

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO E VALOR NUTRICIONAL
DE FENO E DE SILAGEM DE CAPIM-PAIAGUÁS
(*Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás)

Autor: José Manuel Saúte
Orientador: Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim
Coorientador: Prof. Dr. Ulysses Cecato

MARINGÁ
Estado do Paraná
Agosto- 2019

TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO E VALOR NUTRICIONAL
DE FENO E DE SILAGEM DE CAPIM-PAIAGUÁS
(*Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás)

Autor: José Manuel Saúte
Orientador: Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim
Coorientador: Prof. Dr. Ulysses Cecato

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de Concentração Pastagens e Forragicultura.

MARINGÁ
Estado do Paraná
Agosto– 2019

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

S261t	<p>Saúte, José Manuel</p> <p>Tecnologia de produção e valor nutricional de feno e de silagem de capim-paiaguás (<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Paiaguás) / José Manuel Saúte. -- Maringá, PR, 2019. xvii, 89 f.: il.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim. Coorientador: Prof. Dr. Ulysses Cecato. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2019.</p> <p>1. <i>Brachiaria brizantha</i> (pastagem). 2. Silagem - Nutrição animal. 3. Fenação. I. Jobim, Clóves Cabreira, orient. II. Cecato, Ulysses, coorient. III. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. IV. Título.</p> <p>CDD 23.ed. 636.0862</p>
-------	--



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO E VALOR NUTRICIONAL
DE FENO E DE SILAGEM DE CAPIM-PAIAGUÁS
(*BRACHIARIA BRIZANTHA* CV. PAIAGUÁS)

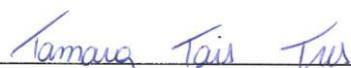
Autor: José Manuel Saúte
Orientador: Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim

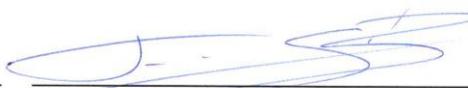
TITULAÇÃO: Doutor em Zootecnia - Área de Concentração Produção
Animal

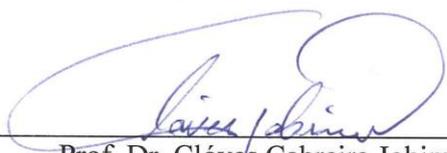
APROVADO em 29 de Agosto de 2019.


Profª Drª Milene Puntel Osmari


Profª Drª Marcela Abado Neres


Profª Drª Tamara Tais Tres


Prof. Dr. Fábio Cortez Leite de
Oliveira


Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim
Orientador

Enquanto eu luto, sou movido pela esperança; e se eu lutar com esperança, posso esperar.

(Paulo Freire)

Aos meus pais Manuel Saúte e Guilhermina Fernando, pelo afeto e ensinamento dos valores éticos e morais para incondicionalmente amar e servir ao próximo.

À minha alma gêmea, minha eterna esposa e heroína Olívia Joaquim Mandlate, por tudo que proporciona à família servindo de força motriz e exemplo para a união e sucesso na família.

Às minhas filhas, Guilhermina das Olívias José Saúte, Ana Joyce José Saúte e Gizela Juvenália José Saúte, pela coragem e confiança na vitória.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus Pai todo poderoso, pela proteção e bênçãos atribuídas a mim e minha família ao longo da vida.

Ao Ministério de Agricultura de Moçambique, Instituto de Investigação Agrária de Moçambique e ao Programa de Produtividade Agrícola para a África Austral – APPSA, pela oportunidade e confiança que me concederam para a realização do curso de Doutorado em Zootecnia.

À Universidade Estadual de Maringá em particular aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (UEM/PPZ), pelo amparo, solidariedade e criação de condições sociais e materiais para realização do curso de Doutorado.

Aos coordenadores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPZ/UEM), pela colaboração.

Ao Professor Doutor Clóves Cabreira Jobim e família, pela orientação e criação de condições para a estadia e formação; por tudo, muito obrigado.

Ao Professor Doutor Ulysses Cecato e João Daniel, pelo acolhimento e incentivo na pesquisa científica.

Aos amigos e colegas do Grupo de Estudo em Silagem e Feno (GESF), Fernando, Antônio, Matheus, Milene, Dheyne, Bruno, Ju, Kácia, Camila, Jonhny e Jonatas, endereço um especial obrigado de coração pela participação na condução do experimento, conforto moral e social que facilitou a minha inserção no GESF, UEM e na Sociedade Brasileira e conclusão do curso.

Aos funcionários do DZO/UEM, Laboratório de Nutrição Animal (LANA/UEM), Centro Mesorregional de Excelência em Tecnologia do Leite (CMETL), Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) em especial à Ranulfo, Angêlica, Vilson e outros, pelo apoio técnico e material na realização do trabalho.

De igual modo agradeço aos demais funcionários da fazenda pela hospitalidade e apoio incondicional tornando o experimento exequível.

Agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para que este trabalho fosse possível.

Agradeço infinitamente por tudo!

BIOGRAFIA

José Manuel Saúte, filho de Manuel Saúte e de Guilhermina Fernando, nasceu em 12 de dezembro de 1967, em Inhambane, Moçambique.

Em março de 2012, obteve o título de Mestre em Zootecnia, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de Concentração Pastagens e Forragicultura.

Em 2009 foi admitido para o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – Área de concentração Pastagens e Forragicultura na Universidade Estadual de Maringá e em março de 2012 obteve o título de Mestre em Zootecnia.

De 2004 – 2009, Pesquisador em Sistemas de Produção Animal em serviço no Centro Regional de Investigação da Zona Centro, em Moçambique. De 2006 – 2009, Chefe da Estação Agrária de Sussundenga (instituição de pesquisa Agrária pertencente ao Ministério de Agricultura - Instituto de Investigação Agrária de Moçambique).

Em fevereiro de 2004, concluiu a graduação em Medicina Veterinária pela Universidade Eduardo Mondlane. Em 1988, concluiu o nível Médio do Ensino Geral na Escola Secundária Francisco Manyanga.

Em 2004 foi admitido no Ministério de Agricultura de Moçambique, através de um concurso público como Técnico Superior de Agropecuária N1 e afeto ao Instituto de Investigação Agrária de Moçambique.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO GERAL	xiv
GENERAL ABSTRACT	xv
I-INTRODUÇÃO	1
II – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2. 1- Importância das braquiárias na formação de pastagens	4
2. 2 -Produção de silagens.....	5
2. 3 - O efluente e poluição ambiental.....	7
2. 4 -Produção de feno	8
REFERÊNCIAS.....	11
III - OBJETIVOS GERAIS.....	19
IV - Valor nutricional, perdas totais de matéria seca, produção e potencial poluidor de efluente em silagem de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Paiaguás	20
Resumo	20
Abstract	21
Introdução	22
Material e Métodos	23
Resultados e Discussão	29
Conclusões.....	35
Referências.....	36
V - Perdas na produção e armazenamento do feno de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Paiaguás ceifado em diferentes horários e enfardado em dois teores de umidade	42

Resumo	42
Abstract	43
Introdução	44
Material e Métodos	45
Resultados e Discussão	52
Conclusões	62
Referências	63
CONSIDERAÇÕES FINAIS	69

LISTA DE TABELAS

II – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Tabela 1 -Teores de matéria seca (MS) da forragem versus produção de efluente em silagens 8

IV- Valor nutricional, perdas totais de matéria seca, produção e potencial poluidor de efluente em silagem de *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás

Tabela - 1 Composição química do solo (0-20 cm de profundidade) da área experimental no início do período de avaliação..... 25

Tabela 2 -Perdas de matéria seca (PMS), condutividade elétrica (CE) e pH de silagens de capim *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás processada em diferentes tamanhos de partícula e diferentes densidades de compactação na abertura dos silos 30

Tabela 3 - Perdas de matéria seca (PMS), produção e caracterização do efluente oriundo de silagens de capim *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás ensilada em diferentes tamanhos de partícula e densidades de compactação 31

Tabela 4 -Composição bromatológica e digestibilidade *in vitro* da silagem de capim *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás, ensilada em diferentes tamanhos de partícula e densidades de compactação..... 33

V - Perdas na produção e armazenagem do feno de *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás ceifado em diferentes horários e enfardado em dois teores de umidade

Tabela 1-Composição química do solo (0-20 cm de profundidade) da área experimental no início do período de avaliação 47

Tabela 2 - Composição química do capim *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás, em função do horário de corte, no processo de fenação..... 55

Tabela 3 -Valores do p para as variáveis das figuras 6; 7; 8; 9; 10 e 11 do feno de capim *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás, produzido em diferentes horários de corte e enfardado em dois teores de MS..... 56

LISTA DE FIGURAS

IV- Valor nutricional, perdas totais de matéria seca, produção e potencial poluidor de efluente em silagem de *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás

- Figura 1 - Precipitação média (mm) e temperatura ambiente (máxima, mínima e média) (°C) durante o período experimental 24
- Figura 2 - Umidade relativa do ar (%) e temperatura ambiente (máxima, mínima e média) (°C), durante o período experimental 24
- Figura 3 -Altura média do capim-Paiaguás (cm) medido durante o período de crescimento para produção de silagem 25
- Figura 4 - Temperaturas das silagens (°C) durante o período (h) de exposição ao oxigênio 34

V -Perdas na produção e armazenagem do feno de *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás ceifado em diferentes horários e enfardado em dois teores de umidade

- Figura 1 - Precipitação média (mm) e Temperaturas máxima, mínima e média (°C) durante o período experimental 46
- Figura 2 - Umidade Relativa do ar (%) e Temperaturas máxima, mínima e média (°C) durante o período experimental 46
- Figura 3 - Altura média do capim-Paiaguás (cm) medido durante o período de crescimento para produção de feno 48
- Figuras 4 A, 4 B e 4 C - Curva de desidratação da forragem de *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás, do momento do corte (A= 10h; B=13h; C = 16h) até o enfardamento em dois teores de umidade (15% e 20%) 52
- Figura 5 -Avaliação de perdas no campo após o processo de enfardamento..... 56

- Figura 6 - Teor de matéria seca do feno de capim *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás, produzido em diferentes horários de corte e enfardado em dois teores de umidade, durante o período de armazenagem57
- Figura 7 - Concentração de proteína bruta (PB) do feno de capim *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás, produzido em diferentes horários de corte e enfardado em dois teores de umidade, durante o período de armazenagem..... 58
- Figura 8 - Concentração de carboidratos não fibrosos (CNF) do feno de capim *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás, produzido em diferentes horários de corte e enfardado em dois teores de umidade, durante o período de armazenagem 59
- Figura 9 - Concentração de fibra em detergente neutro (FDN) do feno de capim *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás, produzido em diferentes horários de corte e enfardado em dois teores de umidade, durante o período de armazenagem 60
- Figura 10 - Concentração de estrato etéreo (EE) do feno de capim *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás, produzido em diferentes horários de corte e enfardado em dois teores de umidade, durante o período de armazenagem..... 61
- Figura 11 - Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) do feno de capim *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás, produzido em diferentes horários de corte e enfardado em dois teores de umidade, durante o período de armazenagem..... 62

RESUMO

Com objetivo de avaliar a qualidade de silagens e fenos de capim *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás, produzidos com diferentes tecnologias, foram estabelecidos dois experimentos. No experimento em que foi confeccionado silagens foram avaliadas as perdas totais de matéria seca (MS), composição bromatológica da silagem, estabilidade aeróbia e a produção e caracterização de efluentes em minissilos, sob efeito de três tamanhos teóricos de partícula (5 mm; 8 mm e 12 mm) e três densidades de compactação (550 kg/m^3 ; 600 kg/m^3 e 650 kg/m^3), arranjos em delineamento fatorial (3 x 3), com quatro repetições cada. A silagem com tamanho teórico de partícula de 12 mm e densidade de 550 kg/m^3 resultou em menor produção de efluente. Nas silagens o maior volume de efluente (15 L/ton.) e maiores perdas de MS (11,16%) foram verificados no tratamento com maiores densidades de compactação (600 e 650 kg/m^3) e tamanho teórico de partícula de 8 mm. O contrário ocorreu nos tratamentos com maior tamanho de partícula (12 mm) e menor densidade (550 kg/m^3). Os maiores valores de demanda química de oxigênio (DQO) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO) (18,97 e 5,96 mg/L) foram registrados no tratamento com menor tamanho teórico de partícula (5 mm) e maiores densidades (600 e 650 kg/m^3), enquanto a razão DQO/DBO foi em média de 3,46 unidades. O maior valor do pH (8,46) registrou-se no efluente da silagem com tamanho teórico de partícula (8 mm) e na densidade de 650 kg/m^3 . Na composição química das silagens, maior teor de lignina (1,98%) foi registrada na silagem com menor tamanho de partícula (5 mm). A composição química da silagem não foi influenciada pelos tratamentos exceto a lignina, extrato etéreo (EE) e a DIVMS, não alterou a estabilidade aeróbia. A elevação do tamanho teórico de partícula e maior densidade de compactação proporcionou a produção de silagens menos digestíveis. A compactação de 550 kg/m^3 foi suficiente para a boa conservação do material ensilado. O tamanho teórico de partícula influenciou a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS). O maior valor da DIVMS (57,8%) foi registrado no tamanho teórico de partícula 5 mm. Não houve quebra da estabilidade aeróbia das silagens durante o período

de 216 horas de avaliação. No experimento com feno foram avaliados três horários de corte (10h, 13h e 16h), com posterior enfardamento em dois teores de umidade (15% e 20%), com dez repetições (fardos) cada. O delineamento foi inteiramente ao acaso em sistema de parcela subdividida e os resultados submetidos à análise de variância utilizando software SAS (1999). Foram estimadas as perdas na produção e armazenagem do feno, ceifado em três diferentes horários do dia (10; 13 e 16 horas) e enfardado com dois teores de umidade (15 e 20%) durante 120 dias. No feno as maiores perdas de MS no campo foram no corte às 13h e enfardamento com 15% de umidade (870 kg/ha) e as menores perdas foram no corte às 10 horas e enfardamento com 15% de umidade (550 kg/ha). Os teores de MS, matéria orgânica (MO) e carboidratos não fibrosos (CNF) no momento de corte aumentaram com cortes no período da tarde (a partir da 13h), o contrário foi verificado no teor de proteína bruta (PB) em que foi registrado maiores teores no horário de corte às 10h. Durante o período de armazenamento houve aumento de concentração de MS à medida que o tempo de estocagem avançou independente do tratamento. Houve redução da concentração de CNF durante o período de estocagem do material independente da hora de corte e do teor de umidade no enfardamento. Houve aumento no teor de FDN com o tempo de armazenagem; em média aumentou 6,02%, 7,80% e 5,35% para o corte às 10, 13 e 16 horas e 15 e 20% de umidade, respectivamente. Houve redução do teor de extrato etéreo (EE) em 12,28% quando comparado o valor no momento do enfardamento e após 120 dias de armazenamento. Houve redução 4,12% da DIVMS nos fenos com 15% de umidade após 90 dias de armazenamento. Como conclusões dos experimentos tem-se que o efluente oriundo de silagens de capim apresenta alto potencial de poluição ambiental. A composição química da silagem no geral não foi influenciada pelos tratamentos exceto a lignina, EE e DIVMS e não alterou a estabilidade aeróbia. A elevação do tamanho teórico de partícula e maior densidade de compactação levou a produção de silagens menos digestíveis. No entanto para o feno conclui-se que o corte da forragem no período da tarde aumentou as perdas no campo para a forragem enfardada com baixo teor de umidade e reduziram no enfardamento com alta umidade. O melhor horário de corte da forragem para fenação é no período da tarde entre 13 e 16 horas. A extensão do período de armazenamento associado ao maior teor de umidade no enfardamento tem implicações negativas na composição química do feno e reduz a digestibilidade da MS.

