
6	32,43	67,57
9	34,48	65,52
12	36,22	63,78
15	36,63	63,37
18	36,67	63,33
21	44,83	55,17
24	51,92	48,08
27	60,66	39,34
30	65,79	34,21
33	79,17	20,83
36	89,96	15,28

2.3. Perfil fermentativo

À abertura dos silos, foram coletadas subamostras de, aproximadamente, 25 g para análise de pH, às quais foram adicionados 100 mL de água e, após repouso por duas horas, foi efetuada a leitura do pH, utilizando-se um potenciômetro. Em outra subamostra de 25 g, foram adicionados 200 mL de uma solução de H₂SO₄, 0,2 N, permanecendo em repouso por 48 horas para, em seguida, efetuar-se a filtração em filtro tipo Whatman 54. Este filtrado foi armazenado em geladeira para posterior análise de N-amoniaco (Bolsen et al., 1992).

A análise do poder tampão foi determinada em amostras congeladas, de acordo com a técnica descrita por Playne & McDonald (1966). Pesaram-se de 15 a 20 g do material fresco, efetuando-se a maceração em liquidificador, com 250 mL de água destilada. O macerado foi titulado, primeiramente, para pH 3,0 com HCl 0,1N para liberar bicarbonatos e CO₂ e, então, titulado para pH 6,0 com NaOH 0,1N. A

capacidade tampão foi expressa como equivalente miligrama de álcali requerido para mudar o pH de 4,0 para 6,0 por 100 g de matéria seca, após correção para o valor da titulação de 250 mL de água.

Para determinação dos ácidos orgânicos, aproximadamente 25 g de silagem fresca foram diluídas em 250 mL de água destilada e homogeneizadas em liquidificador industrial durante um minuto. O extrato aquoso resultante foi filtrado em filtro de papel, e 100 mL foram acidificados com H₂SO₄ 50% e, posteriormente, filtrado em papel de filtragem rápida (Kung Jr. & Ranjit., 2001). Em 2 mL deste filtrado, foram adicionados 1 mL de solução de ácido metafosfórico 20% e 0,2 mL de solução de ácido fênico 1%, utilizado como padrão interno. A determinação dos ácidos láctico, acético, butírico e propiônico foi realizada por cromatografia líquida de alto desempenho (HPLC), marca Shimadzu SPD-10, com comprimento de onda de 210 nm. Usou-se uma coluna C-18, de fase reversa, com pressão de 168 kgf e fluxo de 1,5 mL/minuto.

2.4. Composição química e digestibilidade *in vitro* da matéria seca

Para avaliação da composição química, foram colhidas amostras do material fresco, antes da ensilagem, e após a abertura dos silos. Estas amostras foram submetidas à pré-secagem por 72 horas, em estufa de ventilação forçada a 65 °C e, em seguida, foram moídas em moinho tipo Willey.

Foram determinados os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína (FDN_{cp}), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM), extrato etéreo (EE) e lignina conforme metodologias de Silva & Queiroz (2002).

A digestibilidade *in vitro* de matéria seca (DIVMS) foi determinada segundo Tilley & Terry (1963), por meio da pesagem de 0,5 g de amostra pré-seca em tubos de centrífuga previamente secos e calibrados. Aos tubos, foram adicionados 40 mL de solução de McDougall (saliva artificial) e 10 mL de inóculo de rúmen de animais mantidos em pastagem de capim-marandu com sal mineral no cocho. Os tubos foram vedados com rolhas de borracha contendo válvula de bunsen (imediatamente depois da passagem do CO₂) e incubados por 48 horas em estufa de temperatura controlada, sendo agitados, pelo menos três a quatro vezes durante a fermentação.

A segunda fase ocorreu após centrifugação e descarte do sobrenadante. Uma solução de pepsina (1:10.000) foi adicionada (50 mL) a 0,2% em cada tubo, agitando-os e colocando-os em estufa a 39 °C por mais 48 horas. Após lavagem, secagem e pesagem dos tubos, foram realizados os cálculos, segundo a fórmula a seguir:

$$\text{DIVMS} = \frac{100 \times \text{g de MS na amostra} - (\text{g de MS residual} - \text{g de MS do branco})}{\text{g de MS da amostra}}$$

Os carboidratos solúveis foram determinados conforme método descrito por Bailey (1981), modificado por Valadares Filho (1997). O princípio desse método consiste na extração dos carboidratos com solução alcoólica a 80%, na reação com solução ácida preparada com antrona e na posterior leitura em espectrofotômetro utilizando-se solução de glicose para o preparo da curva padrão. Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados de acordo com Van Soest (1994), por meio da equação: $\text{NDT (\%)} = \text{Deg} + (1,25 \times \text{EE}) - \text{MM}$. (Deg = Degrabilidade; 1,25 = fator de correção; EE = Extrato etéreo; MM = Matéria mineral).

2.5. Perdas por gases e efluentes

As perdas de matéria seca nas silagens sob as formas de gases e efluentes foram quantificadas por diferença de peso. Pela equação abaixo, foram obtidas as perdas por gases. Esta equação baseia-se na diferença de peso da massa de forragem seca.

$G (\% \text{ MS}) = [(\text{Pschf} - \text{Pscha}) / (\text{MVfi} \times \text{MSfe})] \times 100$, em que:

G (% MS): Perdas por gases;

Pschf: Peso do silo cheio (kg) no fechamento do silo;

Pscha: Peso do silo cheio (kg) na abertura;

MVfi: Massa verde (kg) de forragem ensilada;

MSfe: Matéria seca (%/100) da forragem ensilada.

As perdas por efluente foram calculadas pela equação abaixo, baseadas na diferença de peso da areia colocada no fundo do silo por ocasião do fechamento e abertura dos silos experimentais.

$E [(kg/ton MV) = \{[(Psvaa - Tb) - (Psa - Tb)]/MVfi\} \times 100$, em que:

$E [(kg/ton MV)$: Perdas por efluente;

Psvaa: Peso do silo vazio com areia (kg) no fechamento do silo;

Tb: Tara do balde;

Psa: Peso do silo com areia (kg) antes da colocação da forragem a ser ensilada;

MVfi: Massa verde de forragem (kg) ensilada.

2.6. Recuperação da matéria seca e da proteína bruta

A recuperação da matéria seca e da proteína bruta foi estimada através das equações abaixo:

A recuperação da matéria seca:

$RMS (\%) = [(MSi \times MSsi)/(MVfo \times MSfo)] \times 100$, em que:

RMS (%): Recuperação de matéria seca em porcentagem;

MSi: Massa da silagem (kg) na abertura dos silos;

MSsi: Matéria seca da silagem (%) na abertura dos silos.

MVfo: Massa verde de forragem (kg) no momento da ensilagem;

MSfo: Matéria seca da forragem (%) no momento da ensilagem.

A recuperação da proteína bruta:

$RPB = (MFa \times MSa \times PBa)/(MFf \times MSf \times PBf) \times 100$, em que:

RPB: taxa de recuperação da proteína bruta (%);

MFa: massa de forragem na abertura (kg);

MSa: teor de matéria seca da forragem na abertura (%);

PBa: teor de proteína bruta na abertura (%MS).

MFf: massa de forragem no fechamento (kg);

MSf: teor de matéria seca da forragem no fechamento (%);

PBf: teor de proteína bruta no fechamento (% MS).

2.7. Análise dos dados

Os dados obtidos referentes à desidratação do resíduo úmido de cervejaria, perfil fermentativo, composição química, perdas por gases e efluentes e recuperação da matéria seca e proteína bruta da silagem de capim-marandu aditivada com resíduo de cervejaria foram analisados estatisticamente, sendo a escolha dos modelos baseadas na significância dos parâmetros de regressão, testados pelo teste t ($P < 0,05$), e nos valores dos coeficientes de determinação, utilizando-se o programa SAEG, versão 8.1 (UFV., 1999).

3. Resultados e Discussão

3.1. Desidratação do resíduo de cervejaria

Foi verificado que, nos dois primeiros dias ou nas primeiras 24 horas de exposição do material ao sol, a temperatura média aferida tanto à sombra quanto ao sol foi, em média, de 31 °C, (Figura 2) a qual promoveu redução mais lenta da perda de umidade do resíduo (Figura 3). No entanto, nos demais dias que completaram às 36 horas de exposição ao sol, a temperatura aumentou expressivamente, chegando a, aproximadamente, 40 °C na temperatura aferida ao sol.

Tal condição promoveu uma aceleração pontual do processo de desidratação do resíduo úmido de cervejaria, o que refletiu em um comportamento quadrático dos teores de umidade e matéria seca (Figura 3). Nessa condição, o processo de exposição do resíduo úmido de cervejaria ao sol por 36 horas atingiu o teor de matéria seca de, aproximadamente, 90%, teor esse próximo ao de diferentes alimentos alternativos que foram utilizados como higroscópicos por promover o aumento de matéria seca em silagens de capim com umidade alta, por diversos autores. Zanine et al. (2006ab) observaram o efeito do farelo de trigo em silagens de capim mombaça e capim-elefante; Cândido et al. (2007) estudaram resíduo de maracujá desidratado como aditivo para silagem de capim-elefante; Pires et al. (2009) trabalharam com capim-elefante ensilado com casca de café, farelo de cacau ou farelo de mandioca; Zanine et al. (2011) avaliaram raspa de mandioca desidratada como aditivo para silagem de capim-elefante.

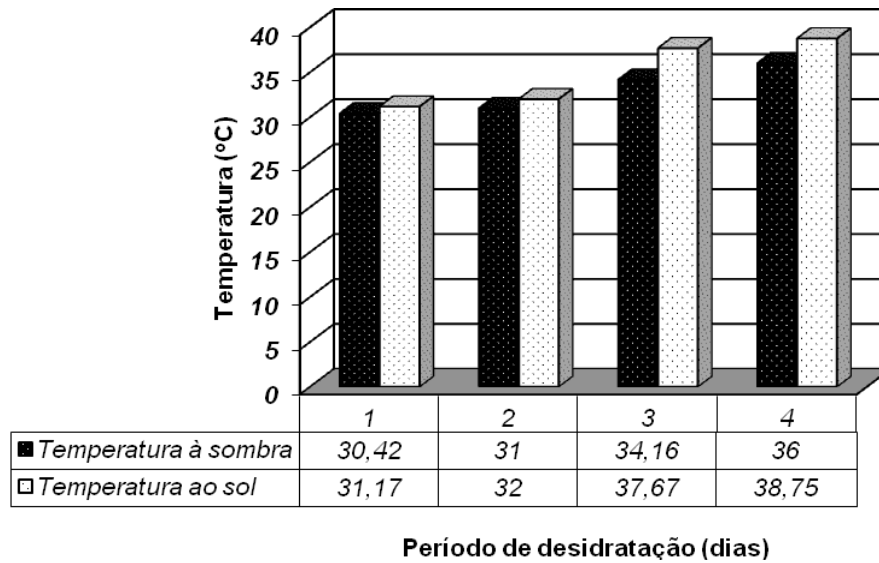


Figura 2. Médias das temperaturas em função dos dias de coleta de desidratação do resíduo úmido de cervejaria.

Vale ressaltar que, observando as curvas de matéria seca e umidade (Figura 3), o ponto de encontro entre as curvas mostra que, aproximadamente, 22 horas de desidratação já seriam suficientes para reduzir 50% de umidade do resíduo úmido de cervejaria a uma temperatura média de 31 °C. No entanto, se a temperatura for maior, como é a média do estado de Mato Grosso, menor será o tempo de desidratação.

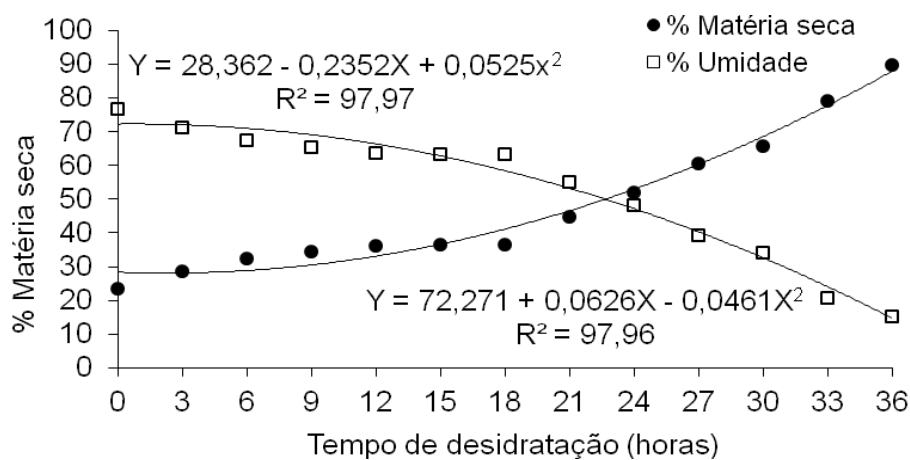


Figura 3. Teores de matéria seca e umidade do resíduo úmido de cervejaria em relação ao tempo de desidratação.

3.2. Perfil fermentativo das silagens

Os valores de pH e poder tampão das silagens decresceram de forma quadrática ($P < 0,05$) em função dos níveis de resíduo de cervejaria desidratado (Tabela 3), devido principalmente ao efeito do elevado teor de matéria seca (Tabela 3) gerar elevada capacidade higroscópica. De acordo com McDonald et al. (1991), a faixa de pH considerada ideal é de 3,8 a 4,2. Logo, os valores encontrados nas silagens aditivadas com o resíduo de cervejaria estão dentro da faixa ideal.

Destaca-se que o uso de aditivos higroscópicos na ensilagem de gramíneas tropicais pode contornar possíveis limitações, decorrentes do alto teor de umidade, do baixo teor de carboidratos solúveis e do elevado poder tampão, sendo que, no presente experimento, ocorreu melhora do perfil fermentativo com a adição dos níveis de resíduo de cervejaria desidratado. Segundo Woolford (1984) se esses fatores forem controlados, o processo fermentativo será adequado, o que favorece a produção de silagens de qualidade.

Efeito positivo foi observado, também, no comportamento linear da equação de regressão para o valor de nitrogênio-amoniaco, ou seja, à medida que se incrementou o nível do aditivo, reduziu-se, proporcionalmente, o efeito da amônia nas silagens, o que ocorreu devido à redução do valor de pH pelo aditivo. Segundo Pahlow et al. (2003) e Muck (1996), em silagens com pH reduzido, bactérias proteolíticas são inibidas, reduzindo desta maneira, a proteólise e, conseqüentemente, a produção de N-amoniaco.

Levando em consideração a silagem controle, onde o teor de $N-NH_3$ teve o valor de 8,18%, e com a inclusão de 20% de resíduo de cervejaria na ensilagem de capim-marandu, o valor reduziu em 1,18 pontos percentuais, com o valor de 7% de $N-NH_3$. Tendo por base o valor recomendado na faixa de 5-7% em silagens com 30-40% de MS (Muck, 1998), o nível de inclusão de 20% já é satisfatório.

Adicionalmente, o comportamento linear decrescente do N-amoniaco pode ser conseqüência da diminuição de enterobactérias ou da redução de bactérias clostrídicas, tendo em vista que estas se desenvolvem melhor em silagens com pH mais elevado (McDonald et al., 1991). A atividade de protease é instável em pH ácido. Logo, redução da proteólise, em pH inferior a 5, é resultante de uma atividade reduzida e, ou, inativação de enzimas (Rook & Hatfich, 2003).

Nessa realidade, destaca-se que o resíduo de cervejaria desidratado, utilizado na silagem de capim como absorvente de umidade, é um importante aditivo, pois, adicionado com a forragem úmida, elevou seu peso em matéria seca, ao mesmo tempo em que preservou os nutrientes que seriam perdidos pela fermentação secundária (Tabela 3). Esse efeito, provavelmente, ocorreu devido ao favorecimento das bactérias ácido-láticas, as quais promoveram rápida redução do pH (Tabela 3), tendo em vista que a produção de ácido láctico é a principal responsável pela redução do pH de silagens (Muck, 1996).

Tabela 3. Valores de pH, nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e poder tampão (PT) e as respectivas equações de regressão (R²) e coeficiente de variação (CV), do capim marandu ensilado com níveis de resíduo de cervejaria desidratado

Variável	Nível de resíduo de cervejaria desidratado (%)					Equação de regressão**	R ² (%)	CV (%)
	0	10	20	30	40			
pH	4,28	4,19	4,13	4,12	4,09	Y=4,276-0,00094X+0,0001X ²	95,80	2,22
N-NH ₃ (% NT)	7,61	7,03	6,45	5,89	5,29	Y=8,189-0,0578X	87,22	3,55
PT (eq. HCL)	22,08	21,12	20,4	20,0	19,7	Y=23,256-0,118X+0,0012X ²	99,09	2,28

** Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t

Na Tabela 4, pode-se observar comportamento quadrático positivo (P<0,05) do teor de ácido láctico com os níveis de resíduo de cervejaria desidratado incluídos na ensilagem do capim, estimando-se valores de 2,236, 3,136 e 3,276%, para os níveis 0%, 30% e 40% de inclusão respectivamente. Este fato mostra efetivamente o potencial efeito do aditivo higroscópico. No entanto, o comportamento quadrático mostra uma potencial inflexão na curva, ou seja, provavelmente, níveis acima de 40% podem elevar muito os teores de proteína bruta e matéria seca na silagem (Tabela 3), podendo o excesso de proteína bruta estimular proteases,

conjuntamente com o aumento de matéria seca dificultar a compactação e favorecer microrganismos deletérios, uma vez que o comportamento do valor de pH, o principal regulador desses microrganismos, teve o mesmo comportamento estatístico.

Adicionalmente, os teores de ácido acético e butírico decresceram ($P < 0,05$) também de forma quadrática em função dos níveis de inclusão (Tabela 4), enfatizando o limiar do nível de 40% de inclusão. O ácido propiônico apresentou comportamento linear negativo ($P < 0,05$), ou seja, para cada 1% de resíduo de cervejaria incluído na ensilagem de capim-marandu, houve decréscimo de 0,006% do ácido. Efetivamente, a redução do pH do meio (Tabela 3) inibiu o desenvolvimento de enterobactérias e bactérias clostrídicas, que são produtoras destes ácidos, reduzindo a sua concentração na silagem.

Vale destacar que Senger et al. (2005) avaliando o perfil fermentativo de silagens de milho, descreveu resultados semelhantes dos valores de pH, N-amoniacoal e ácidos graxos voláteis, ou seja, a qualidade da silagem de capim-marandu com 20% de resíduo de cervejaria desidratado, já apresentou valores semelhantes a silagens de milho bem compactadas e com teor de matéria seca ideal para esta cultura.

Tabela 4. Valores médios de ácido láctico, ácido acético, ácido butírico e ácido propiônico, e respectivas equações de regressão (R^2) e coeficiente de variação (CV), do capim-marandu ensilado com níveis de resíduo de cervejaria desidratado

Variável	Nível de resíduo de cervejaria desidratado (%)					Equação de regressão**	CV (%)	R^2 (%)
	0	10	20	30	40			
Ácido láctico (% MS)	2,287	2,484	3,007	3,114	3,207	$Y=2,236+0,0425X-0,0004X^2$	7,57	95,41
Ácido acético (%MS)	0,500	0,493	0,460	0,458	0,458	$Y=0,53-0,0031X+0,00003X^2$	8,90	90,12
Ácido butírico (%MS)	0,026	0,024	0,023	0,020	0,019	$Y=0,0259-0,0002X+0,000020X^2$	9,52	93,20
Ácido propiônico (%MS)	0,236	0,230	0,223	0,217	0,212	$Y=0,2419-0,0061X$	7,23	95,99

3.3. Perdas e recuperação de nutrientes das silagens

As perdas por gases e por efluentes reduziram de forma linear ($P<0,05$), conforme o nível de resíduo de cervejaria desidratado foi acrescido (Tabela 5). Houve redução das perdas por gases, de 9,49% na silagem sem aditivo, para 2,45% no maior nível de inclusão, com redução de 7,04 pontos percentuais. Para as perdas por efluentes, esses valores variaram de 16,05 para 1,77%, respectivamente, redução esta ainda maior, com valor de 14,28 pontos percentuais (Tabela 5).

As perdas por gases na silagem são resultantes de fermentações secundárias, exercidas por enterobactérias, bactérias clostrídicas e microrganismos aeróbios, que, normalmente, crescem em silagens mal fermentadas, pois silagens bem fermentadas, com predomínio de fermentação láctica, resultam em mínimas

perdas de nutrientes, tendo em vista que esta fermentação consiste na produção de dois moles de ácido láctico a partir de um mol de glicose, sem produção de CO₂ ou outro metabólito secundário (McDonald, 1981; Muck, 1996).

Destaca-se que as perdas por gases e efluentes já foram minimizadas no tratamento com 20% de resíduo de cervejaria desidratado e, no caso de perdas por efluentes, basicamente não foi observada no tratamento com maior adição, ficando evidente o efeito do aditivo como absorvente de umidade (Tabela 6). A retenção de efluente reduz as perdas de nutrientes por lixiviação conservando a qualidade da silagem (McDonald, 1981). Estes resultados são concordantes com os de Zanine et al. (2011) e Zanine et al. (2006ab), que verificaram redução da produção de efluentes para valores próximos de zero, quando adicionados raspa de mandioca e/ou farelo de trigo em níveis próximos aos do presente estudo.

Segundo Loures e Nussio (2002), as perdas de efluentes são acompanhadas por perdas de proteínas, carboidratos e minerais, marcadamente em silagens com elevado teor de umidade, principalmente, pelo conteúdo de matéria seca e pelo grau de compactação que pode variar entre 50 a 300 litros/ton de forragem.

Para a recuperação de matéria seca, foi observado comportamento linear crescente ($P < 0,05$) com o uso do aditivo. Cada 1% de resíduo de cervejaria desidratado adicionado na ensilagem de capim-marandu promoveu recuperação de 0,44% de matéria seca (Tabela 5). Pode-se concluir que a redução das perdas por gases e efluentes foi acompanhada pelo aumento da recuperação de matéria seca. Segundo McCullough (1977), o potencial de uma gramínea para ensilagem depende do teor original de umidade, que deve situar-se próximo a 70%, pois, do contrário, a fermentação por bactérias do gênero *Clostridium* é significativa. Talvez por esta razão não foram verificadas tantas diferenças na média de recuperação da matéria seca entre as silagens com 20 a 40% resíduo de cervejaria desidratado, o que sugere que a adição de níveis próximos a 20% do aditivo seja suficiente para minimizar fermentações secundárias.

Assim como registrado no presente experimento, a adição de alimentos higroscópicos é reportada na literatura (Monteiro et al., 2005; Zanine et al., 2006a) como responsável por aumento da matéria seca recuperada de silagens. Segundo Muck (1996), a predominância de bactérias lácticas homofermentativas resulta na produção de ácido láctico a partir de açúcares, sem formação de metabólitos secundários, reduzindo-se, assim, as perdas de matéria seca na forma de gás.

Resultado similar foi observado para a recuperação da proteína bruta (Tabela 5). A equação linear crescente mostra que, com 20% de inclusão do aditivo, já aumentou a recuperação de proteína bruta para 80,33%, 7,2 pontos percentuais a mais que a silagem sem aditivo (73,13%). Os maiores valores de recuperação tanto de matéria seca quanto de proteína bruta, indicam que houve inibição de enterobactérias, bactérias heterofermentativas e bactérias proteolíticas, responsáveis pela elevação das perdas, como consequência, provavelmente, da redução do pH das silagens aditivadas (Muck, 1996).

Tabela 5. Perdas por gases (PG), produção de efluentes (PE), recuperação da matéria seca (RMS) e recuperação da proteína bruta (RPB), e as respectivas equações de regressão (R^2) e coeficiente de variação (CV), do capim-marandu ensilado com níveis resíduo de cervejaria desidratado

Variável	Nível de resíduo de cervejaria desidratado (%)					Equação de regressão**	CV (%)	R^2 (%)
	0	10	20	30	40			
PG	10,42	7,23	4,98	3,95	3,26	$Y=9,49-0,176X$	10,66	96,93
PE	14,49	7,66	3,61	0,82	0,02	$Y=16,05-0,357X$	9,28	90,91
RMS	64,13	73,25	78,68	81,4	82,5	$Y=67,014+0,44X$	4,34	89,67
RPB	71,14	77,86	82,44	85,1	85,9	$Y=73,136+0,36X$	3,12	90,69

** Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t

3.4. Composição química e digestibilidade *in vitro* da matéria seca

Os teores médios de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, hemicelulose e digestibilidade *in vitro* da matéria seca do resíduo de cervejaria desidratado antes da ensilagem (Tabela 6) foram em média superiores aos observados por Albuquerque (2009); Silva et al. (2010) e Silva et al. (2011), o que pode ser explicado pelo processo de produção e

desidratação, que concentra mais nutrientes, tendo em vista os demais autores terem apresentados os dados na base natural.

Tabela 6. Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca da resíduo de cervejaria desidratado (RCD)

Aditivo	MS (%)	PB (% MS)	EE (% MS)	FDN (% MS)	FDA (% MS)	HEM (% MS)	DIVMS (% MS)
RCD	89,96	29,92	6,52	60,75	30,09	30,66	67,85

Os valores médios dos teores de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, hemicelulose, matéria orgânica e material mineral registrados para a silagem de capim-marandu com os níveis de inclusão do resíduo de cervejaria desidratado, antes da ensilagem (Tabela 6) estão próximos aos observados por Evangelista et al. (2004), Gonçalves et al. (2007) e Ribeiro et al. (2008), e acima dos valores verificados por Amaral et al. (2008), por ter colhido a forragem de capim-marandu em estágio de desenvolvimento mais avançado.