Palavras-chave: *Brachiaria*, demanda de oxigênio, efluente, silagem de capim, poluição, processamento de gramíneas, forragem

ABSTRACT

In order to evaluate the quality of grass silages and hay *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás, produced with different technologies, two experiments were carried out. In silages the total dry matter losses, aerobic stability, production and characterization were evaluated under the effect of three theoretical particle sizes (5 mm, 8 mm and 12 mm) and three densities (550 kg / m³; 600 kg / m³ and 650 kg / m³), arranged in a factorial design (3 x 3), with four replications. Silage with an average particle size of 12 mm and density of 550 kg / m³ resulted in lower effluent production. In silages the highest effluent volume (15.02 L / ton.) and the largest DM losses (11.16%) were verified in the treatment with higher densities (600 and 650 kg / m³) and particle size of 8 mm. The opposite occurred in treatments with larger particle size (12 mm) and lower density (550 kg / m³). The highest COD and BOD values (18.97 and 5.96 mg / L) were registered in treatment with smaller particle size (5 mm) and higher density (600 and 650 kg / m³), while the COD / BOD ratio was higher an average of 3.46 units. The highest pH value (8.46) was recorded in silage effluent with theoretical particle size of 8 mm and at a density of 650 kg / m³. In the silage chemical composition, the highest lignin content (1.98%) was registered in the silage with smaller particle size (5 mm). The silage chemical composition was not influenced by treatments except lignin, EE and IVDMD and did not alter the aerobic stability. Higher theoretical particle size and higher density led to less digestible silage production. The 550 kg / m³ compaction was sufficient for good conservation. The theoretical particle size influenced IVDMD with magnitude. The highest IVDMD value (57.8%) was recorded at the particle size of 5 mm. There was no breakdown of silages aerobic stability during the 216 hours of evaluation. In the hay experiment three cutting times were evaluated (at 10:00 a.m, 13:00 p.m and 16:00 p.m), with subsequent baling in two moisture levels (15% and 20%), with ten repetitions (bales) each. The design was completely randomized in split-plot system and the results submitted to analysis of

variance using SAS software (1999). Losses on hay production and storage were also estimated. In hay the largest DM losses in the field were at 13:00 p.m and 15% moisture baling (870 kg / ha) and the lowest losses at 10:00 a.m and 15% moisture baling (550 kg / ha). The levels of DM, OM and NSC at the cutting increased with cuts in the afternoon (from 13:00 p.m), the opposite was verified in the CP content that recorded higher concentration at the cutting time of 10:00 a.m. During the storage period there was a DM concentration increase as the storage time advanced in the three cutting times (10:00 a.m, 13:00 p.m and 16:00 p.m) and in the baling moisture contents (15% and 20%). There was a reduction in the non-fibrous carbohydrates concentrations during the material storage period, regardless of the cutting time and the moisture content in the baling. There was an increase in NDF content in all hay with storage time; on average it increased by 6.02%, 7.80% and 5.35% for cutting at 10:00 a.m, 13:00 p.m and 16:00 p.m and 15 and 20% moisture, respectively. There was a reduction in the EE content by 12.28% when compared to the value at the baling time and after 120 days of storage. There was a 4.12% reduction in IVDMD of hay after 90 days of storage at 15% moisture content. The conclusions of the experiments are that: The effluent from grass silages has a high potential for environmental pollution. The silage chemical composition in general was not influenced by the treatments and did not alter the aerobic stability. Higher theoretical particle size and higher density led to less digestible silage production. For hay it was concluded that forage cutting in the afternoon increased field losses for low moisture baled forage and reduced in high moisture baling. The best hay time for hay is in the afternoon between 13:00 p.m and 16:00 p.m. The storage period length associated with higher baling moisture content has negative implications on hay chemical composition and reduces dry matter digestibility.

Keyword: *Brachiaria*, oxygen demand, effluent, grass silage, pollution

I – INTRODUÇÃO GERAL

A necessidade de conservar alimentos, sobretudo na época de maior disponibilidade, para posterior utilização na época de escassez é uma prática milenar que tem evoluído segundo as exigências e necessidades cada vez mais crescente da humanidade. É sabido que durante o processo de domesticação de herbívoros, principalmente ruminantes, em regiões com ocorrência de clima frio ou seca prolongada, o homem recorreu à tecnologia de conservação de forragem para alimentar os animais. A utilização de forragem conservada em forma de feno e silagem é crescente em diferentes sistemas de produção animal (Jobim & Júnior, 2015), sendo alternativa viável para manter ou elevar os índices de produtividade pecuária em países tropicais.

Pereira et. al.(2007) destacam que, pelo fato de garantir o aporte alimentar em quantidade e qualidade na época de escassez, forragens conservadas garantem adequada nutrição. Para tal, a disponibilidade de tecnologias e insumos acessíveis aos produtores constitui uma premissa para o alcance do almejado.

A partir dos anos 1960, o Brasil registra uma notória evolução na cadeia de produção de bovinos leiteiros e de corte, com uso intensivo de silagem e feno; não obstante a produção de feno tenha encontrado limitações devido aos custos elevados nas operações (corte, enleiramento, enfardamento, transporte e armazenagem) por insuficiência de equipamentos apropriados. Além disso, existe o risco de perdas elevadas em caso de chover com o material cortado e/ou em processo de secagem. Em razão disso, ganhou espaço o uso da tecnologia de pré-secado, cujo material permanece pouco tempo na secagem ao sol (Neres & Ames, 2015).

O Brasil é um dos países de maior potencial de produção pecuária à base do pasto (Costa et al., 2005; Euclides et. al., 2010), explorando aproximadamente 159 milhões de hectares de pastagens dos quais 70% de pastagens são cultivadas com predominância do

gênero *Brachiaria* (IBGE 2017). *Brachiarias* correspondem às forrageiras de origem africana, amplamente difundida no território brasileiro, principalmente pelas suas características de alta produção de matéria seca (MS), fácil estabelecimento, bom valor nutritivo, resistência à doenças e bom crescimento vegetativo ao longo do ano (Silva et al., 2016). Pelo fato de apresentar metabolismo C4, permite alta produção de massa de forragem no verão, com possibilidade de conservar o excedente por meio da tecnologia de ensilagem ou de fenação.

Em literatura consultada, que avaliou feno e ensilagem de capim-Braquiária (Rosa et al., 1998; Bertipaglia et al., 2005; Carvalho et al., 2006; Rezende et al., 2008; Chizzotti et al., 2005; Bergamaschine et al., 2006; Bernardes et al., 2007; Pires et al., 2010), as informações acerca da influência do horário de corte na qualidade de feno, e tamanho de partícula na qualidade de silagem é escassa. Assim, a realização de trabalhos de pesquisa complementares com a finalidade de gerar tecnologias cada vez mais adequadas para produção, conservação e armazenamento do capim na forma de feno e de silagem, poderão constituir um estímulo para o produtor tal é o caso dos produtores dos EUA e da Europa (Neres & Ames, 2015).

Considerando que o capim-Paiaguás é uma nova cultivar de *Brachiaria brizantha* que apresenta elevada produção de MS, de lâmina foliar e alto valor nutricional ao longo do ano (Do Valle et al., 2013), justifica-se a realização de trabalhos de investigação para aprimorar e disponibilizar tecnologias de conservação na forma de silagem ou feno para os produtores pecuários.

O Brasil, apresenta condições edafoclimáticas e extensão territorial que permitem o uso de pastagens como base da alimentação de ruminantes, sendo que a maioria é constituída por gramíneas tropicais dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum spp.* (Skonieski et al., 2011), assemelhando-se às condições de produção de forragens em Moçambique.

Atualmente, existe grande necessidade da pesquisa contribuir para aumentar a disponibilidade, em quantidade e qualidade, de alimentos que é cada vez mais crescente em Moçambique (PE-IIAM-2010) e no mundo. Especialmente no momento em que ocorrem mudanças climáticas (cheias, seca e ciclones) que limitam a produção agropecuária, as instituições de ensino e pesquisa são desafiadas a gerar e disponibilizar soluções tecnológicas de forma global. Isso implica em estabelecer programas de cooperação entre Instituições de diferentes países, visando o incremento técnico-científico dos países envolvidos.

O desenvolvimento de projetos conjuntos de ensino e pesquisa viabilizam o acesso e o uso da infraestrutura dos países, promovendo intercâmbio de pessoal docente, técnico e de estudantes, para atender a programas e projetos de interesse mútuo em busca do atendimento das necessidades da comunidade, como é o caso do Termo de Cooperação entre o Instituto de Investigação Agrária de Moçambique e a Universidade Estadual de Maringá.

Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo principal desenvolver tecnologias de conservação de forragem, armazenada como silagem ou feno, a partir da cultura de braquiária que é a principal planta forrageira nas pastagens do Brasil e de Moçambique.

II – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Aspastagens são a forma mais viável para alimentação de bovinos sendo que a sua produção, produtividade e qualidade variam de acordo com a época do ano devido a estacionalidade forrageira (Vitor et al., 2009). Em geral, elevada e baixas produção verifica-se no período chuvoso e seco, respectivamente (Azevedo et al., 2014). Desta forma a forragem disponível na época seca, além de ser escassa, não contém os nutrientes suficientes para suprir as exigências dos animais em pastejo (Reis et al., 2013). Deste modo, há necessidade de implementar tecnologias apropriadas que contribuam para conservação do valor nutricional da forragem em forma de feno ou silagem é fundamental.

2.1 - Importância do gênero *Brachiaria* na formação de pastagens

A gramínea de gênero *Brachiariabrizanthacv.* Paiaguás é uma cultivar lançada para o mercado em 2013, resultado de trabalho de investigação, avaliação e seleção realizado por pesquisadores da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande-MS, Brasil. O germoplasma foi introduzido a partir de Nairóbi – Quênia, em uma coleção feita pelo Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) em 1984, como contribuição para diversificação e redução do efeito da sazonalidade na produção de forragem, sendo que esta apesar de não resistir à cigarrinha, está adaptada a produzir em solos de média fertilidade (Do Valle et al., 2013).

A *Brachiariabrizanthacv.* Paiaguás possui características morfológicas que o identificam baseadas no porte da folha, pilosidade e tipo de inflorescência. A folha é de comprimento intermediária, estreita, crescimento semidecumbente, borda plana e sem pilosidade. A espiguetta apresenta-se unisseriada, rácermos longos em número de 3 a 4 e a largura da ráquis varia entre 1,0 a 1,5 mm (EMBRAPA, 2013). Este cultivar de

Brachiaria é caracterizado pelo alto potencial de produção de massa de forragem e de folhas, com elevado valor nutricional ao longo do ano, inclusive na época seca, refletindo na produtividade por animal e por hectare (Do Valle et al., 2013; Euclides et al., 2016). Esta forrageira também pode ser estabelecida em consórcio com outras forrageiras sem comprometer as suas características produtivas (Costa et al., 2016). Como exemplo, cita-se o cultivo da Paiaguás para produção de silagem mista com *Stylosanthes* Campo Grande, e não se constatou perda da qualidade nutricional no material ensilado (Epifanio et al., 2016).

Considerando que o capim-Paiaguás é uma cultivar com elevado potencial de produção de massa de forragem e de folha ao longo do ano (Gobbi et al., 2018) e elevado valor nutricional (MS (%) = 30,8; PB (%) = 14,5; CNF (%) = 13,6; FDN (%) = 63,5; EE (%) = 2,5; DIVMS (%) = 64,0; NDT (%) = 57,1 (Cruvinel et al. 2017); a sua contribuição para mitigar os efeitos da sazonalidade de produção das pastagens é relevante.

Nesse sentido, estudos vêm sendo desenvolvidos na Universidade Estadual de Maringá, com a finalidade de disponibilizar aos produtores pecuários tecnologias de conservação da braquiária na forma de feno e de silagem, visando tornar os sistemas de produção de leite e/ou carne mais rentáveis e sustentáveis.

2. 2 - Produção de silagens

Conservar forragens na forma de silagem é uma alternativa que contribui de forma significativa para reduzir o impacto negativo da sazonalidade da produção de forrageira em quantidade e qualidade. Embora a planta de milho seja a mais usada mundialmente na produção de silagem, várias forrageiras, como as gramíneas de gênero *Brachiaria* e *brizantha* também podem ser utilizadas (Pires et al., 2010).

A ensilagem é uma tecnologia que visa preservar o valor nutritivo da forragem verde, através da rápida redução do pH da massa ensilada, em consequência da fermentação de açúcares por bactérias ácido lácticas (BAL) produzindo ácidos orgânicos, principalmente o ácido lático (Santos & Zanine, 2006; Jobim & Nussio, 2013). Para que o processo fermentativo ocorra dentro dos padrões desejáveis é necessário que seja obedecida uma sequência de procedimentos, recomendações e boas práticas.

Assim, a escolha da planta forrageira, o ponto da colheita, o equipamento a usar, o transporte do material do campo para o silo, abastecimento, compactação, vedação, abertura do silo devem ser feitas obedecendo as normas recomendadas e boas

práticas para que o processo fermentativo ocorra e haja a rápida redução do pH e preservação do valor nutritivo da forragem (Jobim & Nussio, 2013).

O ponto de partida para uma boa silagem é o teor de matéria seca (MS) no momento do corte. Segundo Jobim, (2013) o teor de MS nesse momento deve variar entre 28 a 40%, pelo fato de teores inferiores promoverem maior produção de efluentes e atividade de microrganismos indesejáveis. Teores elevados de MS dificultam a compactação, expulsão do ar no silo, favorecendo a atividade de microrganismos aeróbios e anaeróbios facultativos em detrimento dos anaeróbios, e resulta em perdas elevadas no processo de fermentação e armazenagem (Silveira, 1975).

Silagens com alta umidade podem proporcionar a ocorrência de proteólise e desenvolvimento de bactérias de gênero *Clostridium* (Wilkinson, 1983; Fernandes et al., 2016), resultando em perdas acentuadas de MS.

O teor de MS da forragem no momento de corte tem estrita relação com a atividade de água (WA) e esta com a atividade microbológica. Os valores mínimos de WA encontrados por Ditchfield, (2000) para o crescimento de bactérias é 0,86 e fungos e leveduras 0,83. Os microrganismos presentes na silagem dependem da presença de água em proporções favoráveis para desencadear o processo de fermentação durante a ensilagem e sua posterior utilização (Jobim et al., 2007).

A concentração de carboidratos solúveis em água (CS) no material a ser ensilado deve estar entre 6 a 8% com base na MS. Estes açúcares são o substrato alimentar essencial para os microrganismos fermentativos, em particular as BAL, que produzem o ácido láctico e favorecem a redução rápida do pH da silagem (Bolsen, 1995; Jobim & Nussio, 2013).

Para a ensilagem, além das características da planta já citadas, o tamanho médio de partícula (TMP) é fundamental para a boa qualidade da silagem. Segundo Neumann et al. (2005), quanto menor for o TMP maior será a compactação, densidade e expulsão do ar no silo, garantindo a ocorrência dos processos fermentativos nos padrões desejados e rápida queda do pH, preservando deste modo o valor nutricional da massa ensilada. Nesse sentido, Jobim et al. (2017) recomendam que o tamanho médio de partícula no momento da ensilagem esteja entre 10 – 20 mm.

Os processos fermentativos compreendem diferentes fases, desde a fase aeróbia no campo, fase aeróbia no silo, fase de colonização (lag-phase), fase de fermentação (fase anaeróbia), fase de estabilidade em anaerobiose e a fase aeróbia pós-abertura do silo.

Afase aeróbia no campo está relacionada à tecnologia de produção de silagem pré-secada (Jobim & Nussio, 2013).

Durante o enchimento do silo até o fechamento, existe elevada concentração de oxigênio que favorece o desenvolvimento de microrganismos aeróbios (fungos, leveduras e algumas bactérias) que associados à respiração da planta, resultam no consumo de oxigênio, sendo denominado de fase aeróbia. Uma vez reduzido o oxigênio dentro do silo, inicia-se a fase de fermentação ativa, que é caracterizada pela atuação na sequência de enterobactérias e bactérias heterofermentativas e, à medida que o pH reduz, as bactérias homofermentativas tornam-se dominantes (pH reduz para valores abaixo de 5,0). Nesta condição, de anaerobiose e pH baixo, as bactérias ácido lácticas em atividade conservam a massa ensilada até a abertura (fase da estabilidade). Por último, tem-se a abertura do silo, fase da descarga e exposição da silagem ao oxigênio do ambiente. Essa fase favorece o desenvolvimento de microrganismos aeróbios que direcionam à deterioração da silagem, embora esta pode resistir por determinado tempo a este processo (estabilidade aeróbia) (Santos & Zanine, 2006; Jobim & Nussio, 2013).

2. 3- O efluente e poluição ambiental

O termo 'efluente' é usado para caracterizar os dejetos líquidos provenientes de diversas atividades ou processos (Capítulo I das definições, art. 4 da Resolução 357/2005 do CONAMA).

Por definição a DBO é a quantidade de oxigênio (mg/L) necessário para que os microrganismos aeróbios estabilizem a matéria orgânica durante cinco dias a 20°C. E a DQO é a quantidade de oxigênio (mg/L) necessário para estabilizar a matéria orgânica através da aplicação de um forte oxidante (dicromato de potássio) (Giordano, 2004; Jobim, et al., 2007). A determinação destes parâmetros em efluentes de silagens no Brasil tem sido realizado (Loures et al., 2005; Bernardino et al., 2005) recorrendo ao protocolo analítico (APHA, 1995; Silva, 1977).

Em abordagem sobre o tema referente a produção de efluentes em silagens, Schmidt et al. (2011) destacam os vários problemas que isso representa na conservação da forragem, visto que é evidente a quantidade de efluente produzido na ensilagem de gramíneas (Capim-Marandu, Capim-Elefante, Capim-Tanzânia, Capim-Tanzânia emurchecido, Cana-de-açúcar, Sorgo e Milho (Tabela 1) que, a serem descartados sem a observância da

legislação (Resolução CONAMA - 357/2005) podem constituir um potencial poluidor para o meio ambiente.

Diante disso, há necessidade de adotar tecnologias adequadas tais como o uso de sequestrantes de umidade para a reduzir a produção de efluentes, evitando a poluição do meio ambiente, sobretudo da água doce, que é escassa e indispensável à vida no planeta. Esta, participa na maioria das atividades produtivas, entre outras, daí a necessidade de adotar boas práticas de gestão para a preservação das fontes, norteadas pelo princípio de desenvolvimento sustentável (Leal, 1998).

Tabela 1-Teores de matéria seca (MS) da forragem versus produção de efluente em silagens.

Referência	Forragem	MS (%)	Efluente (L/ton MV)
Mari (2003)	Capim-Marandu	19,5	39,6
Bernardino et al. (2005)	Capim-Elefante	12,4	123,5
	Capim-Tanzânia	19,7	52,9
Paziani et al. (2006)	Capim-Tanzânia	28,4	4,1
	emurhecido		
Baliero Neto et al. (2009)	Cana-de-açúcar	25,2	6,4
Oliveira et al. (2010)	Sorgo	24,1	69,7
Junges et al. (2010)	Milho	30,7	12,7

Adaptado pelo autor de Schmidt et al. (2011).

Não obstante, o avanço tecnológico na área de produção de silagem verificada nos últimos quinze anos (Borreaniet al., 2017), confirmam que mais trabalhos devem ser realizados, de forma multidisciplinar, para aperfeiçoar e adequar ao contemporâneo (automatização) e às necessidades cada vez crescentes dos produtores (Wilkinson&Muck, 2019), com enfoque para silagem de gramíneas tropicais não graníferas (Junior et al., 2014; Daniel et al., 2019).

2. 4- Produção de feno

A produção de feno, ou fenação, tem como princípio básico a rápida desidratação do material verde reduzindo o seu teor de água para aproximadamente 10 a 20%, causando interrupção da atividade respiratória da planta e redução da atividade microbiana (Cândido et al., 2008; Junior et al., 2012; Reis et al., 2013; Boller, 2014) preservando o seu valor nutritivo e, conseqüentemente a sua qualidade. Esta tecnologia compreende etapas de: corte, secagem, enleiramento e, dependendo da tecnologia para o

armazenamento, pode ser enfardada e conservada em forma de fardos ou em forma de meda (Reis et al., 2013; Boller, 2014). A qualidade do feno é determinada não apenas pelas características da planta, mas também está associada à altura do corte da forragem, ao tempo e cuidados durante a desidratação, às condições climáticas durante a fenação e cuidados no armazenamento (Dantas & Negrão, 2010; Junior et al., 2012; Reis et al., 2013). Deve-se considerar que estes fatores influenciam diretamente na qualidade do feno e no desempenho animal (Jobim et al., 2017). Na fenação, o corte e a secagem devem ser feitos durante o período mais quente do dia para que a desidratação seja rápida, pois desta forma reduzem as perdas de carboidratos solúveis (CS) pela respiração e fermentação. Em contrapartida, conteúdo de proteína, fibra e lignina, não são afetadas significativamente pela respiração, podendo até aumentar em termos proporcionais (Rotz&Muck, 1994; Reis et al., 2013).

Comparado a outras tecnologias de conservação o feno tem muitas vantagens, dentre elas a possibilidade de ser produzido usando a maioria das espécies forrageiras, tanto gramíneas como leguminosas; pode ser produzido e fornecido aos animais de forma manual ou mecanicamente; atende às exigências de diferentes categorias animais; permite maior produção de forragem por unidade de área; pode ser armazenado por muito tempo com pouca perda de valor nutritivo; não proporciona perdas significativas durante o fornecimento e pode representar ótimo retorno econômico (Reis et al., 2001; Evangelista et al., 2013; Neres et al., 2015). Apesar destas vantagens, e da tendência de crescimento no uso do feno no Brasil, a limitação na capacidade instalada nas propriedades para a produção, tem reflexos negativos na disponibilidade e nos custos (Reis et al., 2013), tornando-o menos vantajoso em relação à utilização da silagem na maioria dos sistemas de produção de ruminantes (Jobim et al., 2017).

Na fenação, a altura de corte da forragem depende das características morfofisiológicas da planta, pois é necessário garantir a rebrota e boa qualidade do feno (maior relação folha:caule). Nas gramíneas, capins de crescimento prostrado como é o caso dos gêneros *Brachiaria*, *Cynodon* e *Digitária*, podem ser cortados a altura de 15 a 20 cm do solo, enquanto espécies de crescimento ereto, tal é o caso da, *Aveia*, *Hyparrhenia* e *Panicum*, a altura de corte recomendada é entre 20 a 30 cm. Nas leguminosas geralmente o corte é entre 8 a 10 cm do nível do solo (Reis et al., 2013).

Após o corte a forragem permanece espalhada no sol ou mesmo em galpões. No caso de leguminosas com secagem ao sol o material é revirado, e quando o teor de umidade estiver em torno de 40-50% pode ser enleirado para uniformizar a desidratação,

diminuindo a perda de folhas. No caso de secagem à sombra, após o corte o material permanece espalhado no terreno (um dia de sol) e no final do dia é recolhido para o galpão onde é espalhado em camadas que permitam o revolvimento para uniformizar a desidratação até atingir o ponto de enfardamento (Dantas & Negrão, 2010; Da Silva et al. 2013; Reis et al., 2013). Não obstante, para que as vantagens da tecnologia se tornem realidade é preciso que cada etapa de produção seja realizada de acordo com as recomendações do pacote tecnológico para minimizar as perdas, pois elas fazem parte do processo. No processo de fenação, as perdas ocorrem no campo, no armazenamento e durante o fornecimento aos animais. No campo as perdas estão basicamente relacionadas às condições climáticas, tais como: ocorrência de chuva, velocidade de vento e umidade de ar, que podem prolongar o tempo de desidratação. Nesse contexto, destaca-se também as perdas mecânicas, quando do corte, enleiramento e enfardamento do material. Frações da planta podem ser cortados ou fragmentados e ficar sem condições de recolhimento pela enfardadeira, ou durante o revolvimento que pode resultar em maior perda de folhas, sobretudo em leguminosas.

Durante o armazenamento, as perdas de MS estão, em sua maioria, associadas ao enfardamento da forragem com elevado teor de umidade. Isso pode contribuir para ocorrência de acentuado desenvolvimento e atividade de microrganismos, tais como fungos e bactérias aeróbias (Reis et al., 2001; Dantas & Negrão, 2010; Reis et al., 2013) reduzindo a qualidade da silagem.

REFERÊNCIAS

- APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 19 Ed. Washington, D.C.: APHA, 1995, 1268p.
- AZEVEDO, A. C. C. G.; COSTA, K. A. P.; COLLAO-SAENZ, E. A.; DIAS, F. J. S.; SEVERIANO, E. C.; CRUVINEL, W. S. Nutritional value of Xaraes and Piata palisade grass silages prepared with additives or wilting. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 36, n. 1, p. 25-31, 2014.
- BERGAMASCHINE, A. F.; PASSIPIÉRI, M.; FILHO, W. V. V.; ISEPON, O. J.; CORREA, L. A. Qualidade e valor nutritivo de silagens de capim-marandu (*B. brizanthacv.* Marandu) produzidas com aditivos ou forragem emurchecida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1454-1462, 2006.
- BERNARDES, T. F.; REIS, R. A.; SIQUEIRA, G. R.; AMARAL, R. C.; PIRES, A. J. V. Estabilidade aeróbia da ração total e de silagens de capim-marandu tratadas com aditivos químicos e bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.754-762, 2007.
- BERNARDINO, F. S.; GARCIA, R.; ROCHA, F. C.; DE SOUSA, 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.
- BERTIPAGLIA, L. M. A.; LUCAS, S.; MELO, G. M. P.; REIS, R. A. Avaliação de Fontes de Urease na Amonização de Fenos de *Brachiariabrizantha* com dois teores de umidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.378-386, 2005.
- BOLLER, W., Máquinas para a colheita e conservação de forragens In: **Anais do V Simpósio sobre Produção e utilização de forragens conservadas**, Maringá: Universidade Estadual de Maringá, p. 37-88, 2014.