No momento da ensilagem, o capim-marandu apresentou teor de matéria seca abaixo de 30 - 35% (Tabela 7), característica dos capins de clima tropical, em que o excesso de umidade limita a obtenção de silagens de boa qualidade, além do risco de promoverem fermentações secundárias, se ensiladas imediatamente após o corte, e sem a adição de aditivos capazes de aumentar a matéria seca do capim (McDonald, 1991; Driehuis et al., 2000; Zanine et al., 2011).

Tabela 7. Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM), matéria mineral (MM) e matéria orgânica (MO) do capim-marandu com níveis de resíduo de cervejaria desidratado, antes de ensilar

Variável	Nível de resíduo de cervejaria desidratado (%)				
	0	10	20	30	40
MS (%)	26,35	34,92	36,93	38,41	49,75
PB (% MS)	7,51	10,67	12,68	13,71	14,85
FDN (% MS)	74,38	66,36	63,22	62,96	60,37
FDA (% MS)	29,98	30,97	31,20	32,50	32,67
HEM (% MS)	44,40	35,39	32,02	30,46	27,70
MO (% MS)	93,68	93,82	93,62	93,63	92,82
MM (% MS)	6,32	6,18	6,38	6,37	6,18

O teor de matéria seca das silagens de capim-marandu elevou linearmente com a adição do resíduo de cervejaria desidratado ($P < 0,05$) (Tabela 8). A adição do resíduo promoveu elevação de 20,5 pontos percentuais entre a testemunha e o maior nível de adição (40%), fazendo o teor de matéria seca variar de 17,93% com 0% de adição do resíduo de cervejaria desidratado para 38,43% de matéria seca à adição de 40% do resíduo de cervejaria. Houve acréscimo de 0,51 unidades percentuais de matéria seca a cada 1% de adição do aditivo da agroindústria.

Gonçalves et al. (2007) observaram que a adição do pedúnculo de caju promoveu elevação de 13,00 pontos percentuais entre a testemunha e o maior nível de adição (20%) fazendo o teor de matéria seca variar de 20,84% com 0% de adição do pedúnculo de caju para 33,84% de matéria seca à adição de 20% de pedúnculo

de caju. Os autores registraram acréscimo de 0,65 unidades percentuais de matéria seca a cada 1% de adição do pedúnculo de caju.

Vale enfatizar que segundo Muck (2001), o teor de matéria seca de silagens de gramíneas, pode variar de 30% a 50%. Em silagens com teores menores do que 30%, as perdas por efluente e fermentação por clostrídios é significativa e, com teores maiores do que 50% ocorrem danos por calor e deterioração, devido à dificuldade de compactação. Nesse sentido, todas as silagens com níveis de resíduo de cervejaria acima de 20% se enquadram dentro dessa realidade.

Os teores de proteína bruta elevaram-se linearmente quando se adicionou o resíduo de cervejaria na ensilagem do capim-marandu ($P < 0,05$). Para esta variável, observaram-se acréscimos de 0,17 pontos percentuais a cada 1% de adição do aditivo. Porém, observou-se que nas silagens do tratamento apenas com capim-marandu, os teores de proteína bruta foram reduzidos de 7,51% na pré-ensilagem (Tabela 7) para 6,73%, cessado o processo fermentativo, mostrando, dessa forma, a importância do resíduo de cervejaria desidratado no incremento de proteína bruta nas silagens dos demais níveis. O máximo percentual atingido pela proteína bruta no maior nível de adição (13,61%) foi superior em 6,9 unidades percentuais aos valores observados no tratamento testemunha.

Vale destacar que, proporcionalmente, o nível de adição de 1,55% do resíduo de cervejaria fez com que o nível mínimo de 7% PB, necessário para o bom funcionamento ruminal, fosse alcançado (Silva & Leão, 1979). Isso, devido ao alto teor de proteína bruta desse resíduo (29,92%) (Tabela 6). Tendo por base o nível de inclusão de 20% a silagem já teria 10,17% de proteína bruta. Comparando este valor com os resultados de Senger et al. (2005) que trabalharam com silagens de milho, os autores registraram nas melhores silagens valores de 7,7% de PB, valor este 30% inferior a silagens com 20% de resíduo desidratado de cervejaria, mostrando o potencial desta silagem.

Não houve efeito dos níveis de resíduo de cervejaria sobre os teores de matéria orgânica, material mineral e carboidratos solúveis na silagem de capim-marandu ($P > 0,05$), sendo os valores médios de 93,29, 6,70 e 4,12%, respectivamente. Essa falta de efeito é de se esperar tendo em vista a proximidade desses teores do capim-marandu com o do resíduo de cervejaria desidratado (Tabela 6). Como os teores de carboidratos solúveis não apresentaram efeitos, pode-se inferir que a grande melhora em termos de qualidade de silagem, ou seja,

melhora do perfil fermentativo ocorreu pelo efeito de seqüestro de água no capim ensilado pelo aditivo.

O teor de extrato etéreo (Tabela 8) apresentou comportamento quadrático, de modo que o valor máximo foi estimado em 5,46% de extrato etéreo para o nível de 29,07% de resíduo de cervejaria desidratado. Valor esse dentro do nível preconizado pelo NRC (2001), que enfatiza que o total de gordura na dieta não deve ultrapassar 5 a 7% na matéria seca, pois, pode ocorrer reduções na fermentação ruminal, na digestibilidade da fibra e na taxa de passagem.

O teor de NDT (Tabela 8) aumentou linearmente ($P < 0.05$) com a inclusão do resíduo de cervejaria na ensilagem de capim-marandu. A adição do resíduo promoveu elevação de 23,21 pontos percentuais entre a testemunha e o maior nível de adição (40%) fazendo o teor de NDT variar de 33,18% com 0% de adição do resíduo de cervejaria desidratado para 56,39% de NDT com adição de 40% do resíduo de cervejaria. Houve acréscimo de 0,57 unidade percentual de NDT a cada 1% de adição do aditivo da agroindústria. Observou-se, também, que, proporcionalmente, com a adição de 20% de resíduo de cervejaria, atingiu-se 44,83% de NDT, ou seja, 11,65 pontos percentuais a mais que a silagem testemunha (33,18%). A energia oriunda do NDT é tida como o primeiro fator limitante à vida e as funções produtivas, dessa forma, a disponibilidade do NDT para os animais por meio da alimentação são de extrema importância para o atendimento das exigências dos ruminantes. Segundo Cabral et al. (2006), a faixa ideal de nutrientes digestíveis totais, para o atendimento das exigências nutricionais está na faixa de 55 a 85%, valores esses, observados no maior nível de inclusão, evidenciando que a adição do aditivo contribuiu para a qualidade, como para o valor nutritivo da silagem de capim.

Tabela 8. Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria orgânica (MO), material mineral (MM), extrato etéreo (EE), carboidratos solúveis (CS), nutrientes digestíveis totais (NDT), e as respectivas equações de regressão (R^2) e coeficiente de variação (CV), do capim-marandu ensilado com níveis resíduo de cervejaria desidratado

Variável	Níveis de resíduo de cervejaria desidratado (%)					Equação de regressão**	CV (%)	R^2 (%)
	0	10	20	30	40			
MS (%)	24,13	27,91	31,02	39,5	43,9	$Y=17,936+0,5125X$	4,49	97,14
PB (% MS)	7,19	11,39	12,63	13,5	14,7	$Y=6,733+0,172X$	2,64	88,14
MO (% MS)	6,31	7,13	7,02	6,52	6,55	$Y=6,706$	--	--
MM (% MS)	93,69	92,87	92,98	93,4	93,4	$Y=93,294$	--	--
EE (% MS)	3,52	5,08	5,19	5,29	5,42	$Y=3,688+0,1221X - 0,0021X^2$	5,23	85,89
CS (%)	4,06	4,09	4,12	4,15	4,19	$Y=4,12$	--	--
NDT (% MS)	33,27	39,06	44,85	50,6	56,4	$Y=33,18+0,578X$	4,78	84,58

** Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

Houve efeito linear decrescente dos níveis de resíduo de cervejaria para os teores de fibra em detergente neutro e para a hemicelulose na silagem de capim-marandu ($P<0,05$) (Tabela 9). Houve decréscimo de 0,29 e 0,40 unidades percentuais de FDN e HEM a cada 1% de adição do aditivo da agroindústria de cervejaria, respectivamente. Observou-se que a adição de 40% de resíduo de cervejaria atingiu-se 58,16% de FDN e 24,54 de HEM, ou seja, 11,89 e 16,33 pontos percentuais a menos que a silagem testemunha, respectivamente. Levando em consideração o nível médio de inclusão do aditivo (20%), os valores foram 64,10% de FDN e 32,71% de HEM, o que representa 5,95 e 8,16 pontos percentuais a

menos que a silagem de capim. Possivelmente, esse fato, pode ter ocorrido em função da redução do teor de lignina (Tabela 9), oriundo da adição do resíduo de cervejaria. E, ainda de uma possível redução da FDN, devido à possibilidade de hidrólise ácida da hemicelulose (Tabela 9), como consequência da redução do pH do meio (Tabela 3) realizada por bactérias lácticas (Muck, 1996; Penteado et al., 2006). Teles et al. (2010), avaliando níveis (0; 4; 8; 12 e 16%) de adição do pedúnculo de caju desidratado na ensilagem do capim-elefante, observaram que o teor de matéria seca das silagens aumentou de 17,96%, no nível 0%, para 23,72%, no nível 16% de pedúnculo de caju desidratado, enquanto o teor de FDN reduziu de 72,66%, no nível 0%, para 61,30%, no nível 16% de pedúnculo de caju desidratado. Fontaneli et al. (2000) verificaram valores médios de 60,7% em silagem de milho, valor próximo aos observado no presente estudo com a inclusão de 30% do aditivo.

Não houve efeito dos níveis de resíduo de cervejaria sobre o teor de fibra em detergente ácido na silagem de capim-marandu ($P > 0,05$). Essa falta de efeito é de se esperar, tendo em vista a proximidade desses teores do capim-marandu com o do resíduo de cervejaria desidratado 30,09% (Tabela 6).

O teor de lignina apresentou comportamento linear negativo com a inclusão de resíduo de cervejaria (Tabela 9). Para cada 1% de resíduo incluído na ensilagem de capim-marandu, houve redução de 0,015%, sendo registrado valor mínimo de lignina na adição de 40% de resíduo de cervejaria (6,13%), o nível intermediário de 20% (6,45%) e a silagem testemunha (6,77%), o que representa 0,64 e 0,34 pontos percentuais em relação à silagem apenas com capim, respectivamente.

Vale destacar que a redução dos componentes da fração fibrosa deve-se à composição do resíduo de cervejaria desidratado (Tabela 7), que possui maior teor de matéria seca e menores de FDN, HEM e lignina do que o capim usado na ensilagem.

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca das silagens de capim-marandu elevou-se com a adição do resíduo de cervejaria desidratado ($P < 0,05$). A adição do aditivo promoveu elevação de 4,63 pontos percentuais entre a silagem testemunha e o maior nível de adição (40%) fazendo o valor de DIVMS variar de 62,10% com 0% de adição do resíduo de cervejaria para 66,73% de DIVMS à adição de 40% do aditivo. Houve acréscimo de 0,11 unidade percentual da DIVMS a cada 1% de adição resíduo de cervejaria desidratado.

Observou-se, também, que, com a adição de 20% de resíduo de cervejaria, atingiu-se o nível de 64,42% de DIVMS, ponderando novamente que esse nível médio já seria eficiente na melhoria da digestibilidade, haja visto que a diferença entre esse nível de inclusão para o maior nível (40%) foi de apenas 2,31 unidades percentuais, o qual, para ser alcançado, teria que incluir o dobro de resíduo de cervejaria na silagem. Comparando a silagem do presente estudo ensilada com 20% de resíduo de cervejaria com as melhores silagens de milho do experimento de Senger et al., (2005), houve superioridade de aproximadamente 6,0 pontos percentuais a favor da silagem de capim com resíduo.

Tabela 9. Teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM), lignina (LG) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), e as respectivas equações de regressão (R^2) e coeficiente de variação (CV), do capim-marandu ensilado com níveis de resíduo de cervejaria desidratado

Variável	Nível de resíduo de cervejaria desidratado (%)					Equação de regressão**	CV (%)	R^2 (%)
	0	10	20	30	40			
FDN (% MS)	73,63	64,06	61,25	61,6	60,0	$Y=70,052-0,2972X$	1,99	71,13
FDA (% MS)	29,45	30,28	30,96	32,3	32,8	$Y=31,172$	--	--
HEM (% MS)	44,18	33,78	30,29	29,3	26,0	$Y=40,878-0,4084X$	4,55	85,64
LG (% MS)	6,89	6,48	6,40	6,32	6,18	$Y=6,77-0,0158X$	6,87	82,36
DIVMS (% MS)	60,93	64,37	65,10	65,6	66,1	$Y=62,106+0,1157X$	6,98	77,05

** Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

4. Conclusões

A inclusão de 20% de resíduo de cervejaria desidratado naturalmente em silagem de capim-marandu, promove redução das perdas por gases e efluentes, aumentando a recuperação de matéria seca e proteína bruta, promovendo melhorias na composição química e garante com este nível de inclusão melhoria da digestibilidade.

5. Referências Bibliográficas

- AMARAL, R.C. BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A. Estabilidade aeróbia de silagens do capim-marandu submetidas a diferentes intensidades de compactação na ensilagem. **R. Bras. Zootec.**, v.37, n.6, p.977-983, 2008.
- ALBUQUERQUE, D.M.N. **Resíduo desidratado de cervejaria para suínos em crescimento e terminação**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal do Piauí - Teresina, 2009, 71p.
- BAILEY, R.W. Quantitative studies of ruminant digestion. II. Loss of ingested plant carbohydrates from the reticulorumen. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.10, n.1, p.15-32, 1981.
- BOLSEN, K.K.; GADEKEN, D.; FLACHOWSKY, O. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.11, p.3066-3083, 1992.
- CÂNDIDO, M.J.D. Nunes, F.C.S. Neiva, J.N.M. Rodriguez, N.M. Características fermentativas e composição química de silagens de capim elefante contendo subproduto desidratado do maracujá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1489-1494, 2007.
- DRIEHUIS, F.; ELFERINK, S.J. W.H.O.; VANWIKSELAAR, P.G. Fermentation characteristics and aerobic stability of grass silage inoculated with *Lactobacillus buchneri*, with or without homofermentative lactic acid bacteria. **Grass and Forage Science**, v. 56, p. 330-343, 2000.
- EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J.G.; AMARAL, P.N.C. Produção de silagem de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* Stapf cv. Marandu) com e sem emurchecimento. **Revista Ciência Agrotecnica**, v.2, p.446-452, 2004.
- FONTANELI, R.S. et al. Avaliação da qualidade de silagens de milho através da espectrometria de reflectância no infravermelho proximal (NIRS). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. Forragicultura, 0748-CD.
- GONÇALVES, J.S. NEIVA, J.N.M., OLIVEIRA FILHO, G.S. Valor nutritivo de silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Shum) e *Brachiaria decumbens* contendo pedúnculo de caju (*Anacardium occidentale* L.) desidratado. **Revista Ciência Agronômica**, v.38, n.2, p.204-209, 2007.
- IGARASI, M.S. **Controle de perdas na ensilagem de capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jack. Cv Tanzânia) sob os efeitos do teor de matéria seca, do tamanho de partícula, da estação do ano e da presença de inoculante bacteriano**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2002.

- 132p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2002.
- KUNG JR., L.; RANJIT, N.K. The effect of *Lactobacillus buchneri* and other additives on the fermentation and aerobic stability of barley silage. **Journal of Dairy Science**, v.84, n.5, p.1149-1155, 2001.
- McDONALD, P. **The biochemistry of silage**. New York: John Wiley & Sons, 1981. 226p.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage**. [s.l.]: Scholium International, 1991. p. 155.
- MONTEIRO, T.A.; ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; FERREIRA, D.J.; ALMEIDA, J.C.C.; PEREIRA, O.G. Efeito do farelo de trigo sobre as perdas por gases, efluente e recuperação da matéria seca na silagem de capim-mombaça. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO, 2005, Seropédica, RJ. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRRJ, 2005. CD-ROM.
- MUCK, R. Conserved forage (silage and hay): progress and priorities. In: INTERNATIONAL GRASSLAND, 19., 2001, São Pedro. **Anais...** São Pedro: [s.n.], 2001. CDROM.
- MUCK, R. Silage inoculation. In: CONFERENCE WITH DAIRY AND INDUSTRIES, 1996, Madison. **Proceedings...** Dairy Forage Research Center, 1996. p. 43-51.
- MUCK, R.E. Factors influencing silage quality and their implications for management. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.2992-3002, 1991.
- PAHLOW, G.; MUCK, R.E.; DRIEHUIS, F. et al. Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.) **Silage science and technology**. 1.ed. Madison: American Society of Agronomy, 2003. p.31-94.
- PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.J.P.; GARCIA, R. et al. Capimelefante ensilado com casca de café, farelo de cacau ou farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.34-39, 2009.
- PLAYNE, M.J.; McDONALD, P. The buffering constituents of herbage and of silage. **Journal Science Food and Agriculture**, v.17, n.2, p.264-268, 1966.
- POLAN, C.E.; Herrington, W. A.; Wark, W. A. et al. Milk production response to diets supplemented with dried grains, wet brewers grains, or soybean meal. **Journal of Dairy Science**, v.68, n.8, p.2016-2026, 1985.
- RIBEIRO, G.M.; SAMPAIO, A.A.M.; FERNANDES, A.R.M. et al. Efeito da fonte protéica e do processamento físico do concentrado sobre a terminação de bovinos jovens confinados e o impacto ambiental dos dejetos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2082-2091, 2007.

- RIBEIRO, J.L.; NUSSIO, L.G.; MOURÃO, G.B. et al. Valor nutritivo de silagens de capim-Marandu submetidas aos efeitos de umidade, inoculação bacteriana e estação do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p.1176-1184, 2008.
- SENGER, C.C.D. et al. Composição e digestibilidade 'in vitro' de silagens de milho com distintos teores de umidade e níveis de compactação. **Ciência Rural**, v.35, n.6, p.1393-1399, 2005.
- SILVA, J.F.C; LEÃO, M. I. **Fundamentos de Nutrição dos Ruminantes**. Piracicaba: Livrocere. 1979. p.190-236.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: Impr. Universitária, 2002. 235 p.
- SILVA, V. B.; FONSECA, C.E.M.; MORENZ, M.J.F. et al. Resíduo úmido de cervejaria na alimentação de cabras. . **R. Bras. Zootec.** 2010, vol.39, n.7, pp. 1595-1599.
- STERN, M.D.; ZIEMER, C.J. Consider value, cost when selecting nonforage fibre. **Feedstuffs**, n.11, 1993. p.14-17
- TELES, M.M.; NEIVA, J.N.M.; CLEMENTINO, R.H et al. Consumo, digestibilidade de nutrientes e balanço de nitrogênio da silagem de capim-elefante com adição de pedúnculo de caju desidratado. **Ciência Rural**, v.40, n.2, p.427-433, 2010.
- TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two-stage techniques for digestion of forage crops. **J.Br. Grass. Soc.**v. 18, p.104-111, 1963.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. Sistema de análises estatísticas e genéticas – SAEG: manual do usuário. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. p.138, (Versão 8.1).
- VALADARES FILHO, S.C. **Digestibilidade aparente e locais de digestão da matéria seca, energia e carboidratos de feno de soja perene**. Belo horizonte: Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, 1997. 88 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, 1997.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Washington: Cornell University Press, 1994. 476p.
- WOOLFORD, M. K. **The silage fermentation**. New York: Marcel Dekker, 1984. 350p.
- ZANINE, A. M.; SANTOS, E.D.; FERREIRA, D.J. et al. Efeito do farelo de trigo sobre as perdas, recuperação da matéria seca e composição bromatológica da silagem de capim mombaça. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 53, n. 6, 2006b.

- ZANINE, A.M ; NASCIMENTO JÚNIOR, D ; SANTOS, M. E. et al . Características estruturais e acúmulo de forragem em capim-tanzânia sob pastejo rotativo. *Revista Brasileira de Zootecnia (Online)*, v. 40, p. 2364-2373, 2011.
- ZANINE, A.M.; SANTOS, E.D.; FERREIRA, D.J. et al. Avaliação da silagem de capim-elefante com adição de farelo de trigo. **Archivos de Zootecnia**, v. 55, n. 209, p.75-84, 2006a.
- ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; DÓREA, J.R.R. et al. Evaluation of elephant grass silage with the addition of cassava scrapings. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.39, n.12, p.2611-2616, 2010.
- ZANINE, A.M; SANTOS, E.M; FERREIRA, D.J; et al. Populações microbianas e valor nutricional dos órgãos do capim-tanzânia antes e após a ensilagem.. **Semina. Ciências Agrárias**, v.28, p.143-150, 2007.

CAPÍTULO II

Fracionamento de carboidratos e proteína e parâmetros cinéticos da degradação ruminal da silagem de capim-marandu aditivada com resíduo de cervejaria desidratado

RESUMO - Objetivou-se com o presente trabalho determinar as frações protéicas e de carboidratos, e medir os parâmetros cinéticos de degradação ruminal destas frações de silagens de capim *Brachiaria brizantha* cv. Marandu acrescida com resíduo de cervejaria desidratado. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e cinco repetições, sendo os tratamentos níveis de inclusão de 0, 10, 20, 30 e 40% da matéria natural de resíduo de cervejaria desidratado naturalmente, por 36 horas, à silagem de capim-marandu. O capim-marandu foi obtido com 60 dias de rebrotação, após o corte da forrageira a 10 cm do solo e a forragem foi ensilada em silos experimentais de 10 litros. A abertura dos silos ocorreu após 45 dias. Os dados foram submetidas à análise de variância, e quando significativo, as médias dos tratamentos à análise de regressão. A inclusão do resíduo de cervejaria desidratado promoveu redução linear ($P < 0,05$) no teor de carboidratos totais, que diminuiu 0,35 ponto percentual a cada unidade de resíduo adicionada. Para o teor de carboidratos fibrosos não foi observada significância estatística ($P > 0,05$), sendo registrado valor médio de 70%. A adição de níveis crescentes de resíduo de cervejaria ao capim-marandu promoveu acréscimo linear ($P < 0,05$) dos teores de carboidratos não fibrosos, representados pela fração A+B1, com valores estimados pela equação de 10,96, 17,72, 18,47, 22,23 e 25,98%, respectivamente, em função dos níveis de 0 a 40% de inclusão. O teor da fração B2 diminuiu com a adição de resíduo de cervejaria, por meio de comportamento linear decrescente ($P < 0,05$), com redução de 0,06 unidade percentual a cada 1% de inclusão de resíduo. A análise estatística da fração C de carboidratos das silagens também demonstrou comportamento linear decrescente ($P < 0,05$), à medida que se incluía resíduo de cervejaria na ensilagem de capim, sendo estimado em 0,31 unidades percentual a cada 1% de resíduo adicionado ao capim-marandu. Foi observada diferença por meio de equação linear decrescente ($P < 0,05$) para os compostos nitrogenados insolúveis em detergente neutro (NIDN), sendo estimado em 0,25 unidade percentual a cada 1% de resíduo de cervejaria desidratado

adicionado na ensilagem de capim marandu. Os teores de nitrogênio elevaram-se linearmente quando se adicionou o resíduo de cervejaria na ensilagem do capim marandu ($P < 0,05$). A fração A, obtida para as silagens de capim-marandu apresentaram comportamento linear crescente ($P < 0,05$) em função da inclusão do resíduo de cervejaria desidratado. A inclusão de resíduo de cervejaria desidratado na ensilagem de capim marandu provocou comportamento linear decrescente ($P < 0,05$) na fração B1+B2, com redução média de 0,37 unidades percentual a cada 1% de aumento do nível do subproduto. A fração B3 apresentou comportamento linear crescente ($P < 0,05$), com aumento médio de 0,35 unidade percentual a cada 1% de aumento no nível do subproduto de cervejaria. O estudo de regressão mostrou comportamento linear decrescente ($P < 0,05$) para a fração C em função dos níveis de resíduo de cervejaria. A inclusão do nível de 20% de resíduo de cervejaria desidratado à silagem de capim-marandu proporciona melhoria das proporções das frações protéicas e de carboidratos, assim como os parâmetros cinéticos da degradação ruminal da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro.

Palavra-chave: conservação de forragem, subprodutos, valor nutritivo, volumoso

Fractionation of carbohydrates and protein and ruminal kinetic parameters of marandu grass silage additivated with dehydrated brewer

ABSTRACT – The objective of the present work was to determine the fractions of proteins and carbohydrates, and measure the kinetic parameters of ruminal degradation of these fractions of grass silages from *Brachiaria brizantha* cv. Marandu with increased levels of dehydrated brewer. The experimental design was a completely randomized design with five treatments and five replicates, being the treatments levels of inclusion of 0, 10, 20, 30 and 40% of natural matter of beer residue dehydrated naturally during 36 hours, added to the marandu grass silage. The marandu grass was obtained at 60 days of regrowth by cutting the grass at 10 cm from the soil and the forage was ensiled in experimental silos of 10 liters. The silos were opened after 45 days. The inclusion of dried brewer reduced linearly ($P < 0.05$) the total carbohydrate, which decreased 0.35 percentage points to each unit of added residue. For the carbohydrate fiber it was not observed statistical significance ($P > 0.05$), with recorded average of 70%. The addition of increasing levels of brewers to marandu grass promoted linear increase in the levels of non-fiber carbohydrates, represented by the fraction A + B1, with values estimated by the equation of 10.96, 17.72, 18.47, 22.23 and 25.98%, respectively, for the levels from 0 to 40% inclusion. The content of the B2 fraction decreased with the addition of brewer through a linear decrease ($P < 0.05$), with a reduction of 0.06 percentage unit for each 1% inclusion of brewer. Statistical analysis of fraction C showed linear decrease ($P < 0.05$), as it was included brewer at ensiling, being estimated 0.31 percentage units for each 1% of brewer added to marandu grass. Decreasing linear equation was observed ($P < 0.05$) for neutral detergent insoluble nitrogen (NDIN), estimated reduction of 0,25 percentage units for each 1% of brewers dehydrated added at ensiling the marandu grass. The nitrogen levels rose linearly when the brewer was added in the marandu silage ($P < 0.05$). The fraction obtained for marandu grass silages increased linearly ($P < 0.05$) due to the inclusion of dehydrated brewer. The inclusion of brewers dried in marandu grass silage caused a linear decrease ($P < 0.05$) in the fraction B1 + B2, with an average reduction of 0,37 percentage units for each 1% increase in the level of the product. The B3 fraction showed a linear increase ($P < 0.05$), with an average increase of 0,35 percentage units for each 1%

increase in the level of brewery by-product. The regression analysis showed a linear decrease ($P < 0.05$) for fraction C depending on the levels of brewers. The inclusion level of 20% of brewers dehydrated in silage of marandu grass provides improved proportions of carbohydrate and protein fractions and on the ruminal kinetic parameters of dry matter, crude protein and neutral detergent fiber.

Keywords: forage, forage conservation, nutritive value, products

1. Introdução

A baixa produção bovina nos trópicos pode ser atribuída, principalmente, à nutrição inadequada resultante da sazonalidade característica da produção forrageira nestas condições. Em um programa de produção contínua de carne, é essencial eliminar as fases negativas de desenvolvimento e proporcionar condições para o animal desenvolver-se normalmente, durante todo o ano, para que alcance condições de abate, peso e/ou terminação em idade mais precoce (Euclides et al., 1998). Para isso, é necessário manter o suprimento de alimento em equilíbrio com as exigências dos animais, por meio da suplementação volumosa, com destaque para os alimentos conservados, os fenos e as silagens.

A conservação, no entanto, resulta em redução acentuada de energia e matéria seca. Perdas decorrentes de fermentação secundária, do efluente produzido e de deteriorações aeróbias podem variar de 7 a 40% (McDonald et al., 1991); todavia, o uso de aditivos na ensilagem de gramíneas tropicais pode contornar essas limitações, decorrentes do alto teor de umidade, do baixo teor de carboidratos solúveis e do elevado poder tampão. Segundo Woolford (1984), esses fatores inibem a ocorrência de um processo fermentativo adequado e dificultam a produção de silagens de qualidade. Para reduzir essas perdas, inúmeros experimentos têm sido realizados e precisam ser validados quanto à eficiência.

Nesse aspecto, o resíduo de cervejaria desidratado é um subproduto com bom valor nutritivo, e quando desidratado apresenta características higroscópicas com a função de absorvente de umidade possibilitando a redução de efluentes da silagem de capim, proporcionando possivelmente melhoras nos padrões fermentativos.

Segundo Van Soest (1994), os constituintes químicos e as taxas de degradação dos diferentes resíduos diferem grandemente. Diante disso, torna-se de fundamental importância avaliar os resíduos com potencial para alimentação dos animais, com o intuito de obter dados em relação às frações de proteína bruta e carboidratos totais, que possam gerar tabelas para cálculos matemáticos para formulação de rações.

O Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS) fraciona a proteína dos alimentos da seguinte maneira: fração A, considerada de rápida disponibilidade e constituída basicamente de nitrogênio não-proteico; fração B1, constituída de

proteínas solúveis e rapidamente degradáveis no rúmen, composta de peptídeos, oligopeptídeos e globulinas; fração B2, constituída de proteínas citoplasmáticas, albuminas e glutelinas, de degradação ruminal intermediária; fração B3, composta de proteínas insolúveis, associadas à parede celular, prolaminas e proteínas desnaturadas em detergente neutro, de degradação lenta no rúmen; e fração C, constituída de proteína lignificada, indisponível no rúmen e no intestino (Sniffen et al., 1992).

Os carboidratos dos alimentos são fracionados, segundo o CNCPS, em: fração A (açúcares simples) + B1 (amido e pectina); fração B2, constituída de carboidratos da parede celular de lenta degradação ruminal; e fração C, composta pela fibra indigestível (Sniffen et al., 1992).

Assim, a caracterização das frações que constituem os carboidratos dos alimentos obtidos em condições tropicais e a avaliação dos padrões cinéticos de degradação constituem instrumento valioso para formulação de dietas visando à maximização do crescimento microbiano ruminal e, conseqüentemente, a melhor predição do desempenho dos animais.

Nesse contexto, conduziu-se este experimento com o objetivo de avaliar a degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca, da proteína bruta e da fibra em detergente neutro, e o fracionamento de carboidratos e proteína de silagens de capim-marandu aditivadas com resíduo de cervejaria desidratado.

2. Material e Métodos

2.1. Localização e características edafoclimáticas da área experimental

O experimento foi realizado em área Experimental do Curso de Zootecnia, no Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas/ICAT, que pertence à Universidade Federal do Mato Grosso – UFMT, Campus de Rondonópolis, coordenadas geográficas: 16°28' Latitude Sul, 50°34' Longitude Oeste de Greenwich, altitude media de 270 m, mesorregião Centro-Sul de Mato Grosso, microrregião de Rondonópolis.

2.2. Condução do experimento

Para o processo de ensilagem utilizaram-se silos experimentais com capacidade de 10 litros. Após a ensilagem, os silos foram fechados (lacrados) com tampa tipo Bunsen e, permaneceram fechados por 40 dias. Após esse período, foram abertos e as amostras das silagens, imediatamente após sua coleta, foram pré-secas em estufa com ventilação forçada a 65°C por 48 horas, sendo em seguida moídas em moinho do tipo Willey, equipado com peneiras com crivos de um milímetros, segundo recomendações do NRC (2001). As amostras moídas foram guardadas em recipientes de polietileno para posteriores análises dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM), lignina (LG), material mineral (MM) e matéria orgânica (MO), conforme metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002) (Tabela 1 e 2).

Inicialmente, as amostras foram submetidas à análise laboratorial para determinação dos teores de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral, de acordo com Silva e Queiroz (2002). Os valores de NDT foram determinados por estimativa de acordo com Van Soest (1994), pela equação: $NDT (\%) = Deg + (1,25 * EE) - MM$. (Deg=Degrabilidade, 1,25=fator de correção, EE=Extrato Etéreo, MM=Matéria Mineral).O teor de fibra em detergente neutro foi determinado de acordo com Van Soest et al. (1991).

Tabela 1. Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM), extrato etéreo (EE) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca do resíduo de cervejaria desidratado (RCD)

Aditivo	MS (%)	PB (% MS)	EE (% MS)	FDN (% MS)	FDA (% MS)	HEM (% MS)	DIVMS (% MS)
RCD	89,96	24,31	6,52	60,75	30,09	30,66	64,35

Tabela 2. Composição bromatológica, pH e N-NH₃ do capim marandu ensilado com níveis de resíduo de cervejaria desidratado.

Variável	Níveis de resíduo de cervejaria desidratado (%)				
	0	10	20	30	40
pH	4,28	4,19	4,13	4,12	4,09
N-NH ₃ (% NT)	7,61	7,03	6,45	5,89	5,29
MS (%)	24,13	27,91	31,02	39,5	43,9
N (% MS)	1,15	1,80	2,02	2,16	2,35
CHOS (% MS)	4,06	4,09	4,12	4,15	4,19
EE (% MS)	3,52	5,08	5,19	5,29	5,42
NDT (% MS)	33,27	39,06	44,85	50,6	56,4
FDN (% MS)	73,63	64,06	61,25	61,6	60,5
FDA (% MS)	29,45	30,28	30,96	32,3	32,8
HEM (% MS)	44,18	33,78	30,29	29,3	26,0
LG (% MS)	6,89	6,48	6,40	6,32	6,18
MO (% MS)	93,69	92,87	92,98	93,4	93,4
MM (% MS)	6,31	7,13	7,02	6,52	6,55
DIVMS (% MS)	60,93	64,37	65,10	65,6	66,1

2.3. Fracionamentos de carboidratos

Foram determinadas as frações A+B₁, B₂ e C dos carboidratos, que em conformidade com suas taxas de degradação, são classificados em: fração A (açúcares solúveis), que é prontamente fermentada no rúmen, com taxa de degradação de 100%/h; B₁ (amido e pectina), que apresenta taxa intermediária de degradação; fração B₂ (celulose e hemicelulose), correspondendo à fração lenta e potencialmente digerível da parede celular; e fração C, representada pela porção indigerível ao longo do trato gastrointestinal. A porcentagem de carboidratos totais (CT) foi obtida pela equação: $CT = 100 - (\% \text{ proteína bruta} + \% \text{ extrato etéreo} + \% \text{ cinza})$; a de carboidratos fibrosos (CF), a partir da FDN corrigida para seu conteúdo de cinzas e proteínas (FDN_{cp}); os carboidratos não-fibrosos (CNF), que correspondem às frações A+B₁, pela diferença entre os CT e a FDN_{cp} (Hall, 2003), que foram determinados segundo metodologias descritas por Sniffen et al. (1992); a fração C corresponde à FDN indigestível (FDN_i) após 144 horas de incubação *in situ* (Cabral et al., 2004). A fração B₂, que corresponde à fração disponível da fibra, foi obtida pela diferença entre a FDN_{cp} e a fração C.

2.4. Fracionamentos de proteínas

Foram determinadas as frações protéicas (A, B₁+B₂, B₃ e C). A fração A corresponde ao nitrogênio não protéico, que é de alta digestibilidade no rúmen, B representa a proteína verdadeira que é subdividida em três sub-frações, baseadas na velocidade de degradação ruminal, B₁ rapidamente solúvel no rúmen (albumina e globulina), B₂ com taxa de degradação intermediária (maioria das albuminas e glutelinas), B₃ é a proteína associada à parede celular e de degradação lenta (prolaminas, extensinas e proteínas desnaturadas) e por fim, a fração C que é composta de proteínas insolúveis em detergente ácido, ou seja, que não é digerível no rúmen e intestino (Sniffen et al., 1992).

A fração B₃ foi estimada pela diferença entre nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA). As frações B₁+B₂ foi obtida pela diferença entre a fração A e o teor de NIDN, conforme relatado por Licitra et al. (1996), e a fração C correspondente ao NIDA. O teor de nitrogênio não-proteico (fração A) foi calculado como a diferença entre o percentual

do nitrogênio total na amostra e o valor de nitrogênio proteico contido no resíduo após o tratamento com o agente precipitante. Então foi feita a estimativa do teor de nitrogênio no resíduo pelo método Macro Kjeldahl, conforme Cappelle et al. (2001).

2.5. Estimativa da degradabilidade ruminal *in situ*

Para incubação *in situ*, foram utilizados quatro bovinos mestiços (Holandês x Zebu) fistulados no rúmen, com peso corporal médio de 400 kg, mantidos em pastos de capim *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Os alimentos moídos foram pesados e colocados em sacos de TNT(tecido-não-tecido), de modo a proporcionar cerca de 10 a 20 miligramas de amostra/cm⁻² de área útil dos sacos de acordo com a metodologia de Nocek (1988), em duplicata, para cada alimento, em que cada animal representou uma repetição.

Os sacos foram acondicionados em bolsa de sombrite e inseridos no rúmen às 0, 2, 4, 8, 16, 24, 48, 72, 96 e 144 horas, e retirados ao mesmo tempo, promovendo lavagem uniforme em água corrente até que ela se apresentasse limpa, procedendo-se em seguida, a secagem em estufa de ventilação forçada por 48 horas, conforme o NRC (2001). A determinação da MS foi feita em estufa a 105 °C por 72 horas e o resíduo obtido após essa etapa foi utilizado para as análises de MS, PB, FDN e FDNi, segundo metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002).

Os dados de degradabilidade *in situ* da MS, PB, FDN e FDNi foram obtidos pela diferença de peso, encontrada para cada componente, entre as pesagens efetuadas antes e após a incubação ruminal, e expressos em porcentagem.

Para interpretação dos perfis de degradação da MS e da PB, utilizou-se o modelo assintótico exponencial de primeira ordem, conforme Orskov & McDonald (1979), e, para os perfis de degradação da FDN e FDNi, utilizou-se o modelo de Mertens (1979).

Por meio desses modelos, para os teores de MS e PB, foram estimadas a fração A, que corresponde à fração solúvel em água (da MS), que desaparece dos sacos no tempo zero; a fração B, correspondente à fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável no rúmen em função do tempo; c, que é a taxa de degradação ruminal da fração B, expressa em porcentagem/hora; e fração I, a qual corresponde à fração indigestível no rúmen MS ou PB, ou seja, é o resíduo do alimento remanescente nos sacos após 144 horas de incubação.

Para FDN e FDA, foram determinadas as frações D, fração que corresponde à parte potencialmente degradável no rúmen da FDN; c , que é a taxa de degradação ruminal da fração D, expressa em porcentagem por hora; L , que corresponde ao tempo de latência e, finalmente, a fração I, que corresponde à fração indigestível no rúmen, ou seja, é o resíduo do alimento remanescente nos sacos após 144 horas de incubação conforme, Orskov & McDonald (1979).

2.6. Análise dos dados

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente, sendo a escolha dos modelos baseada na significância dos parâmetros de regressão, testada pelo teste t ($P < 0,05$), e nos valores dos coeficientes de determinação, utilizando-se o programa SAEG (1999), versão 8.1 (UFV).

As curvas de degradação da MS, PB, FDN e FDA dos alimentos avaliados, para cada animal utilizado, foram submetidas ao ajuste pelos respectivos modelos, utilizando-se o procedimento “Regressão de Marquardt” do software SAEG (1999), o que permitiu a obtenção das estimativas dos parâmetros analisados.

3.0. Resultados e Discussão

A inclusão do resíduo de cervejaria desidratado promoveu redução linear ($P < 0,05$) do teor de carboidratos totais (CT), que diminuiu 0,35 ponto percentual a cada unidade de resíduo adicionada (Figura 1). Este comportamento que pode ser explicado, uma vez que o aditivo apresentou teores de PB e extrato etéreo (EE), respectivamente, 85 e mais de 400% superiores aos do capim-marandu (Tabela 3). É possível que a redução do teor de CT das silagens com resíduo de cervejaria tenha sido ocasionada pelo elevado teor dessas frações, pois, na estimativa do teor de CT, segundo Sniffen et al. (1992), quanto maiores os teores de PB e EE, menor a proporção de carboidratos. Destaca-se que os valores de CT obtidos nesse estudo corroboram com aqueles relatados por Van Soest (1994), constituindo 50 a 80% da MS das plantas forrageiras.

Comportamento similar aos observados foram obtidos por Carvalho et al. (2007), que, em pesquisa com níveis de farelo de cacau incluídos na ensilagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*), registraram redução linear do teor de CT,

que diminuiu 0,22 ponto percentual a cada unidade de farelo de cacau. Do mesmo modo, Dantas (2012), avaliando níveis de 0 a 40% de casca de soja na ensilagem de capim braquiária, observou que a porcentagem dos CT foi reduzida linearmente, ou seja, a adição de 1% de casca de soja na ensilagem do capim causou redução de 0,09 unidade porcentual no valor dos CT. Este comportamento foi semelhante ao do presente estudo, apenas com a ressalva de que maior teor de PB do resíduo de cervejaria promoveu maior porcentagem de redução dos CT.

Para os teores de carboidratos fibrosos, não foi observada significância estatística ($P>0,05$), sendo registrado valor médio de 70% (Figura 1). De acordo com Van Soest (1967) e Mertens (1996), em termos nutricionais, os carboidratos fibrosos são representados pela celulose e hemicelulose, juntamente com a lignina, apresentando disponibilidade nutricional incompleta e variável, sendo lentamente digeridos e ocupam espaço no trato gastrintestinal. Os resultados foram antagônicos aos de Andrade et al. (2010), que, avaliando o efeito de 0, 10, 20 e 30% de casca de café em silagens de capim-elefante, observaram comportamento linear crescente. Os autores relatam que a inclusão de 1% de casca de café na forragem de capim-elefante elevou essa fração em 1,01%.

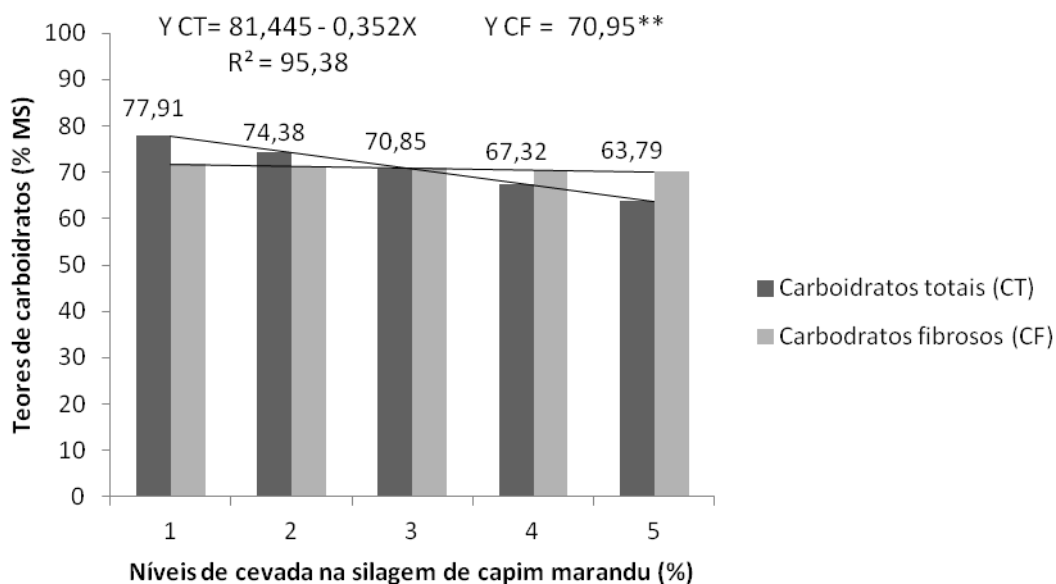


Figura 1. Teores de carboidratos totais (CT) e carboidratos fibrosos (CF) do capim-marandu ensilado com níveis de resíduo de cervejaria desidratado.

**Não significativo

A adição de níveis crescentes de resíduo de cervejaria ao capim-marandu promoveu acréscimo linear dos teores de carboidratos não fibrosos, representados pela fração A+B1, com valores estimados pela equação de 10,96, 17,72, 18,47, 22,23 e 25,98%, respectivamente, em função dos níveis de 0 a 40% de inclusão (Tabela 3). Houve aumentos na ordem de 3,76; 7,51; 11,27 e 15,02 unidades percentuais, respectivamente, para as silagens com 10, 20, 30 e 40% de resíduo de cervejaria em comparação àquela sem resíduo. Esse acréscimo, provavelmente, ocorreu em virtude dos maiores teores de carboidratos não fibrosos do resíduo da agroindústria de cervejaria. Os resultados do presente estudo foram semelhantes aos observados por Andrade et al. (2010), que avaliaram adição de farelo de mandioca e de farelo de cacau, e registraram que houve efeito linear crescente ($P < 0,05$) nas frações A + B1 dos carboidratos, promovendo aumentos de 1,5 e 0,8 unidades percentuais a cada 1% de adição desses aditivos, respectivamente.

Tabela 3. Frações A+B₁, B₂ e C dos carboidratos, e as respectivas equações de regressão (R²) e coeficiente de variação (CV), do capim-marandu ensilado com níveis de resíduo de cervejaria desidratado

Variável	Nível de resíduo de cervejaria (%)					Equação de regressão**	CV (%)	R ² (%)
	0	10	20	30	40			
Fração A+ B ₁	8,85	15,81	20,59	23,18	23,94	Y=10,96+0,375X	2,88	85,53
Fração B ₂	19,43	18,87	18,31	17,15	17,19	Y= 19,425-0,062X	4,02	85,39
Fração C	71,72	65,32	61,11	59,67	58,87	Y= 69,606-0,3135X	3,87	87,21

** Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

O teor da fração B₂ diminuiu com a adição de resíduo de cervejaria, por meio de comportamento linear decrescente ($P < 0,05$), com redução de 0,06 unidade percentual a cada 1% de inclusão de resíduo (Tabela 3). Essa redução pode ser explicada pelos menores teores de FDN (Tabela 1) no aditivo em relação ao capim-marandu (Tabela 2). Destaca-se que a diminuição da fração B₂ coincidiu com o aumento da fração A + B₁, o que ser devido à decomposição natural da parede celular, provocada pela fermentação dentro do silo (Carvalho et al., 2007), o que contribui para o aumento das frações de alta disponibilidade (Barcelos et al., 2001). Dantas (2012) observaram que a fração potencialmente degradável (B₂) das silagens de capim *Brachiaria* com níveis de 0 até 40% de casca de soja, apresentou comportamento quadrático, sendo o ponto mínimo de adição de casca de soja na ensilagem de 6,6%. Segundo Mertens et al., (1998), a fração B₂, por apresentar lenta degradação ruminal, juntamente com a fração C (indigestível), normalmente afeta o consumo animal pelo fator de enchimento do rúmen, o que pode reduzir o desempenho animal. Quanto maior o teor de FDN, maior o valor da fração B₂ (Malafaia et al., 1998).

A análise estatística da fração C de carboidratos das silagens também apresentou comportamento linear decrescente ($P < 0,05$), à medida que se incluía resíduo de cervejaria na ensilagem de capim (Tabela 3), sendo estimado em 0,31

unidade percentual a cada 1% de resíduo adicionado ao capim-marandu. Portanto, a adição do resíduo promoveu elevação de 12,54 pontos percentuais entre a testemunha e o maior nível de adição (40%), e 6,27 pontos percentuais entre o nível intermediário (20%) em relação à silagem controle.

Esse comportamento ocorreu, provavelmente devido à redução da fração C, proporcionada pela adição do resíduo de cervejaria ao capim-marandu, pois o aditivo tem menor teor de lignina. O resultado foi antagônico aos registrados por Andrade et al. (2010), que observaram que a casca de café e o farelo de cacau aumentaram a fração C em silagens de capim, em decorrência dos altos teores de lignina nesses aditivos, 13,0 e 14,8%, respectivamente, superiores ao capim sem aditivo. No entanto, esses autores observaram redução da fração C com a inclusão de farelo de mandioca, resultado similar concomitante ao do presente experimento. Nesse aspecto, é válido ressaltar que tal comportamento pode favorecer o consumo, fator determinante da produção animal.

Foi observada diferença, por meio de equação linear decrescente ($P < 0,05$), para os compostos nitrogenados insolúveis em detergente neutro (NIDN), sendo estimado em 0,25 unidade percentual a cada 1% de resíduo de cervejaria desidratado adicionado na ensilagem de capim-marandu (Figura 2).

Levados em consideração os níveis de inclusão de 0, 20 e 40% do aditivo, os valores estimados pela equação foram de 53,12, 47,94 e 42,76% de NIDN, o que levou à redução de 5,18 e 10,36 pontos percentuais em relação à silagem de capim marandu com aditivo. Destaca-se que os valores de compostos nitrogenados insolúveis em detergente neutro e ácido estão relacionados à disponibilidade da proteína, sendo que, quanto maior o valor, menos disponível será o teor de nitrogênio para o animal. Cruz et al. (2010) avaliando silagens de capim-elefante com níveis de adição de casca desidratada de maracujá (0 a 30%), não observaram diferenças para lignina e NIDN, com valores médios de 9,5 e 18,1, respectivamente.

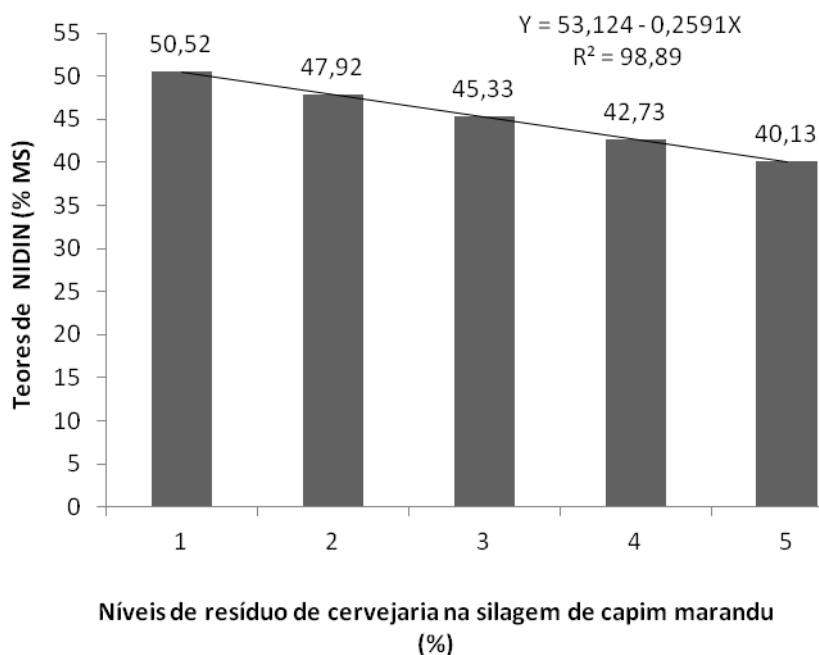


Tabela 2. Teores de compostos nitrogenados insolúveis em detergente neutro do capim-marandu ensilado com níveis resíduo de cervejaria desidratado.