- BOLSEN, K.K. Silage: basic principles. In: BARNES, R.F.; MILLER, D.A.; NELSON, C.J. (Eds.) **Forages**. 5. ed. Ames: Iowa State University, 1995. p.163-176.
- BORREANI, G.; TABACCO, E.; SCHMIDT, R. J.; HOLMES, B. J.; MUCK, R. R. *Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages*. **Journal of Dairy Science**, University of Turin, 101:3952–3979, 2017.
- CÂNDIDO, M. J. D.; JÚNIOR, A. J. A. C.; SILVA, R. G.; AQUINO, R. M. S. Técnicas de fenação para a produção de leite. In: **Anais ... Seminário Nordeste de Pecuária-PECNORDESTE**. Fortaleza: FAEC, p.261-298, 2008.
- CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V.; VELOSO, C. M.; SILVA, F. F.; SILVA, R. R. Degradabilidade ruminal do feno de forrageiras tropicais, *Ruminal degradability of tropical forages hays*. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 1, p. 81-85, jan-mar, 2006.
- CHIZZOTTI, F. H. M.; PEREIRA, O. G.; FILHO, S. C. V.; GARCIA, R.; LUIZ, M.; LEÃO, M. I.; PEREIRA, D. H. Consumo, Digestibilidade total e desempenho de novilhos Nelore recebendo dietas contendo diferentes proporções de silagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e de Sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2427-2436, 2005 (supl.).
- CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE - CONAMA 357/2005: **Análise espacial e temporal de não conformidades em rios e reservatórios do estado de São Paulo de acordo com seus enquadramentos** (2005–2009).
- COSTA, R. R. G. F.; COSTA, K. A. DE P.; SANTOS, C. B.; SEVERINO, E. C.; EPIFANIO, P. S.; DA SILVA, J.T.; TEIXEIRA, D. A. A.; DA SILVA, V. R., Production and nutritional characteristics of pearl millet and Paiaguá spalis de grass under different forage systems and sowing periods in the off season. **African Journal of Agricultural Research**, vol. 11(19), p.1712-1723, 2016.
- COSTA, K. A. DE P.; ROSA, B.; OLIVEIRA, T. P.; CUSTÓDIO, D. P.; SILVA, D. C.; Efeito da estacionalidade na produção de matéria seca e composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Ciência Animal Brasileira** v. 6, n. 3, p. 187-193, 2005.

- CRUVINEL, W. S.; COSTA, K. A. DE P.; TEIXEIRA, D. A. A.; DA SILVA, J. T.; EPIFANIO, P. S.; COSTA, P. H. C. P.; FERNANDES, P. B. Fermentation profile and nutritional value of sunflower silage with *urochloa brizantha* cultivars in the off-season. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, salvador, v.18, n.2, p.249-259 abr./jun., 2017
- DA SILVA, M. S. J.; JOBIM, C. C.; DO NASCIMENTO, W.; G.; FERREIRA, G. D. G.; DA SILVA, M. S.; TRÊS T. T. Estimativa de produção do feno de estilosantes cv. Campo Grande, **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 3, p. 1363-1380, 2013.
- DANIEL, J. L. P.; BERNARDES, T. F.; CL JOBIM, C. C.; SCHMIDT, P.; LUIZ GUSTAVO NUSSIO, L. G., Production and utilization of silages in tropical areas with focus on Brazil. **Grass and Forage Science**, 2019;1-13.
- DANTAS, C. C. O.; NEGRÃO, F. M. Fenação e ensilagem de plantas forrageiras. Publicações em **Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 4, n. 40, 2010, Londrina.
- DITCHFIELD, C. **Estudos dos métodos para a medida da atividade de água**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. 195p., 2000.
- DO VALLE, C. B.; JANK, L.; RESENDE, R. M. S. O melhoramento de forrageiras tropicais no Brasil. **Revista Ceres**, 56(4)460-472, 2009.
- DO VALLE, C. B.; EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; VALÉRIO, J. R.; FERNANDES, C. D.; MACEDO, M. C. M.; VERZIGNASSI, J. R.; MACHADO, L. A. Z.; A new *Brachiaria (Urochloa)* cultivar for tropical pastures in Brazil. **Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales**, v1, 1212-12, 2013.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Consorcio Milho-Braquiária**. Embrapa Brasília, DF 2013, Cap. 3 p. 53-59.
- EPIFANIO, P. S.; COSTA, K. A. DE P.; GUARNIERI, A.; TEXEIRA, A. A.; OLIVEIRA, S. S.; DA SILVA, V. R., Silage quality of *Urochloa brizantha* cultivars with level of campo grande *Stylosanthes*. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 38, n. 2, p. 135-142, 2016.

- EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; BARBOSA, R. A.; DO VALLE, C. B.; NANTES, N. N. Animal performance and sward characteristics of two cultivars of *Brachiaria brizantha* (BRS Paiaguás and Piatã). **Revista Brasileira de Zootecnia**, 45(3):85-92, 2016.
- EUCLIDES, V. P. B.; DO VALLE, C. B.; MACEDO, M. C. M.; DE ALMEIDA, R. G.; MONTAGNER, D. B.; BARBOSA, R. A. Brazilian scientific progress in pasture research during the first decade of XXI century. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 39. Spe Viçosa July 2010.
- EVANGELISTA, A. R.; DE LIMA, J. A. Conservação de forragem para bovinos. Produção de feno. **Informe Agropecuário**, V. 34, n. 277, p. 43-52, 2013 Belo Horizonte.
- FERNANDES, G. F.; EVANGELISTA, A. F.; BORGES, L. S. Potencial de espécies forrageiras para produção de silagem: revisão da literatura. Conservação de forragem, ensilagem, potencial forrageiro, silagem. **Nutri-Time**, vol. 13, n. 03, 2016.
- FONSECA, D.M; MARTUSCELLO, J.A.; FARIA, D.J.G. Adubação em gramíneas do gênero *Brachiaria*: mitos e realidades In: Simpósio sobre manejo estratégico das pastagens, 3. 2006, Viçosa, MG. **Anais...Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa**, p. 153-182, 2006.
- GIORDANO, G. Tratamento e controle de efluentes industriais, **Revista ABES**, 2004.
- GOBBI, K. F.; LUGÃO, S. M. B.; BETT, V.; ABRAHÃO, J.J.S.; TACAIMA, A. A. K., Massa de forragem e características morfológicas de gramíneas do gênero *brachiaria* na região do arenito Caiuá/PR, Brasi. **Bol. Ind. Anim.**, Nova Odessa, v.75, p.1-9, 2018.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Agropecuario 2017**. Rio de Janeiro, v. 7, p.1-108, 2017
- INSTITUTO DE INVESTIGAÇÃO AGRÁRIA DE MOÇAMBIQUE – IIAM. **Plano Estratégico 2011 – 2015**. Maputo, p. 4 e 5, 2010.

- JOBIM, C. C.; DANIEL, J. L. P.; DE OLIVEIRA, F. C. L. Planejamento forrageiro em sistemas com uso de forragens conservadas: O que considerar? In: **Anais** do VI Simpósio de Produção e utilização de forragens conservadas, Maringá: Universidade Estadual de Maringá, p. 179-195, 2017.
- JOBIM, C. C.; JÚNIOR, V. H. B. Estratégias de uso de forragens conservadas em sistemas de produção animal a pasto In: **Anais** do III Simpósio de produção animal a pasto, Maringá: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos, p. 177-194, 2015.
- JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G. Princípios Básicos da Fermentação na Ensilagem. **Forragicultura, Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros**. Jaboticabal. 1ª Edição, p. 649 – 658; 699 – 712, 2013.
- JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade de forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.101-119, 2007.
- JUNIOR, M. C.; JOBIM, C. C.; CECATO, U.; SANTOS, T. G.; JUNIOR, V. H. B., Curva de desidratação e composição químico-bromatológica do feno de grama-estrela (*cynodonlemfuensis* Vanderyst) em função do teor de umidade no enfardamento. **Semina. Ciências Agrárias**, v. 33, n. 6, p. 2411-2422, 2012.
- JUNIOR, D. M. L.; RANGEL, A. H. N.; URBANO, S. A.; OLIVEIRA, J.P. F.; MCIEL, M. do V. Silagem de gramíneas tropicais não-graníferas. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido – ISSN**, Universidade Federal de Campina Grande, v. 10, n. 2, p. 01-11, abr- jun, 2014.
- LEAL, M. S. Gestão ambiental de recursos hídricos: princípios e aplicações – Rio de Janeiro, CPRM, p. 1 – 38, 1998.
- LOURES, D.R.S.; NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F. *et al.* Composição bromatológica e produção de efluente de silagem de capim-Tanzânia sob efeito de emurhecimento, do tamanho de partícula e do uso de aditivos biológicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.726-735, 2005.

- MACEDO, L.O.B; SANTOS, T.S. **Evolução da agropecuária regional 2001-2005**. Informativo Unicesp Pecuária de Corte. n. 3, 8 p., 2006.
- NERES, M. A; AMES, J. P. Novos aspectos relacionados à produção de feno no Brasil. **Scientia Agraria Paranaensis – SAP**; ISSN: 1983-1471; Marechal Cândido Rondon, v. 14, n. 1, jan./mar., p. 10-17, 2015.
- NEUMANN, M.; RESTLE, J.; BRONDANI, I. L.; NÖRNBERG, J. L.; MELLO, R. DE O.; DE SOUZA, A. N. M.; DE PELLEGRINI, M. L. G. Efeito do tamanho da partícula e do tipo de silo sobre o valor nutritivo da silagem de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, n.2, p.224-242, 2005.
- PEREIRA, O. G.; DE SOUZA, V. G.; FILHO, S. DE C. V.; RIBEIRO, K. G.; PEREIRA, D. H.; CECON, P. R. Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais em bovinos de corte alimentados com dietas contendo silagem de sorgo e pré-secado de capim-tifton 85. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2143-2151, 2007 (supl.).
- PIRES, A. V.J; REIS, R.A.; CARVALHO, G. G. P.; SIQUEIRA, G. R.; BERNARDES, T.F.; RUGGIERI, A.C.; ROTH, M. T.P. Degradabilidade ruminal da matéria seca, da proteína bruta e da fração fibrosa desilagens de milho, de sorgo e de *Brachiariabrizantha*. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.62, n.2, p.391-400, 2010.
- REIS, R. A.; BASSO, F. C.; ROTH, A. P. T. P.; **Forragicultura, Ciência, Tecnologia e Gestão dos recursos Forrageiros. Jaboticabal**. 1ª Edição, p. 649 – 658; 699 - 712, 2013.
- REIS, R. A.; SIQUEIRA, G. R.; ROTH, M. T. P.; ROTH, A. P. T. Fatores que afetam o consumo de forragens conservadas In Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas, 3. 2001, Universidade Estadual de Maringá, p. 1 – 34, 2001.
- REZENDE, L. H. G. S. R.; ALBERTINI, T. Z.; DETMANN, E. TOMICH, T. R.; FRANCO, G. L.; LEMPP, B.; MORAIS, M. G. Consumo e digestibilidade do feno de capim-braquiária em bovinos de corte sob suplementação com mistura contendo sulfato de amônio, caseína e uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p.717-723, 2008.
- ROSA, B.; REIS, R. A.; RESENDE, K. T.; KRONKA, S. N.; JOBIM, C. C. Valor Nutritivo do Feno de *Brachiariadecumbens* Stapf cv. Basilisk Submetido a

- tratamento com Amônia Anidra ou Uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 4, p.815-822, 1998.
- ROTZ, C. A.; MUCK, R. E. Changes in forage quality during harvest and storage. In: FAHEY, G. C. (Ed.). **Forage quality, evaluation, and utilization**.Madison: University of Nebraska, 1994. p.828-868.
- SANTOS, E. M.; ZANINE, A. DE M. Silagem de gramíneas tropicais.**Colloquium Agrariae**, v.2, n. 1, p. 32-45, 2006.
- SCHMIDT, P.; NOVINSKI, C. O.; JUNGES, D. Riscos ambientais oriundos de compostos orgânicos voláteis e do efluente produzido por silagens. In: JOBIM, C. C.; CECATO, U.; CANTO, M. W. Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas, 4, 2011, Maringá. **Anais.....Maringá: UEM**, 2011. p. 251-270.
- SILVA, J. DE L.; RIBEIRO, K. G.; HERCULANO, B. N.; PEREIRA, O. G.; PEREIRA, R. C.; SOARES, L. F. PE.; Massa de forragem e características estruturais e bromatológicas de cultivares de *Brachiaria* e *Panicum*.**Ciência animal brasileira**, vol.17 nr.3 Goiânia, Abril 2016.
- SILVA, M.O.S.A. **Análises físico-químicas para controle de estação de tratamentos e esgotos**, São Paulo, CETESB,1977. 266p.
- SILVEIRA, A. C. Técnicas para a proução de silagens. In: Simpósiosobre manejo da pastagem, 2, 1975, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, p. 156 – 186, 1975.
- SKONIESKI, F. R.; VIÉGAS, J.; BERMUDEZ, R. F.; NORNBORG, J. L.; ZIECH, M. F.; COSTA, O. A. D.; MEINERZ, G. R. Composição botânica e estrutural e valor nutricional de pastagens de azevém consorciadas.**Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.3, p. 550-556, 2011.
- VITOR, C. M. T.; Da Fonseca, D. M.; Cóser, A. C.; Martins, C. E., Júnior, D. do N.; JÚNIOR, J. I. R. Produção de matéria seca e valor nutritivo de pastagem de capim-elefante sob irrigação e adubação nitrogenada.**Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.435-442, 2009.