Os teores de nitrogênio elevaram-se linearmente quando se adicionou o resíduo de cervejaria na ensilagem do capim-marandu ($P < 0,05$) (Figura 3). Para esta variável, observaram-se acréscimos de 0,02 ponto percentual a cada 1% de adição do aditivo. Porém, observou-se que nas silagens apenas com capim-marandu, os teores de nitrogênio foram reduzidos de 1,20%, na pré-ensilagem, para 1,15%, cessado o processo fermentativo, mostrando, dessa forma, a importância do resíduo de cervejaria desidratado no incremento de nitrogênio nas silagens dos demais níveis. O máximo percentual atingido pelo teor de nitrogênio no maior nível de adição (2,38%), foi superior, em 1,08 unidades percentuais aos valores observados no tratamento controle. Tendo por base o nível de inclusão de 20%, já teríamos 1,63% de nitrogênio nessa silagem.

No trabalho com silagens de capim com resíduo da agroindústria de café, Souza et al. (2003) avaliaram a adição de níveis crescentes de casca de café (0; 8,7; 17,4; 26,1 e 34,8%) na ensilagem de capim-elefante e registraram, assim como no presente experimento, aumento dos teores de nitrogênio das silagens. Os autores verificaram comportamento quadrático, com valor máximo de 1,51% no teor de nitrogênio das silagens com 17,4% de casca de café, resultado próximo ao valor de 20% de inclusão do resíduo de cervejaria, observado no presente trabalho.

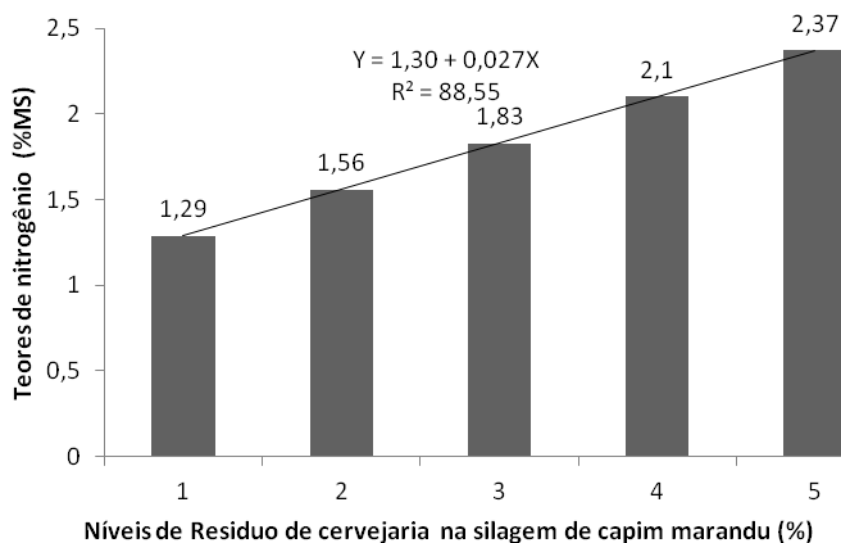


Figura 3. Teores de nitrogênio do capim-marandu ensilado com níveis de resíduo de cervejaria desidratado.

A fração A, obtida para as silagens de capim-marandu apresentaram comportamento linear crescente ($P < 0,05$) em função da inclusão do resíduo de cervejaria desidratado (Tabela 6), estimando-se aumento de 0,63% unidade percentual para cada unidade de resíduo adicionada. Esse resultado pode ser explicado, pois, como os teores de nitrogênio na silagem foram altos em função do teor de N do resíduo de cervejaria (4,69%), ou seja, 24,31% de proteína bruta (Tabela 1), pode ter ocorrido, no processo de fermentação das silagens a conversão de parte dessa proteína em nitrogênio não protéico, em decorrência de proteólise. Destaca-se que a fração A é o nitrogênio não protéico (NNP), de alta digestibilidade no rúmen (Sniffen et al., 1992).

Resultados antagônicos foram observados por Andrade et al. (2010), que registraram, na fração A das silagens de capim-elefante contendo níveis de farelo de mandioca, casca de café ou farelo de cacau, efeito linear decrescente, com redução média de 0,31 unidade percentual a cada 1% de aumento no nível do subproduto. Isto pode ser explicado pelos menores valores de nitrogênio - 0,3, 1,5 e 3,0% dos aditivos em relação ao resíduo de cervejaria desidratado do presente estudo (4,69%).

Tabela 6. Frações nitrogenadas (Fração A, B₁+B₂, B₃ e C), e as respectivas equações de regressão (R²) e coeficiente de variação (CV), do capim marandu ensilado com níveis de resíduo de cervejaria desidratado

Variável	Nível de resíduo de cervejaria desidratado (%)					Equação de regressão**	CV (%)	R ² (%)
	0	10	20	30	40			
Fração (A)	28,14	34,44	40,75	47,05	53,35	Y=28,16+0,63X	1,64	99,81
Fração (B ₁ + B ₂)	21,34	17,64	13,93	10,23	6,53	Y=21,59-0,370X	4,61	96,37
Fração (B ₃)	12,94	16,45	19,96	23,47	26,98	Y=12,91+0,35X	2,16	96,46
Fração (C)	37,58	31,47	25,36	19,25	13,14	Y=37,51-0,611X	2,01	97,76

** Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

As frações B₁ e B₂, no presente estudo foram consideradas como fração única (B₁+B₂). A inclusão de resíduo de cervejaria desidratado na ensilagem de capim-marandu provocou comportamento linear decrescente (P<0,05) da fração B₁+B₂, com redução média de 0,37 unidade percentual a cada 1% de aumento no nível do subproduto (Tabela 6). Carvalho et al. (2008) também observaram comportamento linear decrescente em silagens de capim elefante aditivadas com níveis de 0; 7; 14; 21 e 28% de farelo de cacau. Destaca-se que a fração solúvel B₁ é uma parte da proteína verdadeira, que também tem rápida degradação ruminal, sendo que a fração B₂ apresenta taxa de degradação média, sendo a fração da proteína que não é solúvel, não fazendo parte da parede celular e também não é NNP. Segundo Sniffen et al., (1992), a função B₁+B₂, por apresentar rápida degradação ruminal em relação à fração B₃, tende a ser extensamente degradada no rúmen, contribuindo para o atendimento dos requisitos de N dos microrganismos ruminais, porém a rápida proteólise no rúmen dessas frações, pode levar ao acúmulo de peptídeos e permitir o seu escape para o intestino, uma vez que, a utilização de peptídeos é considerada limitante à degradação da proteína.

A fração B3 apresentou comportamento linear crescente ($P < 0,05$), com aumento médio de 0,35 unidade percentual a cada 1% de aumento do nível do subproduto de cervejaria (Tabela 6). A fração B3 é representada pelas proteínas de ligação da parede celular, que apresentam lenta taxa de degradação, sendo digeridas, principalmente, nos intestinos (Cabral et al., 2004). Vale ressaltar que a adição de resíduo de cervejaria desidratada na ensilagem de capim-marandu pode ter aumentado a proteína não degradada no rúmen, uma vez que maiores valores da fração B3 foram observados nas silagens com o subproduto de cervejaria.

O estudo de regressão mostrou comportamento linear decrescente ($P < 0,05$) para a fração C em função dos níveis de resíduo de cervejaria, estimando-se redução média de 0,61 unidade percentual a cada 1% de aditivo adicionado (Tabela 6). A adição do aditivo promoveu redução de 24,51 pontos percentuais entre a silagem testemunha e o maior nível de adição (40%), fazendo o valor da fração C variar de 37,58% com 0% de adição do resíduo de cervejaria, para 13,07% da fração C na adição de 40% do aditivo. A fração C corresponde à proteína indisponível, e é a parte da proteína contida na FDA. Ela está associada com a lignina, formando complexos de tanino e de produtos da reação de Maillard, que são altamente resistentes à degradação microbiana e enzimática (Licitra et al., 1996).

Carvalho et al. (2008) observaram comportamento quadrático para a fração C em função dos níveis de farelo de cacau, estimando-se valor máximo de 33,0% para o nível de 19,6% de farelo. O valor foi acima do observado no presente estudo no nível de 20% de resíduo de cervejaria (25,29%) estimado pela equação linear.

Vale enfatizar que, de acordo com Sniffen et al. (1992), o acréscimo nos teores da fração C (NIDA) tem como agravante a formação de produtos de Maillard causada pelo aquecimento dentro do silo, provocado por fermentações indesejáveis decorrentes do elevado teor de umidade da forragem. No presente estudo, tendo em vista o comportamento de redução da fração C em função dos acréscimos do resíduo de cervejaria na ensilagem do capim-marandu (Tabela 6), além dos valores do perfil fermentativo das silagens (Tabela 2), a reação de Maillard se ocorreu, não comprometeu o valor nutricional desse alimento.

Teles et al. (2010), avaliando níveis (0; 4; 8; 12 e 16%) de adição do pedúnculo de caju desidratado na ensilagem de capim-elefante, observaram valor médio superior aos do presente estudo. Os autores descreveram que, possivelmente, a elevação nos teores de NIDA (51,05%), expressos como

percentagem do nitrogênio total, tenha limitado o consumo de matéria seca dos ovinos devido à baixa disponibilidade de nitrogênio para atividade microbiana ruminal. No entanto, Neiva et al. (2006) observaram elevação do consumo de matéria seca de silagens de capim-elefante contendo níveis semelhantes de subproduto de maracujá desidratado e teores de matéria seca variando de 15,1 a 24,3%, porém com níveis de NIDA inferiores a 17%, resultados próximos aos registrados no nível de 30% de resíduo de cervejaria na ensilagem de capim-marandu do presente estudo.

Dentre as técnicas para avaliação de digestibilidade dos alimentos, a técnica *in situ* destaca-se por permitir o contato do alimento teste com o ambiente ruminal, embora o alimento não esteja sujeito a todos os eventos digestivos, como mastigação, ruminação e passagem (Nocek, 1988). No entanto, a determinação do valor *in situ* permite obter valores mais próximos aos obtidos *in vivo* (Mertens, 1993).

Observando a equação de regressão da degradabilidade da fração solúvel A da matéria seca, verifica-se comportamento linear crescente ($P < 0,05$), com aumento de 0,19 unidades percentuais com a inclusão de 1% de resíduo de cervejaria desidratado na silagem de capim-marandu (Tabela 7). O comportamento foi similar ao observado por Dantas (2012), que relatou que a degradabilidade da fração solúvel A da matéria seca apresentou comportamento linear crescente com inclusão de casca de soja na silagem de capim braquiaria. Rêgo et al. (2009), trabalhando com inclusão do pedúnculo de caju desidratado na ensilagem de capim-elefante, também observaram comportamento linear para a degradabilidade da fração solúvel A, de 0,64 ponto percentual para cada 1% de inclusão do subproduto do caju. Os resultados foram concordantes com os de Rêgo et al. (2010), que observaram aumento linear de 0,62 ponto percentual para cada 1% de inclusão do subproduto do grão do urucum na degradabilidade da fração solúvel A da matéria seca das silagens de capim aditivadas.

Esse aumento da degradabilidade da fração solúvel A das silagens pode ser atribuído à maior solubilidade do subproduto isolado comparado ao capim, contribuindo, assim, para a maior fração solúvel nas silagens com maior concentração do subproduto de cervejaria.

A porcentagem da fração insolúvel potencialmente degradável (B) da matéria seca foi reduzida linearmente ($P < 0,05$) (Tabela 7). A redução estimada é de 0,31 unidade percentual para 1% de acréscimo na concentração de resíduo de cervejaria

desidratado, com valores estimados pela equação de 50,58, 47,47, 44,35, 41,23 e 38,12%, respectivamente. Rêgo et al. (2009) avaliando níveis de subproduto do grão de urucum (0; 4; 8; 12 e 16%) na ensilagem de capim, observaram que a fração insolúvel potencialmente degradável (B) da matéria seca apresentou valor de 45,72% para a maior concentração do subproduto. Pode-se inferir que mudanças nos teores das fibras, hemicelulose e pectinas, causadas pela inclusão do subproduto, podem interferir diretamente na degradabilidade dessa fração (Rêgo et al., 2009; Rêgo et al., 2010).

A taxa de degradação ruminal (c) expressa em (c%/h) comportou-se de forma linear crescente ($P < 0,05$), estimando-se aumento médio de 0,0003 unidade percentual a cada 1% de aditivo adicionado (Tabela 7). Os valores médios observados estão abaixo da faixa ótima proposta por Rezende et al. (2007), que relatam que valores acima 0,15%/h já são suficientes para que ocorra adequada taxa de passagem do alimento pelo trato gastrointestinal do animal. Esses autores observaram valores superiores aos do presente trabalho quando adicionaram de 0 a 20% de farelo de batata em silagens de capim-elefante.

A inclusão de resíduo de cervejaria em silagens de capim-marandu afetou ($P < 0,05$) a concentração da fração indigestível (I) da matéria seca, pois foi observado comportamento quadrático ($P < 0,05$) dessa fração com a inclusão do resíduo de cervejaria desidratado, com valor máximo estimado em 29,34 de fração (I) para o nível de 10,60 % de resíduo de cervejaria na ensilagem de capim (Tabela 7).

O resíduo úmido de cervejaria é o subproduto gerado pela indústria após o amido dos grãos de cereais ser removido para a produção de álcool. Na fabricação de cerveja, os grãos de cevada sofrem germinação para converter amido em dextrina e açúcar, processo este que é interrompido através de aquecimento, no ponto máximo de conversão. Mertens (1987) sugeriu que o mecanismo primário causador da diminuição da digestão *in vivo* da fibra é a menor atividade das bactérias celulolíticas devido à condição ácida promovida pela rápida fermentação do amido. O resíduo de cervejaria, por sua vez, por apresentar reduzida presença de amido, sendo extensivamente digerido no rúmen, não prejudica a digestão da fibra.

Tabela 7. Valores médios dos parâmetros da degradabilidade das frações A e B, taxa de degradação de B (c) e fração I da matéria seca (MS), e suas respectivas equações de regressão (R²) e coeficiente de variação (CV), do capim-marandu ensilado com níveis de resíduo de cervejaria desidratado

Variável	Nível de resíduo de cervejaria					Equação de Regressão **	CV (%)	R ² (%)
	0	10	20	30	40			
Degradabilidade da Matéria seca								
Fração A	22,52	25,18	27,48	28,88	30,27	Y=22,56+0,193X	1,23	99,78
Fração B	50,47	47,30	44,3	41,20	38,10	Y=50,58-0,3117X	1,83	94,90
c (%/h)	0,010	0,020	0,020	0,020	0,030	Y=0,01+0,0003X	7,87	90,64
Fração I	27,00	27,50	28,2	29,90	31,60	Y=28,15+0,227X-0,0107X ²	2,79	95,43

**Significativo a 0,5% de probabilidade pelo teste t.

Na Tabela 8, são apresentados os valores médios dos parâmetros da degradabilidade das frações A, B e I e taxa de degradação c da proteína bruta do capim-marandu ensilado com níveis de resíduo de cervejaria desidratado.

Analisando a equação de regressão da taxa de degradabilidade da parte altamente solúvel em água da proteína bruta, representada pela fração A, observou-se comportamento linear crescente (P<0,05), estimando-se aumento médio de 0,16 unidade percentual a cada 1% de aditivo adicionado. Tendo por base a silagem controle (33,65%), silagem com 20% (37,00%) e a silagem com 40% (40,35%) de resíduo de cervejaria, tem-se, em pontos percentuais, 3,35 e 6,7, respectivamente, para o nível intermediário (20%) e para o maior nível (40%). O resultado é semelhante ao observado por Rego et al. (2010), que registraram comportamento linear na silagem de capim-elefante acrescida de 0, 4, 8 12 e 16% do subproduto do grão de urucum. Santos et al. (2012), avaliando silagens de capim elefante com farelo de algaroba na degradabilidade da fração A na proteína bruta registraram valor médio de 36,8%, próximo aos registrados no presente estudo com os níveis de inclusão de resíduo de cervejaria desidratado.

Vale destacar que os diferentes componentes do resíduo de cervejaria utilizados na ensilagem de capim-marandu contribuíram para o acréscimo da fração

A na degradabilidade ruminal da matéria seca (Tabela 7) e da proteína bruta (Tabela 8) das silagens aditivadas. Essa fração representa a porção da planta que está prontamente disponível para os microrganismos do rúmen. Segundo Tonani et al. (2001), o desaparecimento da fração A caracteriza a solubilização dos açúcares e compostos nitrogenados solúveis, remanescentes da fermentação no silo, constituída, principalmente, de sacarose, frutose, glicose e pequenas quantidades de manose e galactose.

O comportamento da taxa de degradabilidade da parte insolúvel em água, mas potencialmente degradável em função do tempo da proteína bruta, representada pela fração B, comportou-se de forma linear decrescente ($P < 0,05$) em função dos níveis de resíduo de cervejaria desidratado adicionados. Houve redução estimada de 0,06 unidade percentual a cada 1% do aditivo na ensilagem do capim-marandu (Tabela 8).

Levando em consideração os valores estimados pela equação da degradabilidade da fração B, os níveis de inclusão de 0, 20, 30 e 40% de resíduo de cervejaria desidratado levaram à redução de 33,13, 32,47, 31,80 e 30,47%, respectivamente. Os resultados foram antagônicos aos relatados por Dantas (2012), que registrou valores da degradabilidade da fração B, nos níveis de inclusão de 0, 20, 30 e 40% de casca de soja, com aumento linear de 28,48, 32,78, 37,09 e 45,71%, respectivamente.

Para a taxa de degradação c, houve aumento linear ($P < 0,05$) em função dos níveis de inclusão do aditivo na silagem. Estimou-se redução da taxa de degradação c de 0,0003 unidade percentual para a cada 1% do subproduto adicionado e, na fração I, houve redução linear de 0,10 unidade percentual para a cada 1% do aditivo, respectivamente (Tabela 8). Rodrigues (2007) sugere que a elevação da proporção de carboidratos da parede celular e o teor de lignina da forragem são as principais causas da menos degradabilidade.

Tabela 8. Valores médios dos parâmetros da degradabilidade das frações A e B, taxa C e fração I da proteína bruta (PB), e as respectivas equações de regressão (R^2) e coeficiente de variação (CV), do capim-marandu ensilado com níveis de resíduo de cervejaria desidratado

Variável	Nível de resíduo de cervejaria					Equação de Regressão **	CV (%)	R^2 (%)
	0	10	20	30	40			
Fração A	33,70	35,37	37,06	38,76	40,36	$Y=33,6+0,1675X$	1,97	99,88
Fração B	33,47	32,80	32,10	31,40	30,80	$Y=33,13-0,0667X$	3,35	90,80
c (%/h)	0,033	0,030	0,040	0,040	0,040	$Y=0,03+0,0003X$	3,36	78,38
Fração I	32,88	31,80	30,80	29,80	28,80	$Y=32,909-0,102X$	4,10	93,84

**Significativo a 0,5% de probabilidade pelo teste t.

Observou-se comportamento linear crescente ($P<0,05$) da equação de regressão da fração potencialmente degradável da FDN, representada pela fração D (Tabela 9). Houve acréscimo de 0,62 unidade percentual na degradabilidade da fração D a cada 1% de inclusão de resíduo de cervejaria na ensilagem de capim. Os resultados foram semelhantes aos observados por Rego et al. (2010), que testaram a inclusão de 0, 4, 8, 12 e 16% de subproduto do grão do urucum na ensilagem de capim elefante. Os autores observaram que o subproduto proporcionou aumentos de 0,47% a cada 1% do subproduto nessa fração da FDN da silagem de capim- elefante. Foram ainda semelhantes aos de Dantas (2012), que observou que a fração potencialmente degradável da FDN aumentou de 0,52 unidade percentual na degradabilidade da fração D a cada 1% de inclusão de casca de soja na forragem.

Referindo-se ao presente experimento, isto provavelmente pode ser explicado pelas diferenças encontradas na composição química do subproduto que apresenta baixos teores de lignina, celulose e hemicelulose, facilitando a ação da microbiota presente no trato digestório dos ruminantes.

Para a taxa de degradação c, não houve efeito ($P>0,05$) em função dos níveis de inclusão do aditivo na silagem, com valor médio de 0,022%/h (Tabela 9). O resultado foi antagônico ao registrado por Dantas (2012), que observou redução da

taxa (c) de 0,0003 unidade percentual por hora a cada 1% do subproduto adicionado à forragem de capim *Brachiaria decumbens*.

Em relação à latência (L), também não se observou efeito significativo da inclusão do subproduto sobre esse parâmetro cinético ($P > 0,05$) (Tabela 9). A latência é definida como o tempo no qual o componente (FDN) não é digerido. Esse evento, geralmente, corresponde aos eventos iniciais de ação da microbiota ruminal, tais como aderência ao substrato e síntese de enzimas. Esse fato, segundo Pires et al. (2010), pode ser explicado pela presença de microrganismos presentes nas silagens. O presente trabalho registrou resultados contrários aos observados pelos autores supracitados, que avaliaram a degradabilidade *in situ* de silagens de milho, sorgo e forragem de *Brachiaria brizantha*. Os autores observaram diferenças na latência entre as silagens e aditivos. Salientam que o alto valor de L na forragem de capim (9,81) pode ser efeito da ausência de microrganismos no momento do ensaio.

Observou-se redução linear ($P < 0,05$) da fração indigestível (I) da FDN da silagem em função dos níveis de inclusão do resíduo de cervejaria desidratado, ou seja, redução de 0,55 unidade percentual para cada 1% de resíduo na ensilagem de capim-marandu (Tabela 9). Segundo Cabral et al. (2002), isso pode ser considerado benéfico, pois a redução dessa fração implicaria em aumento de energia para o organismo animal.

Os valores da fração I, estimados pela equação nos níveis de 0, 20 e 40%, foram de 49,42, 38,28 e 27,17%, respectivamente, o que levou à redução de 11,14 e 22,25 pontos percentuais, nos níveis de 20 e 40%, em relação à silagem controle. Faz-se a inferência que esses teores, mesmo nos níveis médios de inclusão, podem ser considerados aceitáveis para uma silagem de boa qualidade em dietas de ruminantes.

Vale ressaltar que a proporção de carboidratos da parede celular e seu teor de lignina são os fatores que mais afetam a qualidade das gramíneas tropicais. Segundo Van Soest (1994), o teor de FDN das forragens é negativamente correlacionado ao seu consumo. Assim, os menores teores de lignina e FDN do resíduo de cervejaria em comparação aos do capim-marandu ensilado foi a possível causa da redução da fração I.

Tabela 9. Valores médios dos parâmetros da degradabilidade das frações D e I, taxa de degradação c e latência (L) da fibra em detergente neutro (FDN) e as respectivas equações de regressão (R^2) e coeficiente de variação (CV) do capim-marandu ensilado com níveis de resíduo de cervejaria desidratado

Variável	Níveis de resíduo de cervejaria					Equação de Regressão **	CV (%)	R2 (%)
	0	10	20	30	40			
Fração D	37,0	40,35	46,6	52,9	59,24	Y=59,41-0,6297X	14,77	75,39
c (%/h)	0,01	0,022	0,02	0,03	0,028	0,022	--	--
L (h)			14,516			14,516	--	--
Fração I	48,2	44,34	40,1	32,1	26,54	Y=49,42-0,5567X	4,96	98,85

**Significativo a 0,5% de probabilidade pelo teste t.

4. Conclusões

A inclusão do nível intermediário de 20% de resíduo de cervejaria desidratado naturalmente em silagens de capim-marandu, proporciona melhoria das proporções das frações protéicas e de carboidratos, assim como dos parâmetros cinéticos da degradação ruminal da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro.