WILKINSON, J. M.; MUCK, R. E. Ensiling in 2050: Some challenges and opportunities. **Grass and Forage Science**, p.1 - 10, 2019.

WILKINSON, A. C. Silage made from tropical and temperate crops. The ensiling process and its influence on feed value. **World Anim. Rev.**, nr. 45, P. 36 – 42, 1983.

III – OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade de silagens e fenos de capim *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás produzidos com diferentes tecnologias.

IV - Valor nutricional, perdas totais de matéria seca, produção e potencial poluidor de efluentes em silagem de *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás

(Normas da Revista Brasileira de Zootecnia)

Resumo - Objetivou-se avaliar o valor nutricional, as perdas de MS, a produção e o potencial poluidor de efluentes da silagem de *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás, sob efeito de três tamanhos teóricos de partícula (TTP - 5; 8 e 12 mm) e três densidades de

compactação(DC - 550; 600e 650 kg/m³), distribuídos em arranjo fatorial (3 x 3), com quatro repetições cada.O maior volume de efluente (15,02 L/t)e maiores perdas de MS pelo efluente (11,16%) foram verificados nas silagens com maiores densidades de compactação (600 e 650 kg/m³) e TTP menor (8 mm). O contrário ocorreu nos tratamentos com maior TTP (12 mm) e menor DC (550 kg/m³). Os maiores valores do demanda química de oxigênio (DQO) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO) (18,97 e 5,96 mg/L) foram registrados no tratamento com menor TTP (5 mm) e maiores DC (600 e 650kg/m³), e a razão DQO/DBO em média foi 3,46 mg/L. O maior valor do pH (8,46) verificado nas silagens com TTP de 8 mm e na DC de 650 kg/m³. O teor de lignina apresentou maior concentração (1,98%) no menor TTP (5 mm). Silagens com maior TTP (12 mm) apresentaram maior teor de EE (2,98%). O maior valor da digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS)(57,8%) foi verificado na silagem picada a 5 mm. Não houve quebra da estabilidade aeróbia durante as 216 horas de avaliação.O TTP de 12 mm e DC de 550 kg/m³proporcionou menor produção de efluente. A ensilagem com baixa DC e processamento com maiores TTP produzem menos efluente. O efluente oriundo de silagens de capim apresenta alto potencial de poluição ambiental.Nas condições do presente estudo, o valor nutricional da silagem não foi influenciado pelo TTP e DC, exceto para a DIVMS que foi reduzida sob efeito do TTP.A densidade na ensilagem influencia nas perdas totais da MS.De maneira geral, o TTP e a DCnão influenciaram a composição bromatológica exceto a lignina, extrato etéreo (EE) e a DIVMS. Não houve quebra da estabilidade aeróbia da silagem avaliada em ambiente natural.

Palavras-chave: demanda de oxigênio, digestibilidade *in vitro*, forragem conservada, tamanho de partícula

Nutritional value, total dry matter losses, effluent production and pollutant potential in *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás

Abstract - The objective of this study was to evaluate the nutritional value, yield and pollutant potential of Paiaguás grass silage effluents, under the effect of three particle sizes (TPS- 5; 8 and 12 mm) and three compaction densities (CD - 550; 600 and 650 kg / m³), distributed in a factorial arrangement (3 x 3), with four replications. The highest

effluent volume (15.02 L / t) and the highest effluent DM losses (11.16%) were observed in silages with higher densities (600 and 650 kg / m³) and lower TPS (8 mm). The opposite occurred in treatments with higher TPS (12 mm) and lower DC (550 kg / m³). The highest COD and BOD values (18.97 and 5.96 mg / L) were recorded in the lowest TPS (5 mm) and highest DC (600 and 650 kg / m³) treatment, and the average COD / BOD ratio was 3.46 mg / L. The highest pH value (8.46) was found in silage with TPS (8 mm) and DC 650 kg / m³. The lignin content had the highest concentration (1.98%) in the lowest TPS (5 mm). Silage with higher TPS (12 mm) presented higher EE content (2.98%). The highest IVDMD values (57.8%) was found in minced silage at 5 mm. There was no breakdown of aerobic stability during the 216 hours of evaluation. The 12 mm TPS and 550 kg / m³ DC provided lower effluent production. Low DC silage and large TPS processing produce less effluent. The effluent from grass silages has a high potential for environmental pollution. Under the conditions of the present study, the silage nutritional value was influenced by TPS and DC, except for IVDMD, which was reduced under the effect of TPS. Density in silage influences the total dry matter losses. In general, TTP and DC did not influence bromatological composition except lignin, ether extract (EE) and IVDMD. There was no breakdown of silage aerobic stability evaluated in natural environment.

Keywords: oxygen demand, in vitro digestibility, conserved forage, particule size

Introdução

A utilização de forragem conservada é uma alternativa viável para manter ou elevar os índices de produção pecuária, pois garante o aporte alimentar e adequada nutrição na época de escassez forrageira (Pereira et al., 2007; Pires et al., 2010; Fernandes et al., 2016).

O gênero *Brachiaria* correspondem às forrageiras de origem africana, amplamente difundida no território brasileiro principalmente pelas suas características de alta produção de matéria seca (MS), fácil estabelecimento, bom valor nutritivo, resistência à doenças e bom crescimento vegetativo ao longo do ano (Silva et al., 2016), o que suscita a necessidade de desenvolver tecnologias adequadas e boas práticas para a sua produção e conservação com menor perda de matéria seca (MS)(Jobim et al., 2015; Daniel et al., 2019).MS (%) = 30,8; PB (%) = 14,5; CNF (%) = 13,6; FDN (%) = 63,5; EE (%) = 2,5; DIVMS (%) = 64,0; NDT (%) = 57,1 (Cruvinel et al. 2017).

A ensilagem é uma tecnologia que visa preservar o valor nutritivo da forragem verde, através da rápida redução do pH da massa ensilada, em consequência da fermentação de açúcares por bactérias ácido lácticas (BAL) produzindo ácidos orgânicos, principalmente o ácido lático (Santos & Zanine, 2006; Jobim & Nussio, 2013).

A ensilagem de forrageiras com teor de MS inferior a 21%, carboidratos solúveis inferiores a 2,2% e baixa relação entre carboidratos e capacidade tampão apresenta maiores riscos da ocorrência de fermentações secundárias (McDonald et al., 1991), com consequente perda de nutrientes, concentrações elevadas do ácido butírico, amônia, aminas e ácido acético que reduzem o consumo da silagem com consequente queda no desempenho animal (Jobim & Nussio, 2013). Estas silagens também apresentam significativa produção e liberação de efluentes para o meio ambiente, contribuindo para a sua poluição, sobretudo quando atingem os cursos de água cuja flora microbiana durante o metabolismo, demanda grandes quantidades de oxigênio, esgotando-o parcial ou totalmente na água (Loures et al., 2003), tornando o ambiente anaeróbio comprometendo a vida de outros organismos aquáticos(Schmidt et al., 2011).

De forma geral, observa-se que a densidade de compactação na ensilagem, tamanho de partícula e a produção de efluentes, estão relacionados. Conforme estudos de Nussio

et al. (2002), Loures et al. (2003; 2005), estes autores verificaram que menor tamanho de partícula permite maior grau de compactação, e pode contribuir para o aumento das perdas de MS por efluentes, especialmente em forragens com alto teor de umidade, entretanto, trabalhos que utilizaram capim *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás são escassos na literatura. Hipótese - O tamanho da partícula em função da densidade na ensilagem do capim *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás influencia o valor nutricional da silagem, sendo que o maior tamanho implica em maiores perdas de nutrientes.

Desta forma, o objetivo da pesquisa foi avaliar o valor nutricional, perdas totais de MS, produção e potencial poluidor de efluente em silagens do capim *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás, em diferentes tamanhos de partícula e densidade de compactação na ensilagem.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), pertencente à Universidade Estadual de Maringá, situada no distrito de Iguatemi (Maringá, Paraná, Brasil). O local está localizado na latitude de 23° 25' S; 51° 57' O, a 550 metros de altitude. O clima na região é do tipo Cfa, ou seja, subtropical úmido mesotérmico, de acordo com a classificação de Köppen (Iapar, 1994), com temperatura e precipitação média anual de 22°C e 1.200mm, respectivamente. A chuva tem uma distribuição sazonal com estação seca e chuvosa bem definidas e o solo é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 2018; IBGE, 2007).

O período experimental foi de 13 de dezembro de 2016 a 17 de maio de 2017, e os dados climáticos foram coletados da Estação Meteorológica da FEI (Figura 1 e 2).

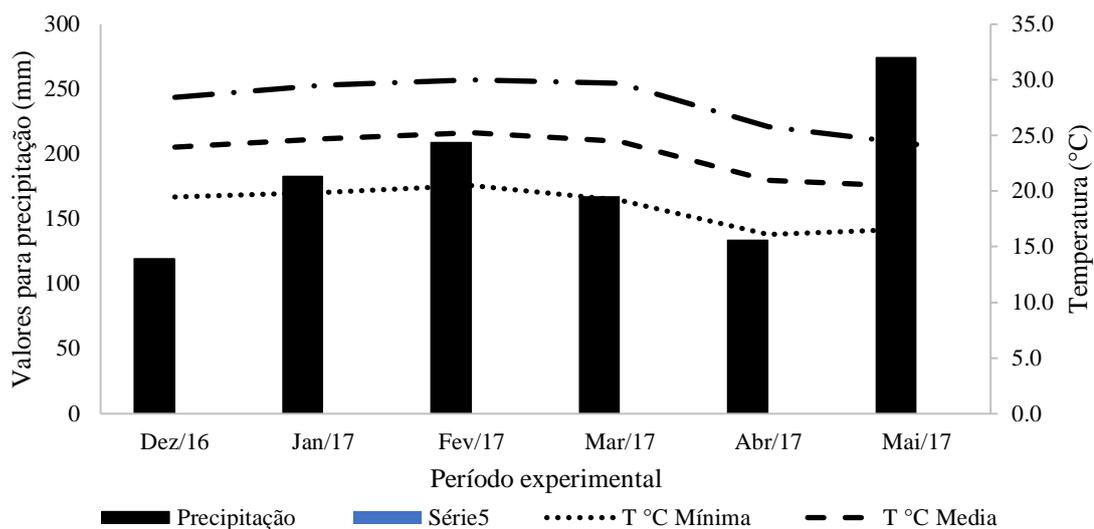


Figura 1 -Precipitação média (mm) e temperatura ambiente (máxima, mínima e média) (°C) durante o período experimental.

Fonte: Estação Meteorológica da Fazenda Experimental de Iguatemi, Iguatemi, PR.

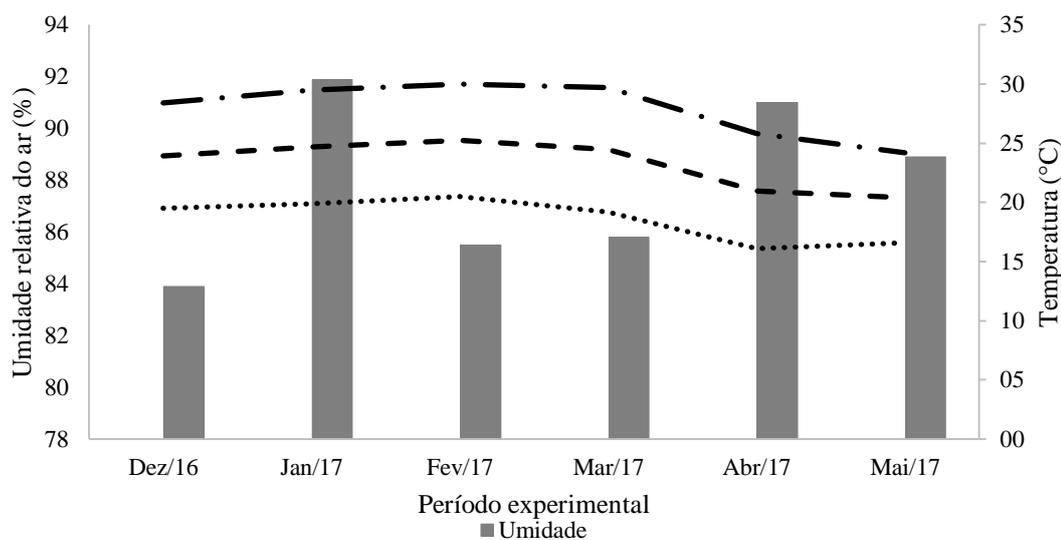


Figura 2 -Umidade relativa do ar (%) e temperatura ambiente (máxima, mínima e média) (°C), durante o período experimental.

Fonte: Estação Meteorológica da Fazenda Experimental de Iguatemi, Iguatemi, PR.

O capim-Paiaguás (*Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás) foi estabelecido em uma área de 1,0 ha, em solo corrigido e adubado de acordo com os resultados de análise de solo (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição química do solo (0-20 cm de profundidade) da área experimental no início do período de avaliação.

pH	H ⁺	Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Ca ⁺ +Mg ⁺	SB	CTC	V	P	C	MO	
CaCl	H2O	Cmol.c.dm ⁻³								%	mg.dm ⁻³	g.dm ⁻³		
5,60	6,30	3,30	0,0	3,30	4,41	2,00	0,25	6,41	6,60	9,96	66,9	7,29	8,82	15,2

Fonte: Laboratório Sociedade Rural de Maringá.

O preparo do solo foi convencional (arado de disco e grade niveladora). A semeadura do capim-Paiaguás foi realizada a lanço, no dia 13 de dezembro de 2016, com taxa de semeadura 15kg ha^{-1} , com uso de distribuidora de adubos e sementes da marca Vicon®. Após o estabelecimento da gramínea, foi efetuada a adubação nitrogenada (60 kg ha^{-1} N), à base de ureia. Semanalmente foram realizadas visitas para acompanhar o desenvolvimento da cultura e observações inerentes a presença de plantas invasoras, pragas e doenças.

Após 30 dias do estabelecimento, a altura do pasto foi monitorada semanalmente, por meio da mensuração de 30 pontos ao acaso, usando uma régua de 100 cm para acompanhar o crescimento da gramínea e determinar a altura ideal para o corte e ensilagem (Figura 3).

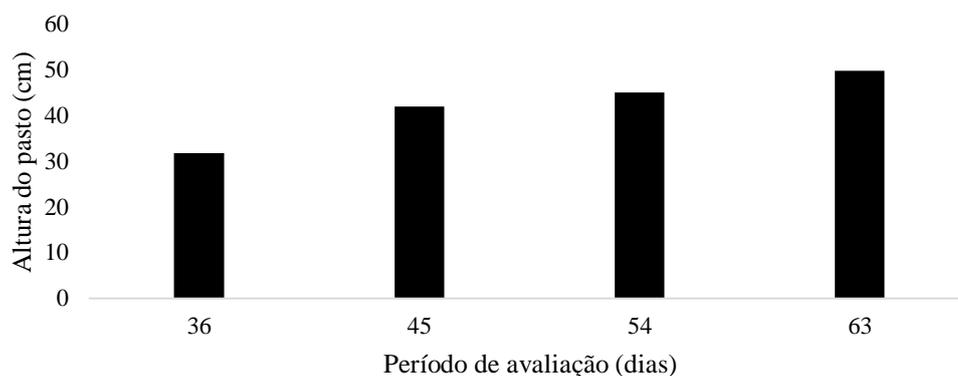


Figura 3 -Altura média do capim-Paiaguás (cm) durante o período de crescimento para produção de silagem.

O corte da *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás foi realizado em estágio de desenvolvimento que contemplou equilíbrio de qualidade e quantidade da massa de forragem disponível (início da floração) na altura de 10 cm do nível de solo (Cândido, et

al., 2008). Esse momento se deu quando o pasto apresentou, em média, 49,8 cm de altura, ou seja, com 63 dias (Figura 3). O corte foi realizado com uso de ensiladora modelo JF92Z10[®], regulada para os tamanhos de partículas pré-definidos como tratamentos.

Os tratamentos avaliados foram três tamanhos teóricos de partícula (5; 8 e 12 mm) e três densidades de compactação na ensilagem (550 kg/m³; 600 kg/m³ e 650 kg/m³), distribuídos em um arranjo fatorial (3 x 3), com quatro repetições (silos) cada.

A ensilagem foi realizada em silos experimentais de PVC, com capacidade de aproximadamente 0,013 m³ o que permitiu ensilar até 8,45 kg de forragem, obedecendo as densidades definidas como tratamentos. Após o enchimento, os silos foram vedados com lona preta, lacrados com fita adesiva transparente e pesados. Na base dos silos foi colocado saco plástico para coleta de efluentes, sendo lacrados com fita adesiva para não permitir a perda do líquido produzido e a entrada de oxigênio.

Os silos foram armazenados em área coberta por 90 dias, período no qual houve coleta de efluente com finalidade de determinar a quantidade (volume produzido) e avaliar o seu potencial poluente. À medida que era produzido, o efluente era retirado do saco coletor, medido em proveta graduada e transferido para um frasco de plástico opaco com capacidade de 200 mL, devidamente identificado e armazenado a -20°C para posteriores análises laboratoriais. No momento da coleta foi medido o pH dos efluentes com uso de peagâmetro digital de marca TECNAL, modelo Tec-3MP. No final de 90 dias de armazenamento, foi determinado o volume total de efluentes produzidos. Destes, foram coletadas amostras de efluente, aproximadamente 30 mL por tratamento, conforme o desenho experimental, e encaminhadas para o Laboratório de Qualidade de Água e Controle de Poluição (Saneamento Ambiental), pertencente à Universidade Estadual de Maringá, para realização das seguintes análises: Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), segundo o protocolo da APHA (1995).

Foram analisadas as variáveis pH, perdas de MS via efluente (PMS) segundo a metodologia proposta por Schmidt (2007). Na sequência os silos foram pesados para determinação das perdas totais de MS via efluentes, e abertos para a retirada de amostras (aproximadamente 500g/silo) para análises químico-bromatológico, 25 gramas para determinação da condutividade elétrica (CE) segundo Kraus et al. (1997), 10 g para a determinação do pH da silagem conforme Cherney & Cherney (2003), que consiste em infundir 10 g de amostra em 100 mL de água destilada, seguindo de homogeneização e repouso de 30 minutos em temperatura ambiente e leitura com auxílio de peagômetro digital.

Após a coleta de amostras os silos foram descompactados para simular as condições de descarga (Kung Jr., 2000). O material posteriormente foi recolocado nos silos e logo na sequência, durante dez dias seguidos, em dois períodos (10h e 14h), foram registradas as temperaturas ambiente e da silagem (dentro dos silos) por meio de termômetro digital modelo *Gulterm 1001*. Para a avaliação da estabilidade aeróbia (Moran et al., 1996).

Foram estimadas as perdas de MO (PMO) da silagem, de acordo com a concentração de matéria mineral (MM) no momento da ensilagem e na abertura dos silos, segundo equação proposta por Paredes et al. (2000), onde: $PMO (\%) = 100 - \{100 [X_1 (100 - X_2)] / [X_2(100 - X_1)]\}$, em que X_1 e X_2 representam a percentagem de MM no início e no fim do período de avaliação. No presente estudo o X_1 refere-se ao teor de MM no dia do corte da *Brachiaria brizanthacv.* Paiaguás e o X_2 ao teor de MM no dia de abertura dos silos.

As amostras coletadas no momento da ensilagem, assim como àquelas coletadas após abertura dos silos (aproximadamente 500 g) foram secas em estufa de ventilação forçada de ar, a 55°C, moídas em moinho de facas com peneira de malha 1 mm e encaminhadas para o Laboratório de Nutrição e Alimentação Animal - LANA (pertencente à Universidade Estadual de Maringá) para as seguintes determinações:

matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM) e extrato etéreo (EE) realizadas segundo AOAC (1990). De modo sequencial foram determinados os teores de FDN segundo Mertens (2002), FDA segundo Van Soest & David (1973) e lignina (Van Soest, 1991). A celulose (CEL) e hemicelulose (HEM) foram determinados a partir da diferença entre FDN - lignina e FDN - FDA, respectivamente ($CEL = FDA - LIG$ e $HEM = FDN - FDA$). Os carboidratos totais (CT) foram obtidos pela equação proposta por Sniffen et al., (1992): $CT = MO - (EE + PB)$. A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi determinada empregando-se o equipamento *Daisy Incubator Ankom®*, conforme Holden (1999).

Os dados das variáveis obtidas das silagens foram analisados para cada tamanho de partícula, densidade de compactação e interação entre ambos os efeitos. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância segundo pacote estatístico SAS (1999), utilizando-se o procedimento GLM, em que as médias foram comparadas com o auxílio do Teste Tukey a 5% de probabilidade e o modelo matemático utilizado foi:

$$Y_{ij} = \mu + D_i + e_i + P_j + (DP)_{ij} + e_{ij}, \text{ em que:}$$

Y_{ij} = valor observado para a variável resposta ao efeito da densidade i e o tamanho de partícula j ; μ = média dos tratamentos; D_i = efeito da densidade i , $i = 550 \text{ kg/m}^3$; 600 kg/m^3 e 650 kg/m^3 ; e_i = erro aleatório associado à parcela i ; P_j = efeito do tamanho médio de partícula j , $j = 5 \text{ mm}$; 8 mm e 12 mm ; $(DP)_{ij}$ = interação entre os tratamentos $i*j$; e_{ij} = erro aleatório associado a subparcela ij .

Resultados e Discussão

A densidade de compactação teve efeito na perda de MS via silagem ($P < 0,05$; Tabela 2). As maiores perdas foram verificadas nos tratamentos com densidades de compactação maiores (600 e 650 kg/m^3) facto que pode ser atribuído ao baixo teor de MS

da forragem que foi de 20,7% no momento de corte associado ao maior volume de efluente produzido nestas densidades (Tabela 3).

O tamanho de partícula não influenciou a condutividade elétrica (CE) da massa ensilada que foi influenciada somente pela densidade de compactação no momento da ensilagem ($P < 0,05$; Tabela 2). O maior valor de CE foi registrado quando utilizado a densidade de 600 kg/m³ (1533,9 μ/cm), sendo semelhante à menor densidade de compactação (1437,7 μ/cm). Este resultado não era esperado, pois maiores densidades de compactação favorecem o extravasamento do conteúdo intracelular da forrageira pela pressão e exposição dos eletrólitos (íons), sendo diretamente proporcional à CE (Kraus et al., 1997; Jobim et al., 2007). No entanto, o tamanho teórico de partícula também não proporcionou diferença significativas, evidenciando que o maior processamento não resultou em aumento da CE. Resultados semelhantes foram encontrados por Loures et al. (2005), trabalhando com silagem de Capim-Tanzânia.

O pH da silagem foi influenciado pelo tamanho teórico de partícula e pela densidade de compactação da silagem ($P < 0,05$; Tabela 2). O maior valor (5,07) foi registrado nas silagens com maior tamanho teórico de partícula (12 mm) e na densidade de compactação de 600 kg/m³ corroborando com os resultados encontrados por Loures et al. (2005), Chizzotti, et al. (2005) em silagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e de Sorgo.

Tabela 2 - Perdas de matéria seca (PMS), condutividade elétrica (CE) e pH de silagens de capim *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás processada em diferentes tamanhos de partícula e diferentes densidades de compactação na abertura dos silos.

Variável	Densidade de compactação						EPM	P - Valor		
	Tamanho de partícula (mm)			(kg/m ³)				P	D	P×D
PMS (%) via silagem	5	8	12	550	600	650	1,167	0,3006	<,0001	0,2077
CE (μ/cm)	1418,34	1505,20	1376,68	1437,7 ^{ab}	1533,9 ^a	1324,3 ^b	35,49	0,228	0,0428	0,6734
pH silagem	4,39 ^b	4,49 ^b	5,07 ^a	4,5 ^b	4,8 ^a	4,6 ^b	0,07	<,0001	0,01	0,59

PMS (%) via efluente	8,10 ^b	11,16 ^a	6,86 ^b	2,9 ^b	12,1 ^a	11,9 ^a	0,92	0,003	<,0001	0,03
Produção de efluente (L/t)	14,39 ^a	15,02 ^a	5,60 ^b	6,50 ^b	14,8 ^a	14,4 ^a	1,30	<,0001	<,0001	<,0001
DQO (mg/L)	18,97 ^a	12,09 ^b	9,70 ^c	10,8 ^b	14,8 ^a	15,1 ^a	1,10	<,0001	<,0001	<,0001
DBO (mg/L)	5,96 ^a	4,41 ^b	2,08 ^c	2,7 ^b	5,1 ^a	4,6 ^a	0,50	<,0001	<,0001	<,0001
pH do efluente	8,04	8,46	7,93	7,8	8,3	8,3	0,14	0,2003	0,19	0,4541

Letras minúsculas, na mesma linha, diferentes entre si, diferem pelo teste Tukey ($P < 0,05$). EPM = erro padrão da média, P = efeito do tamanho de partícula, D = efeito da densidade, P x D = interação entre tamanho médio de partícula da forragem e densidade, PMS = perdas de matéria seca via efluente, Produção = produção de efluente, DQO = demanda química de oxigênio, DBO = demanda bioquímica de oxigênio.

Na caracterização dos efluentes produzidos (Tabela3), constatou-se interações significativas ($P < 0,05$) entre o tamanho de partícula e a densidade de compactação. Foram registrados maiores valores de DQO e DBO no efluente da silagem com menor tamanho teórico de partícula (5mm) e maiores densidades (600 kg/m³ e 650kg/m³), como reflexo de maior volume de efluente produzido. A razão DQO/DBO em média foi de 3,5 unidades, valor superior ao limite permitido (3,0 unidades) pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA Resolução 357/2005 do Ministério de Meio Ambiente da República Federativa do Brasil, evidenciando o alto potencial poluidor do efluente das silagens.

Os parâmetros pH e a razão DQO/DBO foram confrontados com os limites máximos e mínimos estabelecidos pelo CONAMA (2005), sendo para o pH entre 5 - 9 valores ideais para a vida aquática.

Quanto à razão DQO/DBO dos efluentes das silagens, em média foram registrados valores acima do permitido. Assim, os efluentes das silagens, neste estudo, são classificados como potenciais poluidores, não sendo permitido a sua drenagem para o meio ambiente sem o devido tratamento. Em trabalhos com capim-elefante (Loures et al., 2003 e Loures et al., 2005) e com aveia preta (Silva, 2014), também pode-se verificar que o efluente produzido no processo de ensilagem tem alto potencial de poluição do meio ambiente, e pode comprometer a vida de outros organismos que constituem o ecossistema (Schmidt et al., 2011).

Apesar dos valores médios do pH dos efluentes estarem dentro do intervalo permitido, não é permitido a sua liberação para os mananciais sem tratamento adequado. Em situações em que o efluente atinge mananciais de água, pode influenciar no sistema fisiológico das espécies assim como pode contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos tornando o ambiente aquático impróprio para a vida (Pivelli & Kato, 2005).

Com relação à composição química da silagem de capim-Paiaguás, as únicas variáveis que foram influenciadas foram teores de lignina, de EE e a DIVMS (Tabela 4).

Tabela 4-Composição bromatológica e digestibilidade *in vitro* da silagem de capim *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás, ensilada em diferentes tamanhos de partícula e densidades de compactação.