5. Referências Bibliográficas

- 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 capim elefante contendo subprodutos agrícolas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12, p.2578-2588, 2010.
- BARCELOS, A.F.; PAIVA, P.C.A.; PÉREZ, J.R.O. et al. Fatores antinutricionais da casca e da polpa desidratada de café (*Coffea arabica* L.) armazenadas em diferentes períodos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1325- 1331, 2001.
- CABRAL, L.S; VALADARES FILHO, S.C; DETMANN, E. et al. Cinética ruminal das frações de carboidratos, produção de gás, digestibilidade in vitro da matéria seca e NDT estimado da silagem de milho com diferentes proporções de grãos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6, p.2332-2339, 2002.
- CABRAL, L.S; VALADARES FILHO, S.C; DETMANN, E. et al. Taxas de digestão das frações protéicas e de carboidratos para as silagens de milho e de capim-elefante, o feno de capim-tifton-85 e o farelo de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1573-1580, 2004.
- CAPPELLE, E.R.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C.. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1837-1856, 2001.
- CARVALHO, G. G. P. et al. Degradação ruminal de silagem de capim-elefante emurchecido ou com diferentes níveis de farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 08, p. 1347-1354, 2008.
- CARVALHO, G.G.P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V. et al. Fracionamento de carboidratos de silagem de capim-elefante emurchecido ou com farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1000-1005, 2007.
- CRUZ ,P. G.; FIGUEIREDO, M. P.; PEREIRA, L. G. R.; BERGAMASCH, K. B.; Rodrigues, C. S.; RECH, C. L. S. Fracionamento e cinética da fermentação ruminal *in vitro* dos carboidratos de cinco variedades de cana-de-açúcar. **Ci. Anim. Bras., Goiânia**, v. 11, n. 4, p. 784-793, 2010.
- DANTAS, C.C.O. **Perdas e Valor Nutritivo de Silagens de *Brachiaria* Aditivadas com Casca de Soja**, Dissertação de Mestrado. 77 p, 2012.
- EUCLIDES, V.P.B.; EUCLIDES FILHO, K.; ARRUDA, Z.J. et al. Desempenho de novilhos em pastagem de *Brachiaria decumbens* submetidos a diferentes

- regimes alimentares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.2, p.246-254, 1998.
- HALL, M.B. Challenges with nonfiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**, v.81, p.3226-3232, 2003.
- LICITRA, G.; HERNANDES, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, n.4, p.347-358, 1996.
- MALAFAIA; P.A.M.; VALADARES FILHO, S.C.; VIEIRA, R.A.V. et al. Cinética ruminal de alguns alimentos investigada por técnicas gravimétricas e metabólicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.2, p.370-380, 1998.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.
- MERTENS, D. R. Rate and extent of digestion. In: FORBES, J. M.; FRANCE, J. (Eds.) **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. Cambridge: CAB International, Cambridge University Press, 1993. p.13-51.
- MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JÚNIOR, G. C. (Ed.). **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.450-493.
- MERTENS, D. R. Using fiber and carbohydrate analysis to formulate dairy rations. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.80, p.1463-1481, 1996.
- MERTENS, D.R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal Animal Science**, p. 64, p.1548-1558, 1987.
- NEIVA, J.N.M.; NUNES, F.C.S.; CÂNDIDO, M.J.D. et al. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante enriquecidas com subproduto do processamento do maracujá **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1843-1849, 2006, 2006 (supl.).
- NOCEK, J. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.2051-2069, 1988.
- ORSKOV, E.R; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of agricultural Science**, v. 92, n 2, 1979.
- PIRES, A.J.V.; REIS, R.A.; CARVALHO, G.G.P; SIQUEIRA et al. Degradabilidade ruminal da matéria seca, da proteína bruta e da fração fibrosa de silagens de

- milho, de sorgo e de *Brachiaria brizantha*. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, V.62, n.2, p.391-400, 2010.
- RÊGO, A. C.; TELES, M. M.; NEIVA, J. N. M.; CANDIDO, M. J. D.; FEITOSA, J. V.; GOMES, F. H. T.; Degradação da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro de silagens de capim-elefante contendo pedúnculo de caju desidratado. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 03, p. 735-744, 2009.
- RÊGO, A. C.; CÂNDIDO, M. J. D.; PEREIRA E. S.; FEITOSA, J. M.; RÊGO, M. M. T.; Degradação de silagens de capim-elefante contendo subproduto do urucum. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p. 482-489, julho, 2010.
- REZENDE, A.V.; EVANGELISTA, A.R.; BARCELOS,A.F.; SIQUEIRA, G.F.; SANTOS, R.V.; MAZO, M.S. Efeito da mistura de planta de girassol (*Helianthus annuus* L.), durante a ensilagem do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) no valor nutritivo da silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 5, p. 1938-1943, 2007.
- SANTOS, S.; SANTOS-CRUZ, C. L.; ROCHA, J. B.; PIRES, A. J. V.; SANTOS, I. P. A.; LIMA,T. R.; JUNQUEIRA, R. S. Degradação ruminal da silagem de capim elefante com diferentes componentes de algaroba. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, Salvador, v.13, n.1, p.123-136, 2012.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa: Impr. Universitária, 2002. 235 p.
- SNIFFEN, C.J; CORNOR, J.D., VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992
- SOUZA, A.L.; BERNARDINO, F.S.; GARCIA, R.; PEREIRA, O.G.; ROCHA, F.C.; PIRES, A.J.V. Valor nutritivo da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) com diferentes níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 4, p.828-833, 2003.
- TELES, M.M.; NEIVA, J.N.M.; CLEMENTINO, R.H.; RÊGO, A.C.; CÂNDIDO, M.J.D.; RESTLE, J. Consumo, digestibilidade de nutrientes e balanço de nitrogênio da silagem de capim-elefante com adição de pedúnculo de caju desidratado. **Ciência Rural**, v.40, n.2, p.427-433, 2010.
- TONANI, F. L. *et al.* Degradação ruminal *in situ* da matéria seca e da fibra em detergente neutro em silagens de híbridos de sorgo colhidos em diferentes épocas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 23, n. 01, p. 100-104, 2001.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. Sistema de análises estatísticas e genéticas – SAEG: manual do usuário. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. p.138, (Versão 8.1).

VAN SOEST, P. J. Development of a comprehensive system of feeds analysis and its applications to forages. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.26, p.119-128, 1967.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Washington: Cornell University Press, 1994. 476p.

WOOLFORD, M.K. 1984. The silage fermentation. New York, Marcel Dekker. p.23-13.

CAPÍTULO III

Ingestão e digestibilidade aparente em ovinos alimentados com silagens de capim-marandu aditivadas com resíduo de cervejaria desidratado naturalmente

RESUMO – Objetivou-se avaliar o consumo e a digestibilidade aparente de ovinos alimentados com silagens de capim marandu aditivadas com resíduo de cervejaria desidratado. Foram utilizados 20 ovinos mestiços de Santa Inês machos inteiros, com peso médio inicial de 30 kg e média de 14 meses de idade. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições, sendo os tratamentos níveis de inclusão de 0, 10, 20, 30 e 40% da matéria natural de resíduo de cervejaria desidratado naturalmente por 36 horas à silagem de capim-marandu. O período de avaliação teve duração de 21 dias, sendo 15 para adaptação às dietas e seis para as coletas. Os dados foram submetidas à análise de variância, e quando significativo, as médias dos tratamentos à análise de regressão. A inclusão do resíduo de cervejaria desidratado promoveu aumento linear ($P < 0,05$) no consumo de água, que aumentou em 0,02 ponto percentual a cada unidade de resíduo adicionada. Observou-se efeito quadrático ($P < 0,05$) nos níveis de resíduo de cervejaria desidratado sobre o consumo de matéria seca, estimando-se consumo máximo de 2,86% PV para silagens contendo 17,8% de resíduo de cervejaria. O consumo de proteína bruta apresentou comportamento quadrático, de modo que o valor máximo foi estimado em 0,29%PV de proteína bruta para o nível de 22,5% de resíduo de cervejaria desidratado. Para o consumo de extrato etéreo, houve comportamento quadrático ($P < 0,05$), em que o valor máximo foi estimado em 0,2% PV de extrato etéreo para o nível de 28,25% de resíduo de cervejaria desidratado. O estudo de regressão mostrou comportamento quadrático ($P < 0,05$) para o consumo de fibra em detergente neutro, em que o valor máximo foi estimado em 2,33% PV de fibra em detergente neutro para o nível de 34,58% de resíduo de cervejaria desidratado. Para os consumos de fibra em detergente ácido e matéria orgânica, não foi observada significância estatística ($P > 0,05$). Conclui-se que silagens aditivada com níveis de 20% a 30% de resíduo de cervejaria desidratado, promoveram respostas positivas aos consumos de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e fibra em detergente neutro.

Palavras-chave: alimento, consumo, digestão, valor nutritivo

Intake and digestibility in sheep fed marandu grass silages additivated with brewer naturally dehydrated

ABSTRACT - his study aimed to evaluate the intake and digestibility of sheep fed silage marandu doped with brewers dehydrated. We used 20 crossbred sheep of St. Agnes males, with an average initial weight of 30 kg and an average of 14 months of age. The experimental design was completely randomized with five treatments and four replications and treatments inclusion levels of 0, 10, 20, 30 and 40% natural matter of brewers dried naturally for 36 hours silage Marandugrass . The evaluation period lasted 21 days, 15 days for diet adaptation and six collections. Data were subjected to analysis of variance, and when significant, treatment means regression analysis. The inclusion of dried brewer promoted linear increase ($P < 0.05$) in water consumption, which increased by 0.02 percentage point for each unit of waste added. There was a quadratic effect ($P < 0.05$) levels of brewers dried on dry matter intake, estimating maximal 2.86% PV for silages containing 17.8% of brewers. The crude protein intake showed a quadratic behavior, so that the maximum value was estimated at 0.29% PV of crude protein level of 22.5% of brewers dehydrated. To the ether extract intake, there was a quadratic ($P < 0.05$), in which the maximum value was estimated at 0.2% PV ether extract to the level of 28.25% of brewers dehydrated. The study showed a quadratic regression ($P < 0.05$) for the use of neutral detergent fiber in which the maximum value was estimated at 2.33% PV of neutral detergent fiber to the level of 34.58% brewers dehydrated. For the consumption of acid detergent fiber and organic matter, there was no statistical significance ($P > .05$). It is concluded that silage additives at levels of 20% to 30% of brewers dehydrated promoted positive responses to the intake of dry matter, crude protein, ether extract and neutral detergent fiber.

Keywords: digestion, food, ingestion, nutritional value,

1. Introdução

A estacionalidade na produção de forragem tem sido responsável, entre outros fatores, pela reduzida produtividade dos rebanhos, que, em conjunto com a freqüente variação dos preços dos grãos de cereais e dos suplementos proteicos utilizados na alimentação animal, tem despertado o interesse no aproveitamento de alimentos alternativos.

A substituição das tradicionais silagens de milho e sorgo pelas de capim, no arraçoamento de ruminantes, vem despertando maior interesse de técnicos e pecuaristas, por minimizar os custos de produção, em razão da alta produtividade por unidade de área dos capins tropicais, sobretudo no período de maior oferta (Santos, 2007).

As gramíneas forrageiras tropicais, segundo Bergamaschine et al. (2006), não apresentam teores adequados de matéria seca, de carboidratos solúveis e valores de poder tampão que proporcionem eficiente processo fermentativo. Estas situações podem ser modificadas pelo uso de técnicas, como a mistura de produtos apropriados à massa ensilada (aditivos). Bernardes et al. (2005) observaram que a deterioração aeróbia em silagens de capins tropicais é caracterizada, principalmente, por bactérias aeróbias, em vez de fungos e leveduras, por estas apresentarem alto teor de umidade, reduzida acidez e baixa fonte de nutrientes disponíveis na massa ensilada.

Nesse contexto, os resíduos agroindustriais podem ser importantes na alimentação de ruminantes, principalmente em situações de baixa disponibilidade de forragem.

O resíduo da indústria de cervejaria tem sido utilizado em algumas pesquisas em substituição a alimentos volumosos (Alves et al., 2002; Correia et al., 2002; Lallo et al., 2003) e grãos de cereais e pode ainda ser utilizado como aditivo na produção de silagens de gramíneas tropicais (Oliveira Filho et al., 2002). Desta forma, o resíduo úmido de cervejaria na forma desidratada foi estudado por Rogers et al. (1986) e Bovolenta et al. (1998), que relataram que esse alimento possui alto teor de proteína não degradável no rúmen.

Rogers et al. (1986) trabalharam com novilhos alimentados com resíduo úmido de cervejaria em comparação aos alimentados com resíduo úmido de cervejaria na forma desidratada e observaram maior digestibilidade e retenção de

nitrogênio nos novilhos alimentados com resíduo úmido de cervejaria e sugeriram que este efeito estava associado à maior disponibilidade do nitrogênio deste resíduo. Entretanto, Bovolenta et al. (1998) observaram efeito linear crescente do coeficiente de digestibilidade total da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo e fibra em detergente neutro em cordeiros com o aumento dos teores do resíduo de cervejaria desidratado nas rações, porém com redução do consumo de matéria seca.

De acordo com Brochier e Carvalho (2008), a utilização de resíduo úmido de cervejaria na terminação de cordeiros confinados tem grande potencial, pois pode levar à redução significativa dos custos de alimentação e, ao mesmo tempo, evitar a ocorrência de impactos ambientais advindos da indústria cervejeira, sem que ocorra reduções quedas dos índices produtivos.

Diante deste aspecto e da necessidade de maiores estudos, objetivou-se, com o presente trabalho, avaliar o efeito da ensilagem de capim-marandu aditivada com resíduo de cervejaria desidratado sobre o consumo e a digestibilidade aparente em ovinos.

2. Material e Métodos

2.1. Manejo dos animais e período de avaliação

O experimento foi realizado em área experimental do curso de Zootecnia, no Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas/ICAT. Foram utilizados ovinos mestiços da raça Santa Inês, machos inteiros, com peso médio inicial de 30 kg e média de 14 meses de idade. Os animais foram alojados em baias individuais de 1,5 m², providas de cocho de ração, cocho de sal e bebedouro individuais, e com piso de alvenaria. No início do experimento, os animais foram vermifugados, pesados, identificados com plaquetas fixas às baias e distribuídos por sorteio nos tratamentos. Ao final do período experimental, foi feita uma nova pesagem dos animais. Para a coleta de fezes, foram utilizados coletes de napa adaptados aos ovinos.

O período de avaliação teve duração de 21 dias, sendo 15 para a adaptação às dietas e seis para as coletas. Na primeira fase, os alimentos foram fornecidos à vontade e o consumo medido diariamente, sendo o consumo médio dos últimos três dias de adaptação, tomado como base para fornecimento na fase de coletas. As

silagens foram fornecidas diariamente, às 8:30 horas e às 16:30 horas, durante todo o período experimental. Adicionalmente às silagens, foi ofertado sal mineral à vontade, sendo que sua composição está apresentada na Tabela 1.

O consumo de água foi determinado durante cinco dias do período experimental, duas vezes ao dia, próximo aos horários de fornecimento da ração (às 9 e às 17 horas). A água foi fornecida em baldes plásticos com capacidade de oito litros. O consumo foi calculado por meio da diferença de peso dos baldes antes e após o consumo. Os baldes foram lavados sempre que abastecidos e, nos mesmos horários eram distribuídos pela instalação dois baldes com água e pesados para medir as perdas de água por evaporação (Souza et al., 2010).

Tabela 1. Composição e proporção dos ingredientes do sal mineral

Mineral	Nível
Fósforo	80 g
Cálcio	177g
Enxofre	20g
Sódio	40 mg
Cobre	550 mg
Iodo	60 mg
Selênio	15 mg
Manganês	1200 mg
Zinco	3000 mg
Flúor (Máx)	800 mg

A quantidade das silagens fornecida a cada animal, na fase de coletas, foi 10% superior ao consumo médio observado na fase preliminar, de modo a possibilitar sobras. O consumo das silagens foi mensurado diariamente, por meio da diferença de peso entre o alimento ofertado e as sobras. Foram realizadas amostras compostas dos alimentos fornecidos e das sobras que, posteriormente, foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e guardadas em congelador para análises laboratoriais.

As amostras moídas foram guardadas em recipientes de polietileno para posteriores análises dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM),

lignina (LG), material mineral (MM) e matéria orgânica (MO), conforme metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002) (Tabela 2 e 3).

Tabela 2. Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM), e digestibilidade *in vitro* da matéria seca do resíduo de cervejaria desidratado (RCD)

Aditivo	MS (%)	PB (% MS)	EE (% MS)	FDN (% MS)	FDA (% MS)	HEM (% MS)	DIVMS (% MS)
RCD	89,96	29,92	6,52	60,75	30,09	30,66	64,35

Tabela 3. Composição química, pH e N-NH₃ do capim marandu ensilado com níveis de resíduo de cervejaria desidratado

Variável	Nível de resíduo de cervejaria desidratado (%)				
	0	10	20	30	40
pH	4,28	4,19	4,13	4,12	4,09
N-NH ₃ (% NT)	7,61	7,03	6,45	5,89	5,29
MS (%)	24,13	27,91	31,02	39,5	43,9
PB (% MS)	7,19	11,39	12,63	13,5	14,7
CHOS (% MS)	4,06	4,09	4,12	4,15	4,19
NDT (% MS)	33,27	39,06	44,85	50,6	56,4
FDN (% MS)	73,63	64,06	61,25	61,6	60,5
FDA (% MS)	29,45	30,28	30,96	32,3	32,8
HEM (% MS)	44,18	33,78	30,29	29,3	26,0
LIG (% MS)	6,89	6,48	6,40	6,32	6,18
MO (% MS)	6,31	7,13	7,02	6,52	6,55
MM (% MS)	93,69	92,87	92,98	93,4	93,4
DIVMS (% MS)	60,93	64,37	65,10	65,6	66,1

A coleta total de fezes foi realizada diariamente, as 7 e 16 horas, registrando-se, nesta oportunidade, a quantidade de fezes excretadas por animal para computar na produção diária. Após a homogeneização do material, retirou-se uma quantidade diária equivalente a 5-10% para confecção de uma amostra composta por animal. As amostras de fezes foram acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em congelador. Após o término do experimento, essas amostras foram descongeladas à temperatura ambiente, pré-secas e armazenadas para a realização das análises.

2.2. Composição química

Os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) dos alimentos fornecidos, sobras e fezes foram determinados conforme técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002). A digestibilidade aparente foi obtida pela diferença entre as concentrações dos nutrientes no material ingerido e nas fezes.

2.3. Índice de valor forrageiro

O índice de valor forrageiro (IVF) foi obtido por meio dos seguintes equações descritas por Teixeira e Andrades (2001):

Equação I

$MSI (\% \text{ do peso vivo}) = 120 / \% \text{ FDN da MS da forragem}$

Equação II

$MSD (\%) = 88,9 - 0,779 \times \% \text{ FDA da forragem}$

Equação III

$IVF = (MSI \times MSD) / 1,29$

Onde:

MSI = matéria seca ingerida

MSD

2.4. Análise dos dados

Os dados de consumo e digestibilidade aparente obtidos foram analisados estatisticamente, sendo a escolha dos modelos baseada na significância dos parâmetros de regressão, testada pelo teste t ($P < 0,05$), e nos valores dos coeficientes de determinação, utilizando-se o programa SAEG, 1999 versão 8.1 (UFV).

3.0. Resultados e Discussão

A inclusão do resíduo de cervejaria desidratado promoveu aumento linear ($P < 0,05$) do consumo de água, que aumentou em 0,02 ponto percentual a cada unidade de resíduo adicionada (Figura 1). Este resultado pode ser explicado tendo em vista o aumento do teor de matéria seca proporcionado pelo incremento do resíduo de cervejaria desidratado na ensilagem, uma vez que da silagem controle para aquela de maior nível de inclusão (40%), houve aumento de 19,77 pontos percentuais (Tabela 4). Proporcionalmente os animais tiveram uma demanda por água 300% maior, comparando a silagem testemunha com a de maior nível de resíduo de cervejaria desidratado. Souza et al. (2010), avaliando a ingestão de água de caprinos e ovinos alimentados com feno e/ou silagem de maniçoba, verificaram que, para os animais que recebem a maniçoba conservada pela fermentação, aproximadamente 66% da quantidade total de água ingerida. Foi oriunda do alimento. Por outro lado, para aqueles que receberam feno, 94% do total da água ingerida foi obtida no bebedouro. Este resultado corrobora com o presente experimento, em que o aumento do teor de matéria seca aumentou a demanda de água dos ovinos.

De acordo com o NRC (2007), o consumo de água pelos caprinos é menor que o consumo de água pelos ovinos, o que pode ser devido à melhor eficiência do uso de água nessa espécie. No entanto, vale destacar que no presente estudo, levando em consideração que os ovinos demandam 0,800 kg por dia de água (NRC, 2007), os animais atingiram e superaram essa demanda, tendo em vista que não se considerou o teor de água oriunda do alimento.

Provavelmente, os maiores consumos de água foram ocasionados pelos maiores consumos de matéria seca e proteína bruta. Segundo o NRC (1985), os

consumos voluntários de água pelos ovinos está relacionado aos consumos de matéria seca, proteína bruta e sal mineral das dietas. De acordo com Berchielli et al. (2006), o consumo de água pelos ruminantes é influenciado pelo consumo de proteína bruta, pois resulta em maior demanda de água, decorrente do incremento calórico proveniente do processo digestivo da proteína. Nesse aspecto, corrobora com os maiores teores de proteína bruta nas silagens aditivadas com o resíduo de cervejaria desidratado (Tabela 4).

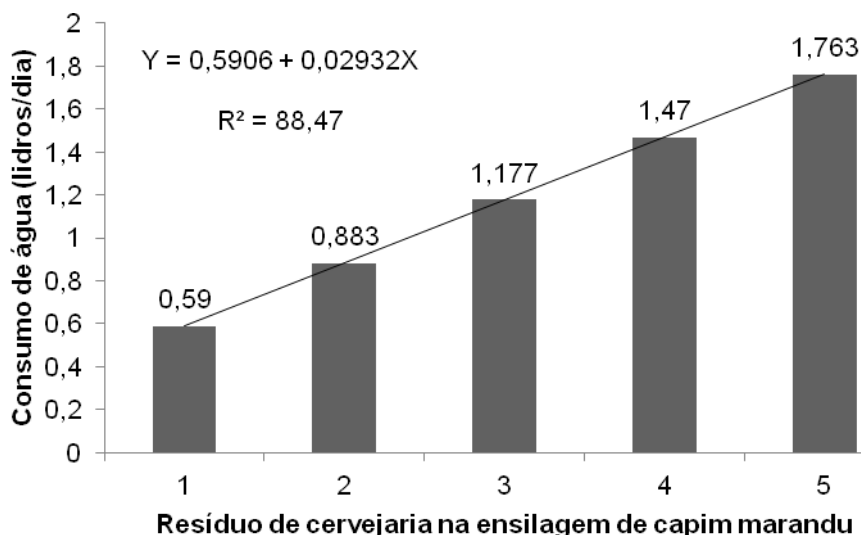


Figura 1. Consumo de água (litros/dia) dos ovinos alimentados com silagem de capim-marandu ensilado com níveis resíduo de cervejaria desidratado.

Os níveis de adição de resíduo de cervejaria desidratado na ensilagem do capim marandu influenciaram ($P < 0,05$) os consumos de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e fibra em detergente neutro, e não influenciaram os valores de fibra em detergente ácido e a matéria orgânica (Tabela 4).

Observou-se efeito quadrático ($P < 0,05$) dos níveis de resíduo de cervejaria desidratado sobre o consumo de matéria seca, estimando-se consumo máximo de 2,86%PV para silagens contendo 17,8% de resíduo de cervejaria (Tabela 4). Comportamento semelhante foi observado, para o consumo expresso em relação ao peso metabólico. Ribeiro et al. (2008) estimaram consumos de matéria seca que variaram de 1,74 a 2,59% do peso vivo para silagens de capim-tanzânia acrescidos de 0 a 34% de farelo de trigo.

O aumento inicial do consumo de matéria seca no presente estudo pode ser explicado, em parte, pelo aumento do teor de matéria seca da silagem. Com a

adição de resíduo de cervejaria desidratada, com 90% de matéria seca (Tabela 4) na ensilagem, parte da umidade do capim foi absorvida pelo resíduo, melhorando a qualidade da fermentação, com pH e N-amoniacal médio de 4,13 e 6,16, respectivamente nas silagens aditivadas (Tabela 3).

Um indicativo dessa melhoria foi observado nas silagens contendo resíduo de cervejaria desidratada que apresentaram odor e coloração apropriados e agradáveis, relativos a bom processo fermentativo, embora a silagem apenas com capim-marandu tenha apresentado boa fermentação, pelo fato de ter sido ensilada com aproximadamente 25% de matéria seca, sendo recomendado teor médio de 30 a 35% de matéria seca de acordo com McDonald (1981). Segundo McDonald (1991), silagens com predominância de fermentação butírica geralmente têm seu consumo reduzido, principalmente em função das elevadas concentrações de ácido butírico e nitrogênio amoniacal.

Segundo Silva et al. (2011) a utilização de subprodutos agroindustriais requer atenção especial, principalmente no que diz respeito ao estímulo da função ruminal, pois, fontes de fibra dietéticas alternativas merecem atenção especial, principalmente porque a moagem pode reduzir o tamanho das partículas e promover menor efetividade física e, dessa maneira, poderá ocasionar alterações metabólicas. Por conseguinte, apesar do nível de 40% de resíduo de cervejaria desidratado compor um alto percentual na silagem de capim, de partículas reduzidas, poderia em função disso aumentar o consumo pelo aumento da ingestão, estimulado pela aumento da taxa de passagem no rúmen, mais isso não foi observado, pois o consumo foi quadrático. Segundo Cabezas et al. (1978), a queda no consumo observada pela adição de resíduos da agroindústria pode estar associada à sua baixa aceitabilidade e/ou por efeitos adversos sobre a digestão e metabolismo dos animais.

Neste contexto, a ingestão de MS é um dos aspectos mais importantes a serem considerados na formulação de dietas para ruminantes, em razão de sua estreita relação com o desempenho produtivo e reprodutivo dos animais, pois é a partir da ingestão de MS que o animal estará consumindo maior ou menor quantidade de nutrientes. São vários os fatores que podem exercer influência sobre a capacidade do animal em consumir alimento, podendo ser fatores inerentes ao próprio animal, ao alimento, ao ambiente e às condições de manejo.

O consumo de proteína bruta apresentou comportamento quadrático, de modo que o valor máximo foi estimado em 0,29%PV de proteína bruta para o nível de 22,5% de resíduo de cervejaria desidratado. Considerando o consumo expresso em g/kg PV^{0,75}/dia, o valor máximo foi estimado em 6,78 g/kg PV^{0,75}/dia de proteína bruta para o nível de 30,7% de resíduo de cervejaria desidratado (Tabela 4). O incremento no consumo de PB pode estar relacionado ao aumento no teor de PB das silagens de capim-marandu com a inclusão de do resíduo de cervejaria desidratado Neiva et al. (2006) avaliando a inclusão de subproduto do processamento do maracujá na silagem de capim-elefante, obtiveram aumento no consumo de PB de 0,20g kg⁻¹ PV^{0,75} para cada 1% do subproduto. Ocorre que, no estudo de Neiva et al. (2006), além do aumento do teor de PB nas silagens, houve aumento no consumo de MS e isso permitiu que os animais atingissem maiores níveis ingestão.

Para o consumo de extrato etéreo, houve comportamento quadrático (P<0,05), em que o valor máximo foi estimado em 0,2%PV de extrato etéreo para o nível de 28,25% de resíduo de cervejaria desidratado. Comportamento semelhante foi observado para o consumo de extrato etéreo expresso em relação ao peso metabólico (Tabela 4). A elevação nos consumos de EE se deve à elevação dos teores desse nutriente nas silagens quando se adicionou o resíduo desidratado de cervejaria, pois, enquanto na silagem exclusiva de capim-marandu o teor de EE foi de 0,052 %.