Variáveis (%)	Densidade de compactação							P - Valor			
	Tamanho de partícula (mm)			(kg/m ³)				EPM	P	D	P×D
	5	8	12	550	600	650					
MS	19,8	19,7	19,6	19,9	19,4	19,8	0,223	0,92	0,59	0,84	
MO	90,7	90,7	91,2	91,2	90,3	91,1	0,182	0,52	0,13	0,96	
PB	9,54	10,0	9,72	9,55	9,93	9,79	0,140	0,43	0,56	0,63	
FDN	64,6	64,1	65,8	64,5	64,9	65,0	0,362	0,15	0,84	0,43	
FDA	47,3	46,1	48,2	47,1	46,5	48,0	0,409	0,08	0,27	0,19	
HEM	17,3	18,0	17,6	17,4	18,5	17,0	0,355	0,67	0,20	0,12	
CEL	45,4	44,5	46,7	45,0	44,9	46,5	0,401	0,09	0,19	0,40	
LIG	1,98 ^a	1,52 ^b	1,54 ^b	2,07 ^a	1,49 ^b	1,48 ^b	0,083	<0,01	<0,01	<0,01	

EE	2,61 ^b	2,58 ^b	2,98 ^a	2,63	2,84	2,69	0,049	<0,01	0,08	0,47
DIVMS	57,8 ^a	56,6 ^a	53,3 ^b	55,4	56,7	55,4	0,623	<0,01	0,53	0,43

Letras minúsculas, na mesma linha, diferentes entre si, diferem pelo teste Tukey ($P < 0,05$). EPM = erro padrão da média, P = efeito do tamanho de partícula, D = efeito da densidade, P x D = interação entre tamanho médio de partícula da forragem e densidade, MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; HEM = hemicelulose; CEL = celulose; LIG = lignina; EE = extrato etéreo; DIVMS = digestibilidade “in vitro” da MS.

Houve diferença significativa ($P < 0,05$) no teor de lignina, sendo verificado maior valor (1,98%) quando a silagem foi produzida com tamanho de partícula (5mm e 8 mm). Essa resposta pode ser influência da maior produção de efluentes verificado nessa silagem (Tabela 3), podendo estar associada à perda de nutrientes incluindo compostos solúveis que favorecem maior concentração da lignina.

A silagem com maior tamanho teórico de partícula (12 mm), e sem efeito da densidade na ensilagem, apresentou maior teor de EE na silagem ($P < 0,05$). Para Nussio et al. (2002) e Loures et al. (2003; 2005) o menor tamanho de partícula pode permitir maior grau de compactação e maior expulsão do oxigênio residual, enquanto o maior tamanho de partícula dificulta a compactação e favorece a maior presença de oxigênio residual, prolonga a respiração promovendo o consumo de açúcares e concentrando o EE.

Quanto à DIVMS, não houve efeito da densidade de compactação da silagem, no entanto o maior valor (57,8%; $P < 0,01$) foi verificado quando o processo de ensilagem ocorreu com o capim-Paiaguás picado a 5 mm e 8 mm, diferindo de picagem a 12 mm (Tabela 4). Este resultado contrasta com o encontrado por Silva (2014), em trabalho de ensilagem de aveia preta, sendo próximo ao encontrado por Bergamaschine et al. (2006). No presente estudo, o aumento do tamanho teórico de partícula diminuiu a DIVMS, provavelmente pela presença de maior quantidade de ar residual na silagem, prolongando a respiração celular (vegetal e microbiana) proporcionando maior consumo de nutrientes solúveis, sobretudo de carboidratos que compromete a atividade das bactérias ácido-láticas (BAL) para a produção de ácido lático suficiente para redução rápida de pH.

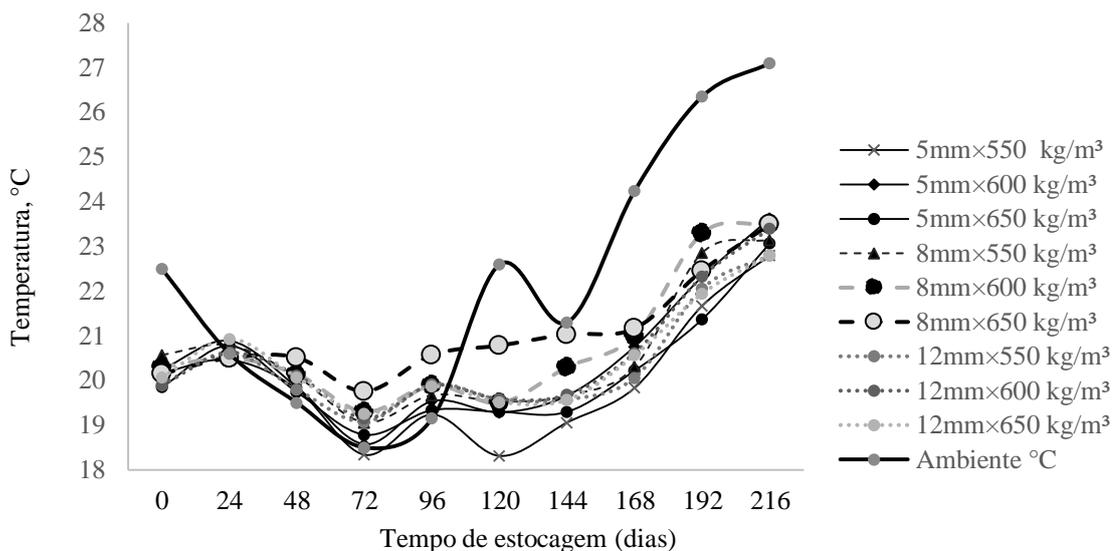


Figura 4 - Temperaturas das silagens (°C) durante o período (h) de exposição ao oxigênio.

EPM = 0,21; $P < 0,01$ para interação entre tamanho teórico de partícula \times densidade \times tempo.

Para todas as silagens, no período de 216 horas de avaliação da estabilidade aeróbia, não houve elevação de temperatura da massa ensilada em 2°C em relação à temperatura ambiente (Figura 4). Em contrapartida, foi verificada queda de temperatura nas primeiras 72 horas, em função da baixa temperatura ambiente (19°C). Posteriormente, registrou-se elevação da temperatura da silagem em todos os tratamentos, acompanhando a temperatura ambiente.

É notório o fato de numericamente o tratamento com menor tamanho teórico de partícula e maior densidade de compactação (5mm e 650 kg/m³), em determinados períodos apresentar maior temperatura interna da massa ensilada em relação aos demais. Isso pode ser resultado da maior eficiência de compactação, maior expulsão de ar residual, melhor fermentação anaeróbia e maior preservação do valor nutritivo da massa ensilada, com menores perdas de compostos solúveis (Nussio et al., 2002; Loures et al., 2003; Neumann et al., 2005; Amaral et al., 2007).

Conclusões

A ensilagem com baixa densidade de compactação (550 kg/m^3) e processamento com tamanho teórico de partículas 12 mm produzem menos efluente. O estudo demonstrou que o efluente oriundo de silagens de capim *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás apresenta alto potencial de poluição ambiental. A densidade na ensilagem influencia nas perdas totais de matéria seca. Nas condições do presente estudo, o valor nutricional da silagem de capim-Paiaguás no geral não é influenciada pelo tamanho teórico de partícula e densidade na ensilagem, exceto para a DIVMS que reduz sob efeito do maior tamanho teórico de partícula. O tamanho teórico de partícula e da densidade na ensilagem não tem efeito sobre a estabilidade aeróbia da silagem em ambiente natural.

Referências

- AMARAL, R. C.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R.; REIS, R. A. Características fermentativas e químicas de silagens de capim-marandu produzidas com quatro pressões de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.532-539, 2007.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION -APHA. **StandartMethods for theExaminationofWaterandWastewater**. 19ed. Washington, D.C.: APHA, 1995, 1268p.
- AOAC - (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). **Official methods of analysis**. 15. ed. Washington: AOAC, 1990.

- BERGAMASCHINE, A. F.; PASSIPIÉRI, M.; FILHO, W. V. V.; ISEPON O. J.;
CORREA, L. DE A. Qualidade e valor nutritivo de silagens de capim-marandu
(*B. brizantha* cv. Marandu) produzidas com aditivos ou forragem emurchecida.
R. Bras. Zootec., v.35, n.4, p.1454-1462, 2006.
- CÂNDIDO, M. J. D.; JÚNIOR, A. J. A. C.; SILVA, R. G.; AQUINO, R. M. S. Técnicas
de fenação para a produção de leite. In: **Anais ... Seminário Nordeste de Pecuária-
PECNORDESTE**. Fortaleza: FAEC, p.261-298, 2008.
- CHERNEY, J. H.; CHERNEY, D. J. R. Assessing silage quality. In: BUXTON, D. R.;
MUCK, R. E.; HARRISON, J. H. et al. (Eds.). *Silage science and technology*.
Madison: [s.n.], 2003. p. 141-198.
- CHIZZOTTI, F. H. M.; PEREIRA O. G.; FILHO, S. DE C. V.; GARCIA R.; CHIZZOTT,
M. L.; LEÃO, M. I.; PEREIRA, D. H. Consumo, Digestibilidade Total e
Desempenho de Novilhos Nelore Recebendo Dietas Contendo Diferentes
Proporções de Silagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e de Sorgo. **R. Bras.
Zootec.**, v.34, n.6, p.2427-2436, 2005 (supl.)
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA 357/2005: **Análise
espacial e temporal de não conformidades em rios e reservatórios do estado de
São Paulo de acordo com seus enquadramentos (2005–2009)**.
- DANIEL, J. L. P.; BERNARDES, T. F.; CL JOBIM, C. C.; SCHMIDT, P.; LUIZ
GUSTAVO NUSSIO, L. G. Production and utilization of silages in tropical areas
with focus on Brazil. **Grass and Forage Science**, 2019;1–13.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema
brasileiro de classificação de solos**. Embrapa, 5ª Edição, p. 198, 2018.

- FERNANDES, G. F.; EVANGELISTA, A. F.; BORGES, L. S. Potencial de espécies forrageiras para produção de silagem: revisão da literatura. Conservação de forragem, ensilagem, potencial forrageiro, silagem. **Nutri-Time**, vol. 13, n. 03, 2016.
- FONSECA, D.M; MARTUSCELLO, J.A.; FARIA, D.J.G. Adubação em gramíneas do gênero *Brachiaria*: mitos e realidades In: Simpósio sobre manejo estratégico das pastagens, 3. 2006, Viçosa, MG. **Anais...Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa**, p. 153-182, 2006.
- HOLDEN, L.A. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for feeds. **JournalofDairy Science**, Savoy, v. 82, p. 171794, 1999.
- HOLMES, B. Software applications for sizing silos to maximize silagequality. In: **ProceedingsoftheInternationalSymposiumof Forage QualityandConservation**, 2009, Piracicaba. **Proceedings...Piracicaba: FEALQ**, 2009. p189 – 2008.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ- IAPAR. **A produção animal na agricultura familiar do Centro-sul do Paraná**. Londrina, 1994. (Boletim técnico, n.42.).
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual Técnico de Pedologia**. Rio de Janeiro. Nr 4, 2ª Edição, p. 191 – 195, 2007.
- JOBIM, C. C.; JÚNIOR, V. H. B. Estratégias de uso de forragens conservadas em sistemas de produção animal a pasto In: **Anais do III Simpósio de produção animal a pasto**, Maringá: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos, p. 177-194, 2015.

- JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G. Princípios Básicos da Fermentação na Ensilagem. Forragicultura. **Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros**. Jaboticabal. 1ª Edição, p. 649 – 658; 699 – 712, 2013.
- JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade de forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.101-119, 2007.
- KRAUS, T.J.; KOEGER, R.G.; STRAUB, R.J. *et al.* Leachate conductivity as an index for quantifying level of forage conditioning. In: **ASAE ANNUAL INTERNATIONAL MEETING**, 1997, Minneapolis: ASAE, 1997. 12p.
- KUNG JR., L.; ROSILOON, J.R.; RANJIT, K. *et al.* Microbial Populations, fermentation and-products, and aerobic stability of corn silage treated with ammonia or a propionic acid-based preservative. **Jornal of Dairy Science**.v.83, p.1479-1486, 2000.
- LOURES, D.R.S.; GARCIA, R.; PEREIRA, *et al.* Características do efluente e composição químico-bromatológica da silagem de capim-elefante sob diferentes níveis de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1851-1858, 2003 (supl.2).
- LOURES, D.R.S.; NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F. *et al.* Composição bromatológica e produção de efluente de silagem de capim-Tanzânia sob efeito de emurchecimento, dotamanho de partícula e do uso de aditivos biológicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.726-735, 2005.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The Biochemistry of Silage**. 2. ed. Marlow: Chalcomb Publications, 1991. 340p.

- MERTENS, D. R. Measuring and its effectiveness in ruminants diets. Proc. Plains Nutr. Concl. Spring Conf. San Antonio, TX, 2002.
- MORAN, J. P.; WEINBERG, Z. G.; ASHBELL, G.; HEN, Y.; OWEN, T. R. A comparison of two methods for the evaluation of the aerobic stability of whole crop wheat silage. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 11. 1996, Aberystwyth. **Proceedings...** Aberystwyth: University of Wales Aberystwyth, 1996. p. 162 – 163.
- NEUMANN, M.; RESTLE, J.; BRONDANI, I. L.; NÖRNBERG, J. L.; MELLO, R. DE O.; DE SOUZA, A. N. M.; DE PELLEGRINI, M. L. G. Efeito do tamanho da partícula e do tipo de silo sobre o valor nutritivo da silagem de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, n.2, p.224-242, 2005.
- NUSSIO, L. G.; PAZIANI, S. F.; NUSSIO, C. M. B. Ensilagem de capins tropicais. In. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002, 39, Recife. **Anais...**Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002, p. 60 – 83.
- PAREDES, C., ROIG, A., BERNAL, M. P. *et al.* Evolution of organic matter and nitrogen during co-composting of olive mill wastewater with solid organic wastes. *Biol. Fertil. Soils*, v.20, p.226-236, 2000.
- PEREIRA, O. G.; DE SOUZA, V. G.; FILHO, S. DE C. V.; RIBEIRO, K. G.; PEREIRA, D. H.; CECON, P. R. Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais em bovinos de corte alimentados com dietas contendo silagem de sorgo e pré-secado de capim-tifton 85.**Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2143-2151, 2007 (supl.).