O estudo de regressão mostrou comportamento quadrático (P<0,05) para o consumo de fibra em detergente neutro, em que o valor máximo foi estimado em 2,33%PV de fibra em detergente neutro para o nível de 34,58% de resíduo de cervejaria desidratado. Comportamento semelhante foi observado para o consumo de fibra em detergente neutro expresso em relação ao peso metabólico (Tabela 4).

Para os consumos de fibra em detergente ácido e matéria orgânica não foi observado significância estatística (P>0,05), sendo registrados valores médios de 0,92 e 1,63%PV e de, 22,35 e 41,97 g/kg PV^{0,75}/dia, respectivamente (Tabela 4).

A digestibilidade da matéria seca foi significativa (P<0,05) apresentando efeito quadrático com valor máximo estimado de 65,03%, com o nível de inclusão de 29,75% de resíduo de cervejaria desidratado (Tabela 5). Levando em consideração esse valor máximo estimado pela equação houve superioridade de 10 pontos percentuais em relação à silagem sem aditivo.

Cabral Filho et al. (2007) avaliaram a inclusão de 0, 33 e 67% de resíduo de cervejaria fermentado em rações contendo feno de capim-tifton para ovinos e não observaram efeito ($P>0,05$) sobre os coeficientes de digestibilidade total da MS e da FDN, porém, aumentou o coeficiente de digestibilidade total da PB, fato atribuído ao maior valor energético e protéico do resíduo de cervejaria fermentado em relação ao feno.

De forma concomitante a digestibilidade da proteína foi influenciada ($P<0,05$) pela adição de resíduo de cervejaria na ensilagem de capim-marandu de forma quadrática (Tabela 5), com valor máximo estimado de 65,64% na inclusão de 28,94% do aditivo na ensilagem de capim.

A digestibilidade do extrato etéreo foi significativa ($P<0,05$) apresentando efeito quadrático com valor máximo estimado de 65,03%, com o nível de inclusão de 29,75% de resíduo de cervejaria desidratado (Tabela 5).

Observou-se comportamento linear crescente ($P<0,05$) da equação de regressão para a digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN) (Tabela 5). Houve acréscimo de 0,22 unidades percentuais na digestibilidade da FDN a cada 1% de inclusão de resíduo de cervejaria na ensilagem de capim, sendo que o nível máximo de inclusão (40%) estimado pela equação obteve valor de 67,7%, ou seja, os ovinos digeriram 18,97 unidades percentuais a mais que o tratamento controle (58,82%).

A digestibilidade da fibra em detergente ácido e da matéria orgânica não foram significativas ($P>0,05$) e seus valores médios foram de 55,06 e 53,33, respectivamente (Tabela 5).

Tabela 4. Consumo médio diário de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e matéria orgânica (MO), e as respectivas equações de regressão (R^2) e coeficiente de variação (CV), do capim marandu ensilado com níveis resíduo de cervejaria desidratado

Variável	Nível de resíduo de cervejaria (%)					Equação de regressão**	CV (%)	R^2 (%)
	0	10	20	30	40			
Ingestão média diária em %PV								
MS	2,39	2,81	2,87	2,73	2,40	$Y=2,55+0,0356X-0,001X^2$	7,65	89,00
PB	0,137	0,227	0,277	0,295	0,305	$Y=0,141+0,009X-0,0001X^2$	5,82	88,95
EE	0,052	0,117	0,152	0,155	0,162	$Y=0,057+0,005X-0,00007X^2$	7,21	87,21
FDN	0,787	1,030	1,342	1,535	1,705	$Y=0,774+0,030X-0,0001X^2$	7,27	89,63
FDA	0,455	0,689	0,898	1,256	1,325	$Y=0,924$	-	*NS
MO	1,169	1,422	1,627	1,977	1,995	$Y=1,638$	-	*NS
Consumo médio diária em g/kg PV ^{0,75} /dia								
MS	53,80	67,13	63,96	57,64	54,32	$Y=56,11 + 0,917X-0,0255X^2$	4,55	69,04
PB	3,85	5,38	6,12	6,52	6,63	$Y=3,91 + 0,157X-0,0022X^2$	4,43	89,50
EE	1,17	7,71	9,65	10,23	11,22	$Y=1,69 + 0,582X-0,0089X^2$	6,94	86,07
FDN	22,58	26,26	30,80	34,21	36,42	$Y=22,40 + 0,476X-0,0030X^2$	3,11	89,77
FDA	15,55	17,85	22,56	27,89	27,93	$Y=22,35$	-	*NS
MO	30,46	34,51	40,28	53,76	50,85	$Y=41,974$	-	*NS

* Não significativo.

** Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

Tabela 5. Digestibilidade aparente (DA) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e matéria orgânica (MO), e as respectivas equações de regressão (R^2) e coeficiente de variação (CV), do capim marandu ensilado com níveis resíduo de cervejaria desidratado

Variável	Nível de resíduo de cervejaria (%)					Equação de regressão**	CV (%)	R^2 (%)
	0	10	20	30	40			
MS	55,01	61,55	63,89	64,42	64,23	$Y=55,39+0,6486X-0,0109X^2$	6,34	65,82
PB	57,99	62,55	64,86	64,86	64,79	$Y=58,27+0,5094X-0,0088X^2$	1,69	79,70
EE	48,39	55,62	58,46	60,51	61,04	$Y=48,73+0,7073X-0,0101X^2$	4,62	78,08
FDN	58,50	61,30	63,36	65,92	67,31	$Y=58,82+0,222X$	2,27	88,96
FDA	48,15	55,13	56,32	57,38	58,33	$Y=55,06$	-	*NS
MO	47,56	51,29	54,53	57,58	55,68	$Y=53,33$	-	*NS

* Não significativo

** Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t

Observando a equação de regressão referente ao valor de pH da urina dos ovinos, verifica-se comportamento linear decrescente ($P<0,05$), com redução de 0,083 unidades percentuais com a inclusão de 1% de resíduo de cervejaria desidratado na silagem de capim marandu (Figura 2). Tendo por base a silagem testemunha o valor de pH decresceu de 9,04 para 5,71 no nível de inclusão de 40% de resíduo de cervejaria.

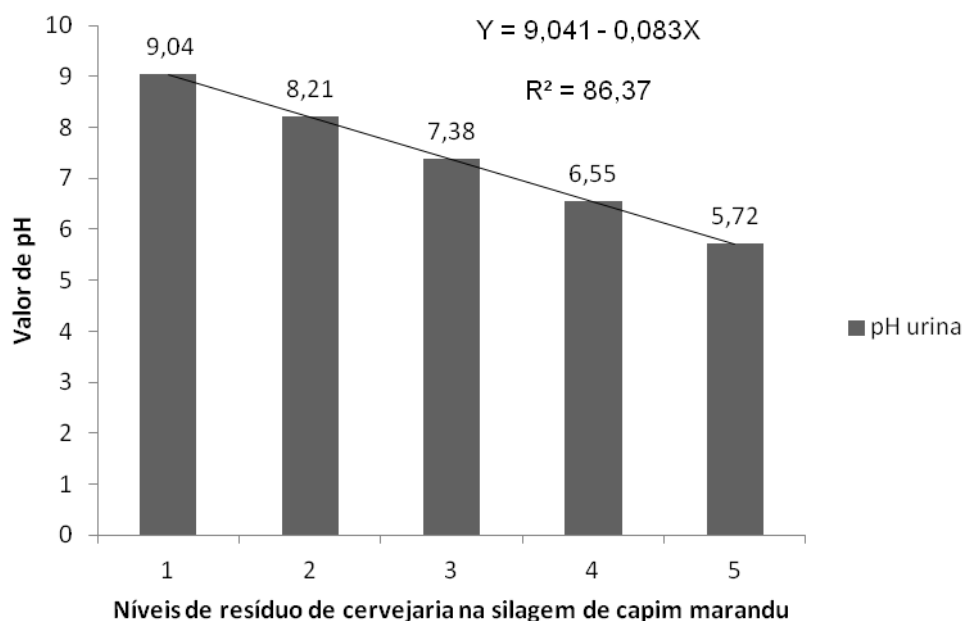


Figura 2. Valores de pH da urina dos ovinos alimentados com capim marandu ensilado com níveis resíduo de cervejaria desidratado.

Já os valores de pH do líquido ruminal apresentou-se por meio de equação quadrática quando se adicionou o resíduo de cervejaria nas silagens de capim marandu ($P < 0,05$), com valor máximo estimado de 9,1, com o nível de inclusão de 7,10% de resíduo de cervejaria desidratado (Figura 3).

Fatores que afetam a fermentação ruminal, como o pH ruminal, o qual estando abaixo de 6,2 pode deprimir o crescimento de microrganismos ruminais, principalmente bactérias celulolíticas e metanogênicas. A relação concentrado:volumoso pode afetar tanto a eficiência quanto a produção microbiana devido aos efeitos na disponibilidade de substrato, taxa de passagem e pH ruminal (Russell et al., 1992). Segundo Rode et al. (1985), citados por Gabarra (2001), a eficiência microbiana foi maior quando a proporção volumoso:concentrado foi de 80:20 (feno de alfafa:milho+farelo de soja), mas a produção microbiana foi maior nas dietas que continham maior proporção de concentrado (38:62).

A digestão rápida do amido pode abaixar o pH ruminal drasticamente, causar problemas digestivos e redução da gordura do leite. Devido a estes fatores, as dietas têm que conter fibra adequada para possibilitar o uso de quantias significativas de cevada. Desta forma, Kennelly et al. (2001) relataram que a substituição do milho pela cevada na dieta de vacas em lactação pode resultar na

queda do pH ruminal, redução da digestão da fibra, da IMS e depressão da gordura do leite.

Segundo Knowlton (1998) a redução na IMS deve-se ao baixo pH do rúmen o que reduz a digestibilidade da fibra, a qual poderá aumentar o tempo de retenção da fibra no rúmen, limitando a ingestão de alimentos associada com o enchimento ruminal.

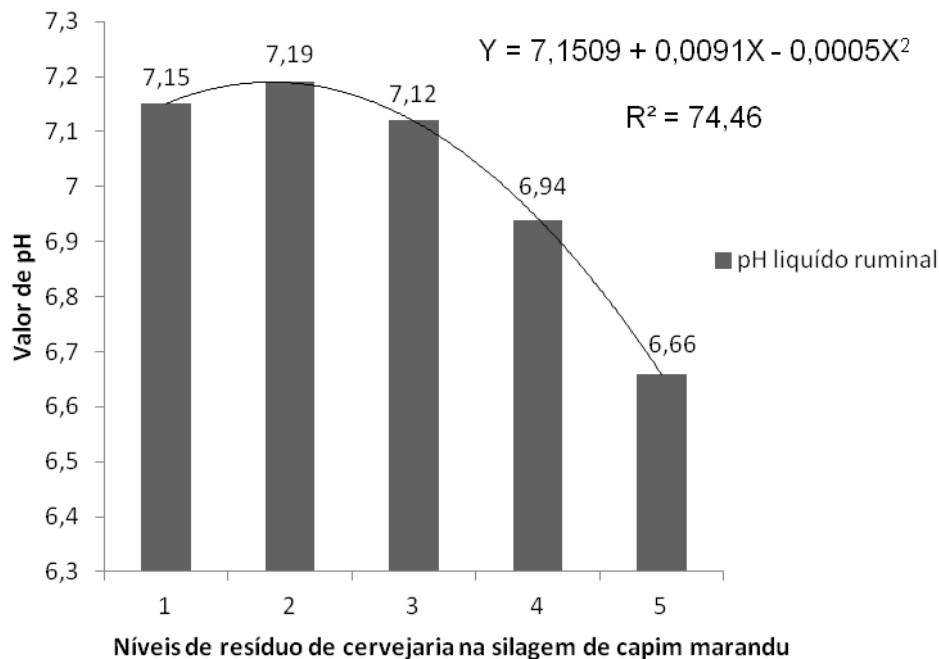


Figura 3. Valores de pH do líquido ruminal dos ovinos alimentados com capim marandu ensilado com níveis resíduo de cervejaria desidratado.

A adição de resíduo de cervejaria desidratado proporcionou aumento linear no índice de valor forrageiro (IVF) da silagem de capim marandu, como pode ser observado na Figura 4. O IVF é um parâmetro importante na avaliação da qualidade da silagem, pois leva em consideração medidas como a digestibilidade e a ingestão da matéria seca, fatores que podem limitar o desempenho animal. Por conseguinte, o IVF de gramíneas tropicais proposto por Teixeira & Andrade (2001) pode ser utilizado como parâmetro comparativo entre forrageiras tropicais, determinando-se o grau de equivalência. Esse índice é dividido em 6 graus, desde IVF > 122, considerado superior, até grau 1 (<51), que inclui as forrageiras de qualidade inferior.

O menor valor do IVF (81,82) encontrado na silagem sem adição do resíduo de cervejaria enquadra-se como forragem grau 4 na classificação descrita por Teixeira & Andrade (2001), mesmo grau em que se enquadra o capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) *in natura*, amplamente utilizados na alimentação de ruminantes. Esse alto valor do IVF está associado à idade de corte da forragem (50 dias após rebrotação), o que provavelmente proporcionou maior relação folha:colmo, mais com teor de matéria seca próximo a 25% e valor de pH próximo de 4,2 (Tabela 5), prerrogativas mínimas destacadas por McDonald et al. (1991) para silagem de boa qualidade. Lopes et al. (2011) registraram que a menor atuação da matriz extracelular em converter células do tipo parênquima (rica em carboidratos solúveis) em esclerênquima (constituente das frações FDN e FDA), leva à redução dos teores de FDN e FDA do material ensilado, sendo que estas frações possuem relação inversa ao IVF.

O índice de valor forrageiro mais elevado foi obtido com a adição de 40% de resíduo de cervejaria desidratado ao capim marandu (154,18), sendo comparável a forragens como alfafa *in natura*, visto que ambas se enquadram como forragens de grau superior na classificação de Teixeira & Andrade (2001). O aumento expressivo do IVF a partir da adição do resíduo de cervejaria desidratado é explicável pelo fato da melhor qualidade da fibra desse resíduo, pois estas frações possuem relação inversa ao IVF. Outro fator, que também deve ser levado em consideração, é que a adição do resíduo de cervejaria desidratado promoveu aumento de matéria seca, em que este aumento provavelmente favoreceu a melhor fermentação do material ensilado além de reduzir as perdas causadas pela formação de efluentes. Os resultados foram próximos aos de Ribeiro et al. (2008), que observaram valores de IVF de 76 a 141 em estudo com silagem de capim tanzânia com níveis de 0, 8, 16, 24 e 34% de farelo de trigo.

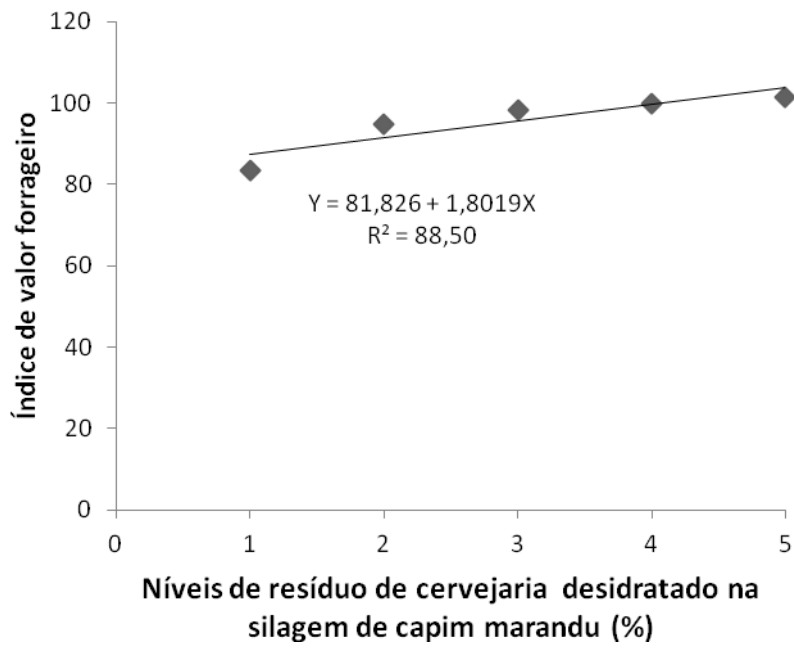


Figura 3. Índice de valor forrageiro (IVF) do capim marandu ensilado com níveis resíduo de cervejaria desidratado.

4. Conclusões

Dietas contendo níveis de 20% a 30% de resíduo de cervejaria desidratado na ensilagem do capim-marandu influenciaram de forma positiva os consumos de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e fibra em detergente neutro, e não influenciaram os valores de fibra em detergente ácido e a matéria orgânica.

A inclusão do resíduo de cervejaria desidratado promoveu aumento no consumo de água.

5. Referências Bibliográficas

- ALVES, G.R.; FONTES, C.A.A; RIBEIRO, E.G. et al. Influência do nível de matéria seca, e de uréia sobre a qualidade de silagens contendo polpa de abacaxi, em misturas com bagaço de cana ou feno de Coast cross. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [2002]. (CD-ROM).
- BERCHIELLI, T.T.; RODRIGUEZ, N.M.; OSÓRIO NETO, E. et al. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. 583p.
- BERGAMASCHINE, A.F., PASSIPIÉRI, M., VERIANO FILHO, W.V. et al. Qualidade e valor nutritivo de silagens de capim-marandu (*B. brizantha* cv. Marandu) produzidas com aditivos ou forragem emurcheda. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1454-1462, 2006.
- BERNARDES, T.F., REIS, R.A. and MOREIRA, A.L. 2005. Fermentative and microbiological profile of Marandu-grass ensiled with citrus pulp pellets. **Scientia Agricola**, v.62, p. 214-220, 2005.
- BOVOLENTA, S.; PIASENTIER, E.; PERESSON, C. et al. The utilization of diets containing increasing levels of dried brewers' grains by growing lambs. **Animal Science**, v.66, p.689-695, 1998.
- BROCHIER, M.A.; CARVALHO. S. Consumo, ganho de peso e análise econômica da terminação de cordeiros em confinamento com dietas contendo diferentes proporções de resíduo úmido de cervejaria **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.5, p.1205-1212, 2008.
- CABEZAS, M.T.; FLORES, A.; EGAÑA, J.I. Uso de pulpa de café en la alimentación de ruminantes. In: BRAHAM, J.E.; BRESSANI, R. (Eds.) **Pulpa de café**. Bogotá: Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, 1978. p.45-67.
- CABRAL FILHO, S.L.S.; BUENO, I.C.S.; ABDALLA, A.L. Substituição do feno de Tifton pelo resíduo de cervejaria úmido em dietas de ovinos em manutenção. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, p.65-73, 2007.
- CORREIA, M.X.C.; COSTA, R.G.; SILVA, J.H.V. et al. Desempenho de caprinos alimentados com níveis crescentes de resíduo agroindustrial de abacaxi em substituição ao feno de capim coast cross. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [2002]. (CD-ROM).
- CYSNEIROS, C.S.S., FRANCO, G.L., ULHOA, C.J., DIOGO, J.M.S. e RAMOS, A.K.B. Efeito de enzimas fibrolíticas sobre a composição química da silagem de milho. **Ciência Animal Brasileira**, v.7, p.339-348, 2006.
- GABARRA, P.R. **Digestibilidade de nutrientes e parâmetros ruminais e sanguíneos de novilhos nelore alimentados com fontes protéicas e energéticas com diferentes degradabilidades ruminais.**

- Dissertação(Mestrado em ciência animal).Escola superior de agricultura Luiz de Queiroz. (USP). Piracicaba – SP. 109p.
- KENNELLY, J.; OKINE, E.; KHORAZANI, R; CORBETT, R. Barley grain for dairy cattle. **Journal Dairy Science**, Champaign, v.82, n.11, p.2486-2496, 2001.
- KNOWLTON, K.F.; GLENN, B.P.; ERDMAN, R.A. Performance, ruminal fermentation, and site of starch digestion in early lactation cows fed corn grain harvested and processed differently. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.1972-1984, 1998.
- LALLO, F.H.; PRADO, I.N.; NASCIMENTO, W.G. et al. Níveis de substituição da silagem de milho pela silagem de subproduto industrial de abacaxi sobre a degradabilidade ruminal em bovinos confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.719-726, 2003.
- McDONALD, P. **The biochemistry of silage**. Chichester: John Wiley e Sons, 1981. 218p.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340p
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**. Washington: National Academy Press, 2007. 362p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Ruminant nitrogen usage**. Washington, D.C.: National Academy Press, 1985.138p
- NEIVA, J.N.M.; NUNES, F.C.S.; CÂNDIDO, M.J.D. et al. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante enriquecidas com subproduto do processamento do maracujá **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1843-1849, 2006, 2006 (supl.).
- OLIVEIRA FILHO, G.S.; NEIVA, J.N.M.; PIMENTEL, J.C.M. et al. Avaliação do valor nutritivo de silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum*) com diferentes níveis de subproduto de pseudofruto do abacaxi (*Ananas comosus*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39.,
- OLIVEIRA, R. L.; RIBEIRO, O. L.; BAGALDO, A. R et al. Torta de dendê oriunda da produção do biodiesel na ensilagem de capim-Massai. **Revista Brasileira De Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.12, n.4, p.881-892, 2011.
- RIBEIRO, J.L.; NUSSIO, L.G.; MOURÃO, G.B.; MARI, L.J.; ZOPOLLATTO, M.; PAZIANI, S.F. Valor nutritivo de silagens de capim-marandu submetidas aos efeitos de umidade, inoculação bacteriana e estação do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p.1176-1184, 2008.
- RODE, L.M.; WEAKLEY, D.C.; SATTER, L.D. Effect of forage amount and particle size in diets of lactating dairy cows on site of digestion and microbial protein synthesis. **Canadian Journal of Animal Science**, v.65, p.101-111, 1985.

- ROGERS, J.A.; CONRAD, H.R.; DEHORITY, B.A. et al. Microbial numbers, rumen fermentation and nitrogen utilization of steers fed wet or dried brewers' grains. **Journal of Dairy Science**, v.69, p.745-753, 1986.
- RUSSELL, J.R., IRLBECK, N.A., HALLAUER, A.R., Buxton, D.R. Nutritive value and ensiling characteristics of maize herbage as influenced by agronomic factors. **Animal Feed Science and Technology**, v.38, p.11-24, 1992
- SANTOS, E.M. **Populações microbianas e perfil fermentativo em silagens de capins tropicais e desempenho de bovinos de corte alimentados com dietas contendo silagens se capim-mombaça**. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2007.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. de. Análise de alimentos: **métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 2002, 235p.
- SILVA, V. L.; ROGÉRIO, M. C. P.; ALVES, A. A. et al. Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas contendo a inclusão de farelo de castanha de caju. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v.18, n. 1, p. 165-181, 2011
- SOUZA, E. J. O.; GUIM, A.; BATISTA, A. M.V.; ALBUQUERQUE, D. B. et al. Comportamento ingestivo e ingestão de água em caprinos e ovinos alimentados com feno e silagem de Maniçoba. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.4, p.1056-1067, 2010.
- TEIXEIRA, J.C.; ANDRADE, G.A. Carboidratos na Alimentação de Ruminantes. Em: II Simpósio de Forragicultura e Pastagens. Lavras. Editora UFLA, 2001. pp. 165-210.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas – SAEG**: manual do usuário. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 138p. (Versão 8.0).

CAPÍTULO IV

Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com silagens de capim marandu aditivado com resíduo de cervejaria desidratado naturalmente

RESUMO - Objetivou-se avaliar o comportamento ingestivo de ovinos recebendo como alimento, silagem de capim marandu aditivada com cevada desidratada. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições, sendo os tratamentos níveis de inclusão de 0, 10, 20, 30 e 40% da matéria natural de resíduo de cervejaria desidratado naturalmente por 36 horas à silagem de capim-marandu. Foram utilizados 20 ovinos e o período experimental foi de 21 dias, sendo 15 para a adaptação às dietas e seis para as coletas de dados. Os animais foram observados a cada 10 minutos nos três últimos dias do período experimental pela quantificação dos intervalos de tempo durante 24 horas. Para o tempo em ruminação diário, não houve diferenças estatísticas ($P>0,05$), ou seja, os animais mantiveram um equilíbrio entre os períodos noturno e diurno. O tempo de ingestão foi afetado pela adição de resíduo de cervejaria desidratado na ensilagem de capim marandu de forma linear ($P<0,05$). Houve diferença ($P<0,05$) para o tempo de ingestão diurna dos animais alimentados com silagens de capim-marandu. Houve diferença estatística para o tempo de ingestão diária ($P<0,05$), com efeito quadrático. A utilização do subproduto da agroindústria de cervejaria promoveu efeito quadrático ($P<0,05$) para o consumo de matéria seca com valor de ponto de máxima estimado na adição de 23,25% do aditivo. Observou-se comportamento linear crescente ($P<0,05$) da equação de regressão para o consumo da fibra em detergente neutro (FDN) em 24 horas de avaliação. Entretanto, o número de bolos ruminados por dia (n°/dia) apresentou comportamento linear decrescente ($P<0,05$), de modo que o valor máximo foi de 653,08 bolos para a silagem controle e de 595,8 bolos ruminados/segundos para o nível mais alto de resíduo de cervejaria desidratada. Para o número de mastigações meréricas por bolo ruminado e número de mastigação por dia, observou-se um comportamento quadrático ($P<0,05$). A eficiência de ingestão e eficiência de ruminação da matéria seca (g MS/hora) foi significativa ($P<0,05$), por meio de comportamento quadrático, e a eficiência de ingestão e ruminação de FDN apresentou comportamento linear crescente. O período de ingestão (n°/dia) foi significativo ($P<0,05$), apresentando efeito

quadrático, com valor máximo estimado de 31,69 /dia, com o nível de inclusão de 20,03% de resíduo de cervejaria desidratado. Os consumos de MS e FDN expressos em kg/refeição e em minutos/kg também foram significativos ($P < 0,05$), apresentando comportamento quadrático. A atividade de ruminação, expressa em g de MS e FDN/bolo foi influenciada ($P < 0,05$) pela adição de resíduo de cervejaria na ensilagem de capim-marandu de forma quadrática, com valor máximo estimado de 1,57 g de MS/bolo ruminado na inclusão de 24,72% do aditivo na ensilagem de capim. Comportamento similar foi observado para o tempo gasto em ruminação (FDN/bolo). A atividade de ruminação e mastigação, expressas em min/kg de MS e FDN, também foram influenciadas ($P < 0,05$) pela adição de resíduo de cervejaria na ensilagem de capim-marandu de forma quadrática, com ponto de mínimo na inclusão de 21,69% de resíduo de cervejaria. Conclui-se que adição de níveis intermediárias de 20% a 25% do resíduo de cervejaria desidratado, afeta determinados parâmetros do comportamento ingestivo.

Palavras-chave: alimentação, aditivo, consumo, ruminação, ócio

Ingestive behavior of sheep fed marandu grass silages enriched with brewer naturally dehydrated

ABSTRACT -This study aimed to evaluate the ingestive behavior of sheep fed as food, grass silage additive marandu with dehydrated barley. The experimental design was completely randomized with five treatments and four replications and treatments inclusion levels of 0, 10, 20, 30 and 40% natural matter of brewers dried naturally for 36 hours silage marandu grass . 20 sheep were used and the experimental period was 21 days, 15 days for diet adaptation and six for the data collection. The animals were observed every 10 minutes for the last three days of the experimental period the measurement of time intervals during 24 hours. For daily rumination time, there were no statistical differences ($P > 0.05$), ie, the animals maintained a balance between the daytime and nighttime periods. Eating time was affected by the addition of brewers dried in ensiling marandu linearly ($P < 0.05$). There were differences ($P < 0.05$) for the time of daytime ingestion of animals fed silage marandu grass. There was no statistical difference for the time of daily intake ($P < 0.05$), with a quadratic effect. The use of agro-industrial by-product brewery increased quadratically ($P < 0.05$) for dry matter intake with the highest point value estimated at 23.25% addition of the additive. Observed linearly increased ($P < 0.05$) of the regression equation for the consumption of neutral detergent fiber (NDF) in 24 hours of assessment. However, the number of ruminated per day (in / day) showed a linear decrease ($P < 0.05$), so that the maximum value was 653.08 cakes to control silage and ruminated 595.8 / seconds for the highest level of brewers dehydrated. For the number of chews per ruminated bolus and the number of days for chewing, it was observed a quadratic effect ($P < 0.05$). The efficiency of ingestion and rumination efficiency of dry matter (g DM / h) was significantly ($P < 0.05$), by means of a quadratic, and the efficiency of feeding and rumination NDF showed a linear increasing. The time taken (in / day) was significantly ($P < 0.05$), quadratic effect, with maximum value of 31.69 / day, with the inclusion level of 20.03% of brewers dehydrated. The DM and NDF expressed in kg / meal and in minutes / kg were significant ($P < 0.05$), quadratic behavior. The rumination activity, expressed in g DM and NDF / cake was influenced ($P < 0.05$) by the addition of brewers silage marandu grass quadratically with maximum value of 1.57 g DM / ruminated bolus inclusion of 24.72% of the additive in ensiling. Similar behavior was observed for the time spent ruminating (NDF / cake).

The rumination and chewing activity, expressed in min / kg of DM and NDF were also influenced ($P < 0.05$) by the addition of brewers silage marandu grass quadratically with point mini mo inclusion 21.69% of brewers. It is concluded that addition of intermediate levels of 20% to 25% of brewers dehydrated affects certain parameters of feeding behavior.

Keywords: additive, feeding, idle, intake, rumination

1. Introdução

A necessidade de intensificação dos sistemas de produção de carne ovina no Brasil tem levado à busca por alternativas que possibilitem melhores combinações de alimentos e redução do custo de dietas. Contudo, as propriedades físicas e químicas dos subprodutos diferem das de plantas forrageiras, o que torna sua degradação e passagem pelo trato gastrointestinal diferente (Armentano & Pereira, 1997), podendo afetar o comportamento ingestivo, que é influenciado pela estrutura física e pela composição química das dietas (Carvalho et al., 2004).

Neste contexto, entre as alternativas para o aproveitamento dos resíduos agroindustriais a alimentação animal apresenta grande potencial, uma vez que os aumentos dos preços de suplementos vegetais utilizados na alimentação animal tem despertado grande interesse pelo aproveitamento dos alimentos não convencionais. Entretanto, para que seja realizada a correta utilização destes subprodutos, é necessário verificar a adequação nutricional destes ingredientes. Isto é importante, pois a correta formulação de dietas para animais vai além do atendimento das necessidades nutricionais, incluindo a qualidade do produto acabado e o atendimento das expectativas dos consumidores.

O comportamento de ovinos varia de acordo com o tipo de alimentação. Para animais mantidos em campo, são característicos períodos longos de alimentação, de acordo com a capacidade de seleção de cada espécie. Entretanto, para animais confinados, os períodos variam de acordo com o teor de energia do alimento fornecido. A natureza da dieta também influencia o comportamento ingestivo, sendo provavelmente o tempo de ruminação proporcional ao teor de parede celular dos volumosos (Van Soest, 1994). Nesse aspecto em particular, há variação no consumo tanto em animais em pastejo quanto em animais confinados, ou seja, animais pastejando gramíneas, que têm por características alto percentual de colmo e material morto em relação a folhas novas, podem ter um menor consumo, devido a uma menor taxa de bocados ou um tempo de pastejo maior (maior gasto de tempo e energia para selecionar folhas novas) para compensar o maior teor de fibra nesse pasto. No entanto, essa condição se inverte se são ofertados pastos com alta relação lâmina:colmo. Nesse caso, os animais aumentam a taxa de bocados, o peso do bocado e, por conseqüência, reduzem o tempo de pastejo, tendo por conseqüência maior consumo. A espécie ovina caracteriza-se pela extrema

capacidade de adaptação às mais diversas condições de ambiente, verificando-se a sua ocorrência em quase todas as regiões do mundo. Isso decorre da sua facilidade em se adaptar às mais diferentes dietas, associada à sua acentuada capacidade de aclimatação (Cunha et al.; 1997), sendo muito utilizada para produção de lã, couro, carne e leite. Esses ruminantes têm por característica serem seletivos e, por isso, caminham muito pelo pasto em busca das partes mais nutritivas das forrageiras. São animais são de porte baixo, cabeça pequena, boca com lábios móveis e ágeis, favorecendo a escolha de partes mais ricas dos vegetais, como folhas e brotos (Van Soest, 1987; Vieira, 1994).

No entanto, o conhecimento do comportamento ingestivo de animais que recebem subprodutos como parte da dieta contribuirá na elaboração de rações, além de elucidar problemas relacionados com a diminuição do consumo. A presença de eventuais substâncias antinutricionais nos alimentos pode alterar os tempos despendidos em alimentação e, conseqüentemente, em ruminação e ócio (Dado e Allen, 1995). A inclusão de resíduo da agroindústria de cervejaria na formulação de dietas pode constituir uma importante alternativa alimentar, em virtude dos altos níveis de proteína bruta e, dessa forma, também incrementar o aporte energético das dietas. Todavia, elevados teores de extrato etéreo em dietas de ruminantes podem comprometer a ação dos microrganismos sobre a degradação da fibra dietética (Devendra & Lewis, 1974).

Conforme destacou Palmquist & Jenkins (1980), a inclusão de lipídios em dietas para ruminantes deve ser limitada a até 7% da matéria seca total, visto que os microrganismos ruminais não possuem mecanismos fisiológicos para digeri-los tão eficientemente como fazem para os carboidratos e as proteínas. Sob esse aspecto, estudos que avaliem a inclusão de resíduo da agroindústria de cervejaria, em níveis adequados para ovinos, e sua influência sobre o comportamento ingestivo de ovinos que recebem dietas contendo este subproduto ainda são escassos, justificando a realização desta pesquisa.

Nesse sentido, desenvolveu-se o presente estudo com o objetivo de avaliar o comportamento ingestivo de ovinos alimentados com silagem de capim-marandu aditivada com resíduo de cervejaria desidratado naturalmente.

2.0. Material e Métodos

2.1. Análise do comportamento ingestivo

O comportamento alimentar dos animais foi determinado nos três últimos dias do período experimental pela quantificação dos intervalos de tempo, durante 24 horas (Fischer, 1996). No registro do tempo despendido em alimentação, ruminação e ócio, adotou-se a observação visual dos animais a cada 10 minutos, feita por seis observadores treinados, em sistema de revezamento, posicionados estrategicamente de forma a não incomodar os animais, o que totalizou 432 observações no período. No mesmo período, foi realizada a contagem do número de mastigações meréricas (MMnb, n^o/bolo) e do tempo despendido para ruminação de cada bolo (MMtb, seg/bolo) utilizando-se um cronômetro digital. Para obtenção das médias das mastigações e do tempo, foram feitas observações de bolos ruminais a cada 30 minutos, dentro das 24 horas de avaliação. Foram computados o tempo e o número de mastigações para cada bolo ruminal por animal dentro desse período de tempo.

As variáveis g de MS e FDN/bolo foram obtidas dividindo-se o consumo médio individual de cada fração pelo número de bolos ruminados por dia (em 24 horas). A eficiência de alimentação e ruminação, expressa em g MS/hora e g FDN/hora, foi obtida pela divisão do consumo médio diário de MS e FDN pelo tempo total despendido em alimentação e/ou ruminação em 24 horas, respectivamente.

Essas e outras variáveis, como o número de bolos ruminais por dia (NBR), o tempo de mastigação total (TMT) e o número de mastigações meréricas por dia (MMnd), foram obtidas conforme metodologia descrita por Polli et al. (1996) e Bürger et al. (2000) e. Durante a coleta de dados, na observação noturna dos animais, o ambiente foi mantido com iluminação artificial.

O número de períodos de alimentação, ruminação e ócio foram contabilizados pelo número de sequências de atividade observadas na planilha de anotações. A duração média diária desses períodos de atividades foi calculada dividindo-se a duração total de cada atividade (alimentação, ruminação e ócio em min/dia) pelo seu respectivo número de períodos discretos.

2.2. Composição química

Os teores de matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN) dos alimentos fornecidos, sobras e fezes foram determinados conforme técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002).

2.3. Análise dos dados

Foram feitas análises descritivas dos dados das variações comportamentais diárias de ingestão, ócio e ruminação, durante 24 horas. Para a comparação do períodos noturno e diurno, referente aos tempos de ingestão, ruminação e ócio, foi feita análise de variância e utilizado o teste de Tukey a 5% de significância.

Os demais dados do comportamento ingestivo foram analisados estatisticamente, sendo a escolha dos modelos baseada na significância dos parâmetros de regressão, testada pelo teste t ($P < 0,05$), e nos valores dos coeficientes de determinação. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o pacote estatístico SAEG, (1999).

3.0. Resultados e Discussão

Verifica-se que, no geral, os animais, ao amanhecer, apresentaram os primeiros picos de ingestão de silagens, sendo o primeiro pico alimentar atingido em meados da manhã, situação estimulada pelo trato alimentar que foi próximo às 9 horas (Figura 1). A ingestão manteve-se média até próximo às 13 horas, situação que se inverteu, em que picos de ruminação foram mantidos para assegurar a digestão dos alimentos ingeridos na parte da manhã. Após esse tempo gasto em ruminação, foi verificado que os animais voltaram à sua atividade de ingestão, em média, próximo às 16:30 horas, provavelmente estimulados pela digestão do alimento durante o período de ruminação anterior e, também, pelo estímulo do segundo trato alimentar referente à parte da tarde. Tal condição de ingestão estendeu-se até meados de 20 horas, sendo que, a partir desse horário, houve intensificação do tempo gasto em ócio, com atividade de ruminação até amanhecer o dia. A única ressalva que se faz a essa condição média, é no tratamento testemunha, ou seja, apenas silagem de capim-marandu, em que houve pico de

ingestão de forragem por volta das 2-3 horas da madrugada, o que pode ser compreendido como uma forma dos animais tentarem atingir suas exigências nutricionais.

Tais observações corroboram com aquelas descritas por Fischer et al. (1998), que avaliando o comportamento ingestivo de ovinos alimentados com dietas contendo silagem de pasto nativo, subproduto de urucum (*Bixa orellana*), milho, farelo de soja e calcário, ressaltaram que os períodos de ingestão são intercalados com um ou mais períodos de ruminação ou ócio, em ovinos.

Foram observadas diferenças estatísticas ($P < 0,05$) do tempo gasto pelos animais comparando o tempo de ingestão diurno e noturno, ou seja, os animais gastam, aproximadamente, três vezes mais tempo ingerindo durante o período diurno em relação ao período noturno (Figura 2). Para o tempo em ruminação, não houve diferença estatística ($P > 0,05$), ou seja, os animais mantiveram um equilíbrio entre os períodos noturno e diurno. No entanto, assim como descrito para o tempo de ingestão, houve concentração pontual das atividades de ócio no período noturno ($P < 0,05$).

De acordo com Van Soest (1994), os ruminantes com sua fermentação pré-gástrica representam um avanço evolutivo em relação a outros herbívoros, aumentando sua capacidade de adaptação, fazendo com que, no período noturno o animal esteja mais preparado a possíveis ataques de predadores; no caso do presente estudo, o tempo de ingestão restringiu-se a pouco mais de uma hora (média de 1,27 horas).

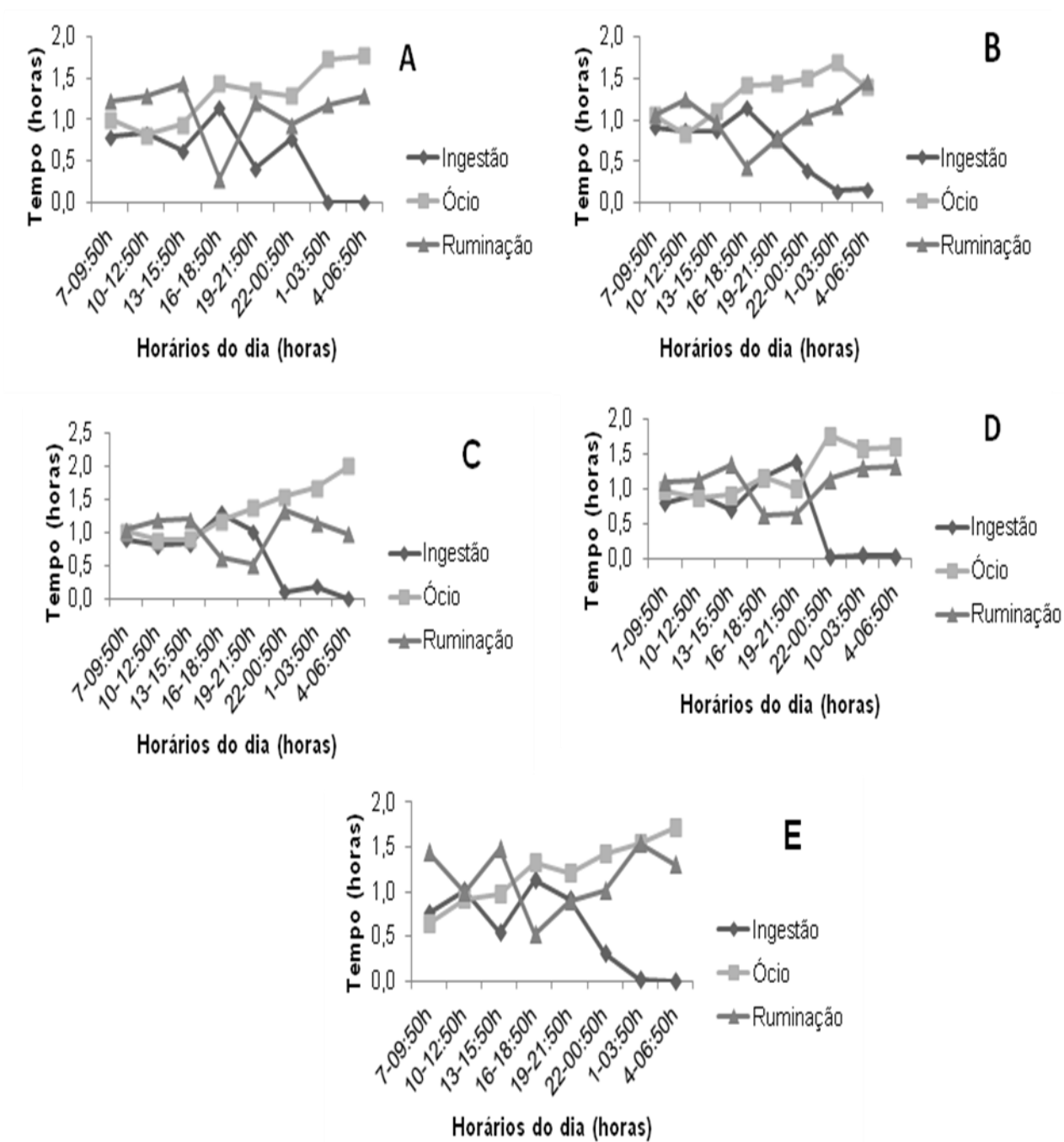


Figura 1. Variação comportamental diária de ingestão, ruminação e ócio e dos ovinos alimentados com silagem de capim marandu (A) e silagens de capim marandu com 10 (B), 20 (C), 30 (D) e 40% (E) de resíduo de cervejaria desidratado.

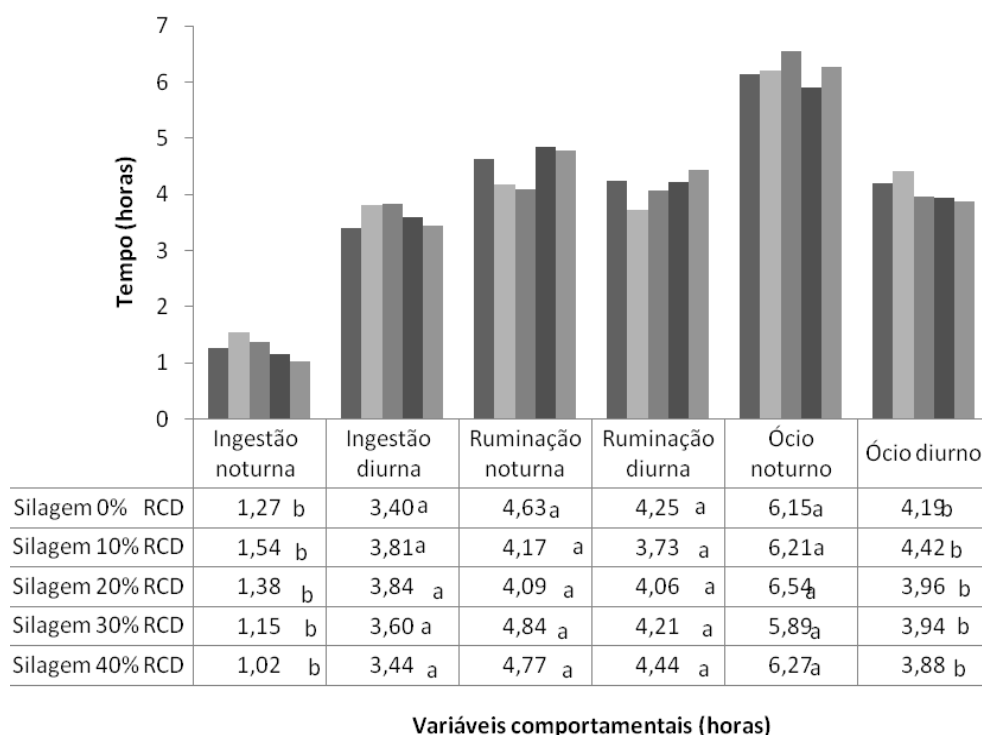


Figura 2. Comparação entre variáveis comportamentais, durante os períodos noturno e diurno, dos ovinos alimentados com silagem de capim-marandu e silagens de capim-marandu com 10, 20, 30 e 40% de resíduo de cervejaria desidratado (RCD).

Médias seguidas pela mesma letra na mesma linha, dentro de cada variável comportamental, não diferem, estatisticamente, pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

O tempo de ingestão noturna foi afetado pela adição de resíduo de cervejaria desidratado na ensilagem de capim-marandu de forma linear ($P < 0,05$), sendo o valor máximo estimado de 1,64 horas, justamente no tratamento de silagem sem o aditivo de cervejaria, mostrando que esse maior tempo pode estar associado ao mecanismo compensatório de aumentar o incremento energético por meio de ajustes no comportamento ingestivo.

As atividades de ruminação e ócio no período noturno não foram afetadas pelos níveis de resíduo de cervejaria desidratado incluídos no capim-marandu na produção da silagem; os valores médios registrados foram de 3,30; 4,16; 4,08; 4,83 e 4,76 horas de ruminação no período noturno e 6,14; 6,20; 6,54; 6,02 e 6,27 horas de ócio no período noturno, respectivamente (Figura 3). Os resultados foram

correspondentes aos de Fischer et al. (1998), que descreveram que o tempo despendido em ruminação e ócio pelos ovinos, geralmente, é elevado durante a noite, mas os períodos de ruminação são ritmados, também, pelo fornecimento de alimento.

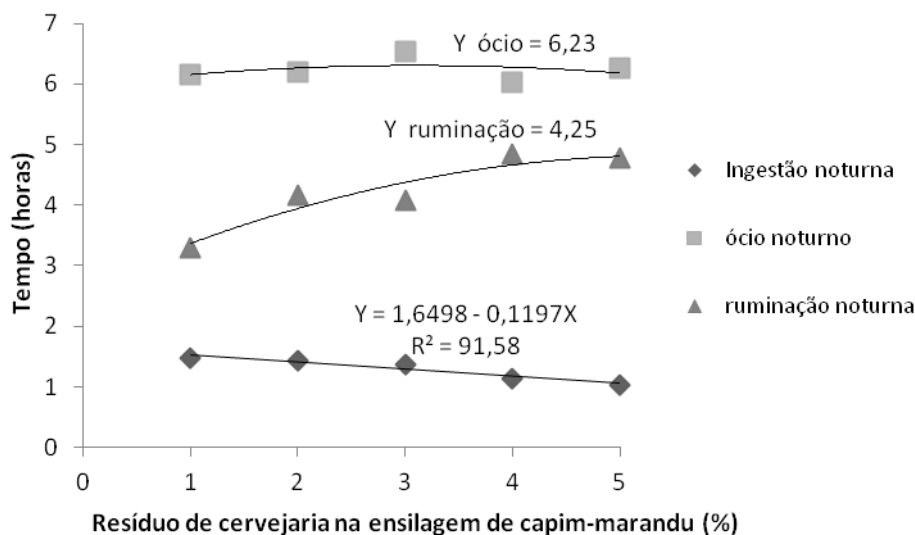


Figura 3. Tempo de ingestão, ócio e ruminação em horas, durante o período noturno dos ovinos alimentados com silagem de capim-marandu e silagens de capim-marandu com 10, 20, 30 e 40% de resíduo de cervejaria desidratado.

Houve diferença ($P < 0,05$) para o tempo de ingestão diurna dos animais alimentados com silagens de capim-marandu (Figura 4), por meio de ajuste quadrático, de modo que o valor máximo foi estimado em 5,68 horas estimado para o nível de 16,31% de resíduo de cervejaria desidratado, ou seja, valores intermediários de inclusão de resíduo de cervejaria desidratado promoveram maiores tempos de ingestão. Para os tempos de ruminação e ócio, não foram observadas diferenças estatísticas ($P > 0,05$), sendo os valores médios de 4,07 para o tempo de ruminação diurna e 4,33 para o tempo de ócio diurno.

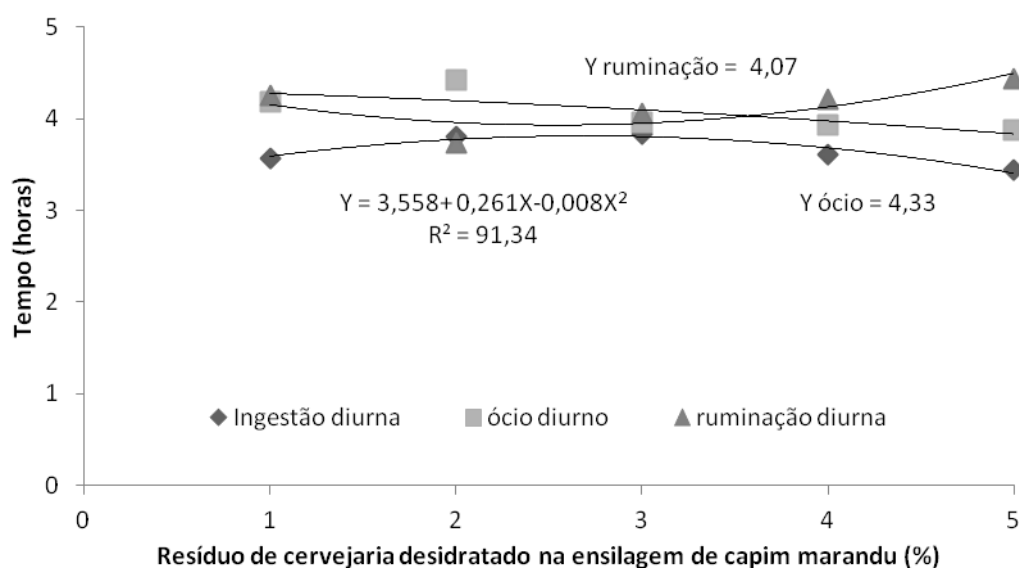


Figura 4. Tempo de ingestão, ócio e ruminação em horas, durante o período diurno dos ovinos alimentados com silagem de capim-marandu e silagens de capim-marandu com 10, 20, 30 e 40% de resíduo de cervejaria desidratado.

Levando em consideração a Figura 7, em que são apresentados os tempos de ingestão, ruminação e ócio diário, ou seja, os valores da soma do período noturno mais o período diurno, em um total de 24 horas de observação, pode-se verificar que houve diferença estatística para o tempo de ingestão diária ($P < 0,05$), com efeito quadrático, sendo o valor máximo estimado em 5,56 horas, para o nível de 16,10% de resíduo de cervejaria desidratado, resultado muito próximo ao tempo de ingestão diário apresentado na Figura 5, o que era de se esperar, pois como vimos os maiores tempos de ingestão ocorreram durante o dia. Verificou-se que os níveis de inclusão intermediários de resíduo de cervejaria desidratado, na produção de silagem de capim-marandu apresentaram maiores tempos de ingestão.

Não houve efeito ($P > 0,05$) sobre o tempo de ruminação, que apresentou valores médio de 8,95; 7,89; 8,14; 9,03 e 9,20, respectivamente. Comportamento similar foi verificado para o tempo de ócio diário com valor médio de 10,25 horas.

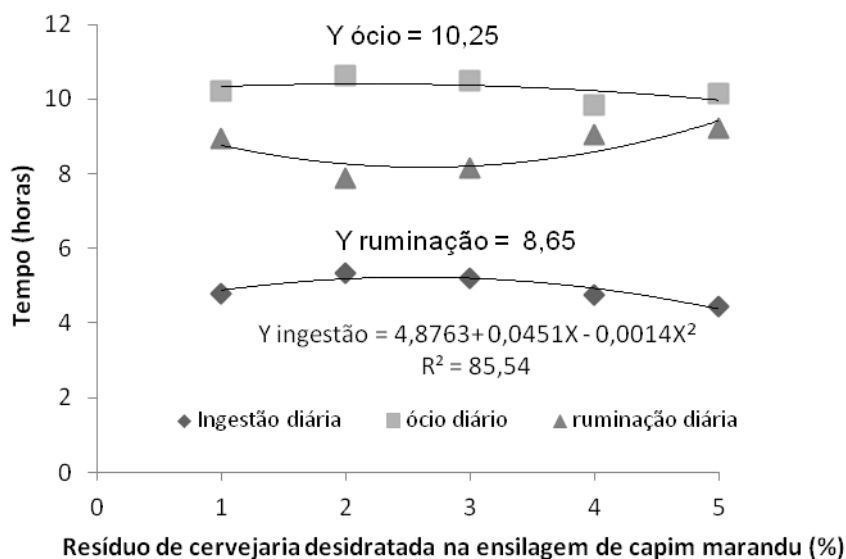


Figura 5. Tempo de ingestão, ócio e ruminação em horas, durante o período diário dos ovinos alimentados com silagem de capim-marandu e silagens de capim-marandu com 10, 20, 30 e 40% de resíduo de cervejaria desidratado.

A utilização do subproduto da agroindústria de cervejaria promoveu efeito quadrático ($P < 0,05$) sobre o consumo de matéria seca com valor de ponto de máxima estimado na adição de 23,25% do aditivo (Tabela 1). O aumento inicial do consumo de matéria seca pode ser explicado, em parte, pelo aumento do teor de matéria seca da silagem. Com a adição de resíduo de cervejaria desidratado, com 90% de matéria seca na ensilagem, parte da umidade do capim foi absorvida pelo resíduo, melhorando a qualidade da fermentação, com pH e N-amoniaco médio de 4,13% e 6,16%, respectivamente nas silagens aditivadas.

Um indicativo dessa melhoria foi observado nas silagens contendo resíduo de cervejaria desidratado, que apresentaram odor e coloração apropriados e agradáveis, relativos a bom processo fermentativo, embora a silagem apenas com capim-marandu tenha apresentado boa fermentação, pelo fato de ter sido ensilada com, aproximadamente, 25% de matéria seca, sendo recomendado teor médio de 30 a 35% de matéria seca, de acordo com McDonald (1981).

Segundo Silva et al. (2011), a utilização de subprodutos agroindustriais requer atenção especial, principalmente no que diz respeito ao estímulo da função ruminal, pois fontes de fibra dietética alternativas merecem atenção especial, principalmente

porque a moagem pode reduzir o tamanho das partículas e promover menor efetividade física e, dessa maneira, poderá ocasionar alterações metabólicas. Por conseguinte, apesar do nível de 40% de resíduo de cervejaria desidratado compor um alto percentual na silagem de capim, de partículas reduzidas, poderia, em função disso, aumentar o consumo pelo aumento da ingestão, estimulado pelo aumento da taxa de passagem no rúmen, mas isso não foi observado, pois o consumo apresentou comportamento quadrático.

Observou-se comportamento linear crescente ($P < 0,05$) da equação de regressão para o consumo de fibra em detergente neutro (FDN) em 24 horas de avaliação (Tabela 1). Houve acréscimo de 0,005 unidade percentual no consumo de FDN a cada 1% de inclusão de resíduo de cervejaria na ensilagem de capim. O nível máximo de inclusão (40%) estimado pela equação obteve valor de 0,488 g, ou seja, os ovinos consumiram 0,288 kg a mais do que os do tratamento controle (0,260 kg). Cruz et al. (2011), avaliando silagens de capim-elefante com diferentes proporções de casca desidratada de maracujá, em dietas de cordeiros, observaram que o consumo de FDN, em kg/dia, aumentou de 0,004% para cada 1% de casca de maracujá incluída na ensilagem do capim, valores próximos aos observados no presente estudo.

Entretanto, o número de bolos ruminados por dia (n° /dia) apresentou comportamento linear decrescente ($P < 0,05$), de modo que o valor máximo foi de 653,08 bolos para a silagem controle e, para o nível mais alto de resíduo de cervejaria desidratado, foi de 595,8 bolos ruminados/segundos. Isso poderia ser um indicativo que esse nível poderia ter influência indesejável no rúmen, reduzindo o pH, em função de ser menor o estímulo à salivação, influenciando, assim, o consumo (Tabela 1). No entanto, a avaliação do comportamento ingestivo, por meio do tempo médio gasto em mastigações por bolo ruminado (seg) apresentou comportamento quadrático ($P < 0,05$), e o valor máximo foi de 51,15 bolos ruminados/segundo para o nível de 27,85% de resíduo de cervejaria desidratado (Tabela 1).

Tabela 1. Consumo de matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN) em 24 horas, número de bolos ruminados por dia e tempo (seg) médio gasto em mastigações por bolo de ovinos alimentados com silagens de capim-marandu com 0, 10, 20, 30 e 40% de resíduo de cervejaria desidratado

Variável	Resíduo de cervejaria desidratado (%)					Equação de regressão**	CV (%)	R ² (%)
	0	10	20	30	40			
Consumo MS (kg/dia)	0,744	0,820	0,864	0,875	0,852	$Y=0,7438+0,0093X-0,0002X^2$	8,13	86,20
Consumo FDN (kg/dia)	0,282	0,302	0,332	0,480	0,482	$Y=0,26+0,0057X$	20,31	87,32
Bolos ruminados (n ^o /dia)	652,6	638,1	623,6	609,1	594,6	$Y=653,08-1,450X$	11,01	81,10
Tempo de mastigações (bolo/seg)	44,63	49,48	52,20	52,81	51,29	$Y=42,931+0,5906X-0,0106X^2$	8,02	81,76
Tempo total mastigação (min/dia)	18966	22246	23402	22434	19342	$Y=18967,7+434,21X-10,620X^2$	15,36	86,66

**Significativo a 0,5% de probabilidade pelo teste t.

Esse comportamento ressalta que a redução do número de bolos ruminados por dia, com a adição de resíduo de cervejaria desidratado foi compensado, pelo aumento do tempo de mastigações por bolo (Tabela 1), o que explica a elevação do número de mastigações merísticas por bolo ruminado, que se comportou de forma quadrática ($P<0,05$), em que atingiu o ponto de máxima de 74,19 bolos mastigados no nível de inclusão de 21,20% de resíduo de cervejaria desidratado (N^o/bolo) (Tabela 2), comportamento similar ao observado para o tempo de mastigações por bolo (n^o/dia) (Tabela 7). Lu et al. (2005) descreveram que a atividade de mastigação estimula a secreção de saliva e dos tamponantes presentes (bicarbonatos e fosfatos), com neutralização dos ácidos produzidos pela fermentação da matéria orgânica no rúmen.

Por outro lado, o número de mastigações total apresentou comportamento quadrático ($P < 0,05$), com valor máximo de 23.405,99 mastigações diárias para o nível de 20,44%, o que pode estar relacionado à redução do número de bolos ruminados por dia (Tabela 1). Souza et al. (2010), estudando o comportamento ingestivo de caprinos e ovinos alimentados com feno e/ou silagem de maniçoba, observaram que houve diferença significativa para o tempo de mastigações meréricas, com destaque para os animais que receberam feno, pois estes despenderam mais tempo dessas mastigações do que aqueles que receberam silagem. Os autores registraram que, independente do tratamento, os caprinos mastigaram mais o bolo ruminado do que os ovinos, devido ao fato da maior capacidade dos caprinos em aproveitar os alimentos ingeridos, quando de pior qualidade, o que é proporcionado pelo melhor ambiente ruminal e reciclagem de uréia, em comparação aos ovinos.

A eficiência de ingestão (g MS/hora) foi significativa ($P < 0,05$), com comportamento quadrático (Tabela 2), sendo que a equação apresentou, nos níveis de 0, 20 e 40% de resíduo de cervejaria desidratado valores de 175, 270, 182,09 e 187,42 g MS/hora, respectivamente, e a eficiência de ingestão de FDN (g FDN/hora) apresentou comportamento linear crescente, com valores de 55,39, 95,58 e 135,77 g MS/hora, respectivamente, para esses níveis. Desse modo, houve aumento da eficiência de ingestão da FDN de 2% para cada 1% de resíduo de cervejaria desidratado incluído na ensilagem do capim. Destaca-se que, nesse trabalho, os consumos de MS e FDN (kg/dia) foram reflexos das silagens aditivadas, e apresentaram valores médios, respectivamente, de 0,835 e 0,375 kg (Tabela 6), o que justifica os resultados obtidos para as eficiências de ingestão (g MS/hora), que são diretamente relacionados ao consumo expresso em g/dia.

Para a eficiência de ruminação da matéria seca (g MS/hora), foi observado comportamento quadrático da equação ($P < 0,05$), sendo o valor máximo estimado de 107,93 g MS/hora, com o nível de 21,83% de resíduo de cervejaria desidratado adicionado na ensilagem do capim-marandu (Tabela 2). A eficiência de ruminação da fibra em detergente neutro (g FDN/hora) teve resposta linear crescente ($P < 0,05$), em que cada 1% de inclusão de resíduo de cervejaria na ensilagem de capim promoveu aumento de 0,59 ponto percentual.

Segundo Van Soest (1994), o teor de fibra e a forma física da dieta são os principais fatores que afetam o tempo de ruminação. Como as dietas apresentaram

teores de FDN reduzidos em função da adição de resíduo de cervejaria desidratado, a eficiência de ruminação foi afetada, pois, segundo Dado & Allen (1995), o número de períodos de ruminação aumenta de acordo com o teor de fibra da dieta, o que reflete a necessidade de processamento da digesta ruminal para elevar a eficiência digestiva.

O período de ingestão (nº/dia) foi significativo ($P < 0,05$) apresentando efeito quadrático com valor máximo estimado de 31,69 /dia, com o nível de inclusão de 20,03% de resíduo de cervejaria desidratado (Tabela 2). Os períodos de ruminação e ócio (nº/dia) não foram significativos ($P > 0,05$) e seus valores médios foram de 51,54 e 61,14, respectivamente (Tabela 2). Carvalho et al. (2006) avaliando a inclusão de 0 e 16% de farelo de cacau ou torta de dendê na dieta total de ovinos, também não verificaram diferenças nos períodos das atividades de ruminação e ócio.

Tabela 2. Eficiência de alimentação (g MS e FDN/hora), eficiência de ruminação (g MS e FDN/hora), mastigações meréricas e número de períodos de refeição, ruminação e ócio (nº/dia) de ovinos alimentados com silagens de capim-marandu com 0, 10, 20, 30 e 40% de resíduo de cervejaria desidratado

Variável	Resíduo de cervejaria desidratado (%)					Equação de regressão**	CV (%)	R ² (%)
	0	10	20	30	40			
Eficiência de ingestão (g MS e FDN/hora)								
MS	162,0	169,3	176,6	184,0	185,3	Y=175,27+0,371X - 0,0015X ²	17,02	89,14
FDN	65,38	59,49	65,55	103,1	113,9	Y=55,398+2,0093X - 0,0009X ²	20,89	90,55
Eficiência de ruminação (g MS e FDN/hora)								
MS	85,23	101,2	107,7	104,7	92,26	Y=85,332+2,070X - 0,0474X ²	12,98	96,72
FDN	32,15	38,12	44,09	50,05	56,02	Y=32,152+0,596X	20,46	86,63
Mastigação merérica								
Horas (dia)	13,47	13,46	13,40	13,59	13,94	14,172	--	--
Nº/bolo	67,62	72,35	74,15	73,02	68,97	Y=67,6298+0,6191X - 0,0146X ²	10,88	86,35
Nº/dia	48535	43739	41624	42191	45439	Y=48534,19 - 613,69X + 13,407X ²	16,32	74,79
Período de ingestão, ruminação e ócio (nº/dia)								
Ingestão	27,92	30,75	31,70	30,77	27,97	Y=27,921+0,3766X - 0,0094X ²	17,08	85,13
Ruminação	52,95	49,43	48,72	50,81	55,81	Y=51,54	--	--
ócio	62,12	62,71	62,22	60,66	58,02	Y=61,14	--	--

**Significativo a 0,5% de probabilidade pelo teste t.

Os consumos de MS e FDN, expressos em kg/refeição e em minutos/kg, também foram significativos (P<0,05), apresentando comportamento quadrático

(Tabela 3). Diferenças significativas nessas variáveis são esperadas, tendo em vista que o tempo de ingestão, o número de refeições diárias e o consumo de MS e FDN foram influenciados de forma quadrática e/ou linear pela adição de resíduo de cervejaria desidratado.

O tempo despendido por período (min) não foi significativo ($P>0,05$) para o período de ruminação e ócio (min) e, para o período de ingestão (min), houve comportamento quadrático ($P<0,05$), o qual refletiu a semelhança nos tempos de ingestão, ruminação e ócio (horas/dia) e no número de períodos de cada atividade (n° /dia) entre as silagens testadas, indicando que o uso de resíduo de cervejaria desidratado na produção de capim-marandu não afeta a discretização das séries temporais em ovinos nas condições de ruminação e ócio e, de forma quadrática, para o período de ingestão (min) (Tabela 8). Os resultados foram concordantes com os de Carvalho et al. (2008), avaliando os níveis de 0, 10, 20 e 30% de farelo de cacau na dieta de ovinos, em que os autores também não observaram diferenças no período despendido de ruminação e ócio, em minutos ou número por dia.

Tabela 3. Consumos de MS e de FDN por refeição (kg), consumos de MS e de FDN (min/kg) e tempo gasto por período de ingestão, ruminação e ócio (min) de ovinos alimentados com silagens de capim marandu com 0, 10, 20, 30 e 40% de resíduo de cervejaria desidratado

Variável	Resíduo de cervejaria desidratada (%)					Equação de regressão**	CV (%)	R ² (%)
	0	10	20	30	40			
Consumo de MS e FDN/refeição (kg)								
MS	0,027	0,028	0,029	0,030	0,032	$Y=0,027+0,00017X-0,0001X^2$	20,63	91,84
FDN	0,011	0,010	0,012	0,015	0,021	$Y=0,0116+0,00017X-0,000011X^2$	22,45	74,93
Consumo de MS e FDN (min/kg)								
MS	392,9	383,2	365,9	341,2	309,1	$Y=392,92+0,6046X-0,0373X^2$	17,46	79,81
FDN	1119	989,2	985,9	729,1	599,1	$Y=1084,64-6,0861X-0,1721X^2$	22,33	88,37
Tempo gasto por período de ingestão, ruminação e ócio (min)								
Ingestão	10,64	10,28	9,97	9,71	9,51	$Y=10,6399-0,0389X+0,0003X^2$	12,02	91,74
Ruminação	9,98	10,04	10,10	10,17	10,23	$Y=10,10$	--	--
ócio	11,97	12,92	13,03	12,29	10,71	$Y=9,78$	--	--

**Significativo a 0,5% de probabilidade pelo teste t.

A atividade de ruminação, expressa em g de MS e FDN/bolo, foi influenciada ($P<0,05$) pela adição de resíduo de cervejaria na ensilagem de capim-marandu de forma quadrática (Tabela 4), com valor máximo estimado de 1,57 g de MS/bolo ruminado, na inclusão de 24,72% do aditivo na ensilagem de capim. Comportamento similar foi observado para o tempo gasto em ruminação (FDN/bolo) (Tabela 9). A atividade de ruminação, expressa em min/kg de MS e FDN, também foi influenciada ($P<0,05$) pela adição de resíduo de cervejaria na ensilagem de capim marandu de forma quadrática (Tabela 9), com valor mínimo estimado de 570,38 min/kg de MS

ruminada, na inclusão de 21,69% de resíduo de cervejaria. Comportamento similar foi registrado para atividade de ruminação, expressa em min/kg de FDN.

Tais comportamentos podem ter sido influenciado pelo teor de FDN nas silagens, que variou com a inclusão do resíduo de cervejaria desidratado, sendo que a diferença máxima entre os teores desta fração (13,13 unidades percentuais) nas silagens com 0 e 40% de adição, podem ter sido suficientes para provocar alterações nas atividades de ruminação. Um fator que pode ter favorecido a presença de efeito sobre a ruminação é o pequeno tamanho das partículas do resíduo de cervejaria desidratado, semelhante ao dos alimentos concentrados como milho moído e farelo de soja.

O tempo de mastigação total, em min/kg de MS e FDN foi influenciado de forma quadrática ($P < 0,05$) pelos níveis de resíduo de cervejaria na ensilagem do capim-marandu, em virtude da semelhança entre os tempos despendidos em ingestão e ruminação, uma vez que o tempo total é obtido pela soma do tempo gasto em ingestão e ruminação em 24 horas.

Tabela 4. Tempo gasto em ruminação (g de MS e FDN/bolo), ruminação (min/kg de MS e FDN) e mastigação total (min/kg de MS e FDN) de ovinos alimentados com silagens de capim-marandu com 0, 10, 20, 30 e 40% de resíduo de cervejaria desidratado

Variável	Resíduo de cervejaria desidratado (%)					Equação de regressão**	CV (%)	R ² (%)
	0	10	20	30	40			
Ruminação (g de MS e FDN/bolo)								
MS	1,04	1,39	1,55	1,52	1,30	Y=1,0399+0,0445X-0,0009X ²	13,57	92,97
FDN	0,376	0,531	0,649	0,733	0,781	Y=0,377+0,0171X-0,00017X ²	23,62	96,36
Ruminação (min/kg de MS e FDN)								
MS	707,3	610,4	571,5	590,7	667,8	Y=706,99-12,590X+0,2901X ²	12,75	88,34
FDN	1941	1628	1397	1249	1184	Y=1941,14-35,414X+0,1423X ²	20,32	95,81
Mastigação total (min/kg de MS e FDN)								
MS	999,9	921,4	883,5	886,4	929,9	Y=999,99-9,887X+0,2034X ²	11,66	91,59
FDN	2560	2252	2019	1863	1782	Y=2561,27-34,676X+0,389X ²	13,38	94,80

**Significativo a 0,5% de probabilidade pelo teste t.

4. Conclusões

A utilização de resíduo de cervejaria desidratado no processo de ensilagem do capim marandu afeta alguns parâmetros do comportamento ingestivo, como tempo de ingestão, consumo de matéria seca, consumo de fibra em detergente neutro, número de bolos ruminados por dia, eficiência de ingestão sendo indicada a utilização de níveis intermediários de 20% a 25%.

5. Referências Bibliográficas

- ARMENTANO, L.; PEREIRA, M. Measuring the effectiveness of fiber by animal response trials. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.7, p.1416-1425, 1997.
- BÜRGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C. et al. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.236-242, 2000.
- CABEZAS, M.T.; FLORES, A.; EGAÑA, J.I. Uso de pulpa de café en la alimentación de ruminantes. In: BRAHAM, J.E.; BRESSANI, R. (Eds.) **Pulpa de café**. Bogotá: Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, 1978. p.45-67.
- CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A.J.V.; DETMANN, E. et al. Degradação ruminal de silagem de capim-elefante emurchecido ou com diferentes níveis de farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 08, p. 1347-1354, 2008.
- CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; SILVA, F.F. et al. Comportamento ingestivo de cabras leiteiras alimentadas com farelo de cacau ou torta de dendê. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.9, p.919-925, 2004.
- CARVALHO, S.; RODRIGUES, M.T.; BRANCO, R.H.; RODRIGUES, C.A.F.; Comportamento ingestivo de cabras Alpinas em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro proveniente da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.562-568, 2006.
- CRUZ, B. C. C.; SANTOS-CRUZ, C. L.; PIRES, A.J.V. et al. Desempenho, consumo e digestibilidade de cordeiros em confinamento recebendo silagens de capim elefante com diferentes proporções de casca desidratada de maracujá. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1595-1604,. 2011.
- CUNHA, E. A.; SANTOS, L. E.; RODA, D. S.; POZZI. et al. Efeito do sistema de manejo sobre o comportamento em pastejo, desempenho ponderal e infestação parasitária em ovinos suffolk. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. v. 17, n. 3-4, p. 1005-1011, 1997.
- DADO, R.G.; ALLEN, M.S. Intake limitations, feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk. **Journal of Dairy Science**, v.78, p.118-133, 1995.
- DEVENDRA, C.; LEWIS, D. The interaction between dietary lipids and fibre in sheep. **Malaysian Agricultural Research**, v.3, p.228-241, 1974.
- FISCHER, V. **Efeitos do fotoperíodo da pressão de pastejo e da dieta sobre o comportamento ingestivo de ruminantes**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996. 243p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996.

- FISCHER, V.; DESWYSEN, A.G.; DÈSPRES, L.; DUTILLEUL, P.; LOBATO, J.F.P. Padrões nictemerais do comportamento ingestivo de ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, p.362-369, 1998.
- HULET, C. V.; ALEXANDER, G.; HAFEZ, E. S. E. The Behaviour of sjeep. In: HAFEZ, E. S. E. The behaviour of domestic animals. 3 ed. Ed. Bailliere Tindall, London, 1975, 532p..
- LU, C.D.; KAWAS, J.R.; MAHGOUB, O.G. Fibre digestion and utilization in goats. **Small Ruminant Research**, v.60, n.2, p.45–52, 2005.
- McDONALD, P. **The biochemistry of silage**. Chichester: John Wiley e Sons, 1981. 218p.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.
- PALMQUIST, D.L.; JENKINS, T.C. Fat in lactation rations: review. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1-14, 1980.
- POLLI, V.A.; RESTLE, J.; SENNA, D.B.; ALMEIDA, S.R.S. Aspectos relativos à ruminação de bovinos e bubalinos em regime de confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.25, p.987-993, 1996.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. de. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 2002, 235p.
- SILVA, V. L.; ROGÉRIO , M. C. P.; ALVES, A. A.; BOMFIM, M. A. D.; LANDIM, A. V; LEITE, E. R.; COSTA, H. H. A.; FREIRE, A. P. A. Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas contendo a inclusão de farelo de castanha de caju. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v.18, n. 1, p. 165-181. 2011
- SOUZA, E. J. O.; GUIM, A.; BATISTA, A. M.V.; ALBUQUERQUE, D. B.; MONTEIRO, C.C. ;Figueiredo1; ZUMBA, E. R. F.; TORRES, T. R. Comportamento ingestivo e ingestão de água em caprinos e ovinos alimentados com feno e silagem de Maniçoba. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, v.11, n.4, p.1056-1067, 2010.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas – SAEG**: manual do usuário. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 138p. (Versão 8.0).
- VAN SOEST, P.J. Interactions of feeding behavior and forage composition. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GOATS, 4, 1987, Brasília. *Proceedings* Brasília, 1987, p.971-87.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.

VIEIRA, R.A.M.; QUEIROZ, A.C.; HENRIQUE, D.S. Padrão VAN SOEST, P.J.
Nutritional ecology of the ruminant. 2 nd ed. Ithaca: Cornell University Press,
1994. 476p.

CONCLUSÕES GERAIS

Com base nos resultados obtidos nos experimentos realizados pode-se concluir que:

A incorporação de resíduo de cervejaria desidratado à silagem de capim-marandu resulta em maior teor de proteína bruta e maior recuperação de matéria seca e de proteína bruta, além de menores perdas por gases e efluente, e padrões de digestibilidade satisfatórios.

A inclusão de nível de 20% de resíduo de cervejaria desidratado à silagem de capim-marandu proporciona melhoria das proporções das frações proteicas e de carboidratos, promovendo acréscimo dos teores de carboidratos não fibrosos, representados pela fração A+B1, e diminuição da fração C, assim como sobre os parâmetros cinéticos da degradação ruminal.

A adição de níveis intermediários de resíduo de cervejaria desidratado à silagem do capim-marandu influencia os consumos de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e fibra em detergente neutro, e afeta alguns parâmetros do comportamento ingestivo.