- PIRES, A. V.J; REIS, R.A.; CARVALHO, G. G. P.; SIQUEIRA, G. R.; BERNARDES, T.F.; RUGGIERI, A.C.; ROTH, M. T.P. Degradabilidade ruminal da matéria seca, da proteína bruta e da fração fibrosa desilagens de milho, de sorgo e de *Brachiariabrizantha*. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.62, n.2, p.391-400, 2010.
- PIVELI, R. P.; KATO, M. T. Qualidade das águas e poluição: aspectos físico químicos. São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005. p. 258.
- SANTOS, E. M.; ZANINE, A. DE M. Silagem de gramíneas tropicais. **Colloquium Agrariae**, v.2, n. 1, p. 32-45, 2006.
- SAS INSTITUTE. Property software release 8. Cary, 1999. 956p.
- SCHMIDT, P.; NOVINSKI, C. O.; JUNGES, D. Riscos ambientais oriundos de compostos orgânicos voláteis e do efluente produzido por silagens. In: JOBIM, C. C.; CECATO, U.; CANTO, M. W. Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas, 4, 2011, Maringá. **Anais...**Maringá: UEM, 2011. P. 251-270.
- SCHMIDT, P. Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, 2007.
- SILVA, S. L. **Ensilagem de aveia preta: Estabilidade aeróbia, perdas de nutrientes e potencial poluidor do efluente**. Maringá: UEM. 2014. 33 f. (Doutorado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de concentração: Pastagem e forragicultura, Maringá, 2014.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, D.J.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.

VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 12, p. 3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P. J. Collaborative study of acid detergent fiber and lignina. **Jornal of the Association Official Analytical Chemists** 56, 781 – 784, 1973

V - Perdas na produção e armazenamento do feno de *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás ceifado em diferentes horários e enfardado em dois teores de umidade

(Normas da Revista Brasileiravde Zootecnia)

Resumo - Objetivou-se avaliar as perdas no processo de produção e armazenamento, e na qualidade do feno de *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás ceifado em três horários (10; 13 e 16 horas) e enfardado em dois teores de umidade (15 e 20%). O delineamento experimental utilizado para todas as variáveis foi inteiramente ao acaso em sistema de parcela subdividida. As maiores perdas de MS verificadas no campo foram no corte às 13h (870 kg/ha) e as menores no corte às 10 horas (550 kg/ha) ambos com 15% de umidade no enfardamento. A eficiência da colheita foi de 93,33%. Os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e carboidratos não fibrosos (CNF) aumentaram em média 10%; 1,8% e 3,5% respectivamente com cortes no período da tarde (a partir da 13h). O teor de proteína bruta (PB) registrou maior concentração no horário de corte das 10h e decresceu nos demais horários cerca de 15% no horário da tarde. A concentração de MS aumentou à medida que o tempo de estocagem avançou nos três horários de corte e nos

dois teores de umidade. A concentração de CNF reduziu durante o período de estocagem do material independente da hora de corte e do teor de umidade no enfardamento. O teor de FDN aumentou em todos os fenos com o tempo de armazenagem; em média aumentou 6,02%, 7,80% e 5,35% para o corte às 10, 13 e 16 horas em 15 e 20% de umidade. O teor de EE nos fenos foi afetado pelo período de amostragem; reduziu 12,28% quando comparado ao teor de EE da forragem no momento do enfardamento. Após 90 dias de armazenamento a DIVMS reduziu em 4,12% no teor de umidade 15%. O corte da forragem no período da tarde aumenta as perdas no campo para a forragem enfardada com baixo teor de umidade e reduz na forragem enfardada com alta umidade. O melhor horário de corte da forragem para fenação é no período entre 13 e 16 horas. A extensão do período de armazenamento associado ao maior teor de umidade no enfardamento reduz a DIVMS.

Palavras-chave: *Brachiaria brizantha*, fenação, forragicultura, tempo de armazenamento

Losses on production and storage of *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás harvested at different times and baled in two moisture levels

Abstract - The objective of this study was to evaluate the cutting time and moisture content effect on baling, on losses in the production and storage process and on quality of *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás harvested at three times (10:00 a.m; 13:00 p.m and 16:00 p.m) and baled at two moisture levels (15 and 20%). The experimental design used for all variables was completely randomized in a split plot system. The largest DM losses in the field were at 13:00 p.m (870 kg / ha) and the smallest at 10:00 a.m (550 kg / ha) both with 15% baling moisture. Harvest efficiency was 93.33%. The dry matter (DM), organic matter (MO) and non-fibrous carbohydrate (NSC) contents increased on average 10%; 1.8% and 3.5% respectively with cuts in the afternoon (from 13:00 p.m). The crude protein (CP) content recorded the highest concentration at 10:00 a.m and decreased by 15% in the other hours in the afternoon. The DM concentration increased as the storage time advanced in the three cutting times and in the two moisture levels. The concentration of NSC decreased during the material storage period, regardless of cutting time and baling moisture content. The NDF content increased in all hays with storage time; on average it

increased by 6.02%, 7.80% and 5.35% for 10:00 a.m, 13:00 p.m and 16:00 p.m cutting at 15 and 20% moisture. The hay EE content was affected by the sampling period; reduced by 12.28% when compared to the forage EE content at the baling time. After 90 days of storage dry matter *in vitro* digestibility (IVDMD) reduced by 4.12% moisture content by 15%. The forego cut in the afternoon increases field losses for low moisture baled forage and reduces losses in high moisture baling. The best hay time is between 13:00 p.m and 16:00 p.m. The length of storage period associated with higher moisture content in baling reduces (IVDMD).

Keywords: *Brachiaria brizantha*, forage cultivation, hay, storage time

Introdução

As pastagens são a forma mais viável de alimentação de ruminantes, sendo que a sua produção e qualidade variam de acordo com a época do ano, especialmente pelas variações climáticas (Vitor et al., 2009). Nas condições brasileiras, verifica-se elevada produção de forragem no período chuvoso e baixa produção no período seco (Azevedo et al., 2014). A forragem disponível na época seca, além de ser escassa, não contém nutrientes na proporção adequada para responder as exigências dos animais em pastejo (Reis et al., 2013).

O Brasil explora aproximadamente 159 milhões de hectares de pastagens dos quais 70% de pastagens são cultivadas com predominância do gênero *Brachiaria* (IBGE 2017) suscitando a necessidade de desenvolver tecnologias adequadas para a sua produção e conservação em forma de feno ou silagem.

A fenação tem como princípio básico a rápida desidratação do material verde reduzindo o seu teor de água para cerca de 15 a 20%, causando interrupção da atividade respiratória da planta e redução da atividade microbiana (Calixto Jr, et al., 2012; Reis et al., 2013; Boller, 2014) preservando o seu valor nutritivo. Portanto, a tecnologia empregada na produção do feno, influencia na composição química, digestibilidade da forragem e conseqüentemente no desempenho animal (Jobim et al., 2017).

O corte da forrageira ao ser realizado pela manhã, depois da evaporação de orvalho, pode acelerar o processo de desidratação, e, não observa o aspecto do maior acúmulo de matéria seca (MS). Estudos realizados por Pelletier et al. (2010), Morin et al. (2012) e De Oliveira et al. (2017; 2019), verificaram que o acúmulo de nutrientes, sobretudo dos carboidratos não estruturais (CNE), atinge o seu máximo no período da tarde.

O teor de umidade no enfardamento deve estar no intervalo de 10% a 20% (Evangelista et al., 2013; Neres et al., 2015). Enfardar o material com teor de umidade acima destes acarreta grandes perdas de MS devido a atividade microbiana, sobretudo de fungos, que liberam toxinas e esporos que colocam em risco a saúde animal e humana.

Hipótese - Na produção de feno do capim *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás o horário de corte, teor de umidade no enfardamento e dias de armazenamento influencia no valor nutricional do feno.

Neste contexto, estudos que associam o horário de maior acúmulo de nutrientes para o corte, teores de umidade no enfardamento, associados as perdas de qualidade do feno durante a produção e armazenamento são relevantes. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do horário de corte e do teor de umidade no enfardamento sobre as perdas no processo de produção e armazenamento, e na qualidade do feno de *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) da Universidade Estadual de Maringá, situada no distrito de Iguatemi, Maringá, Paraná, Brasil. O local apresenta altitude de 23° 25' S; 51° 57' O, e 550 metros de altitude. O clima na região é do tipo Cfa – subtropical úmido mesotérmico, de acordo com a classificação de Köppen (Iapar, 1994), com temperatura média anual de 22°C e precipitação média anual de 1.200 mm. A chuva tem uma distribuição sazonal com estação seca e chuvosa. O solo classificado como Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 2018; IBGE, 2007).

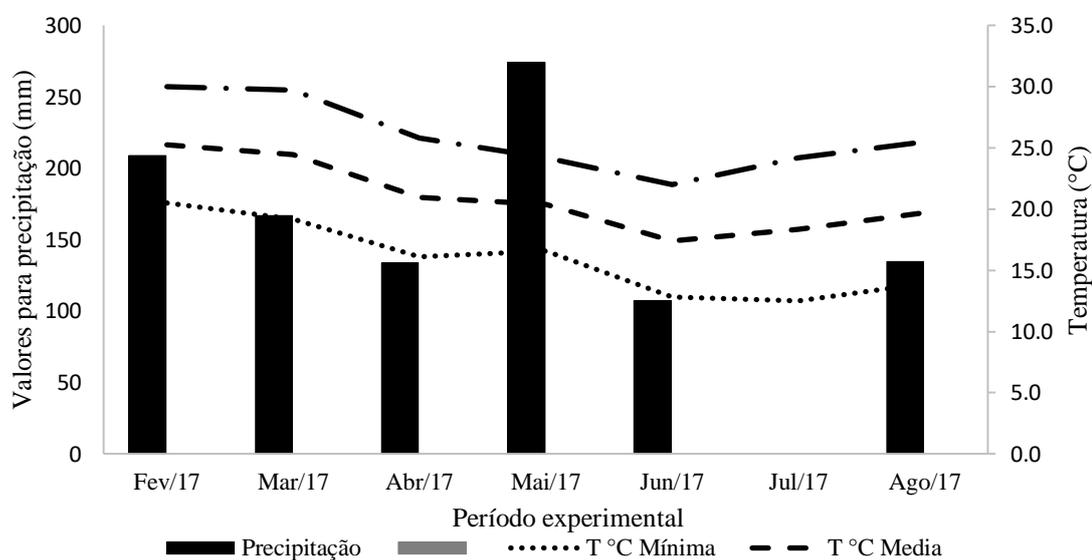


Figura 1 - Precipitação média (mm) e Temperaturas máxima, mínima e média (°C) durante o período experimental.

Fonte: Estação Meteorológica da Fazenda Experimental de Iguatemi, Iguatemi, PR.

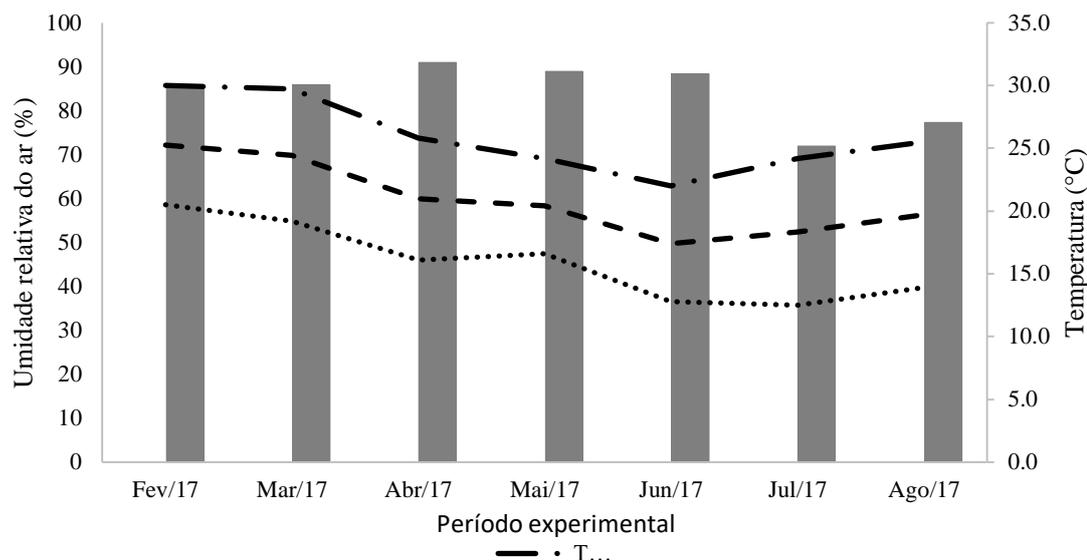


Figura 2 - Umidade Relativa do ar (%) e Temperaturas máxima, mínima e média (°C) durante o período experimental.

Fonte: Estação Meteorológica da Fazenda Experimental de Iguatemi, Iguatemi, PR.

O período experimental foi de 15 de fevereiro de 2017 a 17 de agosto de 2017, e os dados climáticos foram coletados da Estação Meteorológica da FEI (Figura 1 e 2).

O capim-Paiaguás (*Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás) foi estabelecido em uma área de 1,0 ha, em solo corrigido e adubado de acordo com os resultados de análise de solo (Tabela 1) feita pelo Laboratório Rural de Maringá – LRM

Tabela 1 - Composição química do solo (0-20 cm de profundidade) da área experimental no início do período experimental.

pH	H ⁺	Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Ca ⁺ +Mg ⁺	SB	CTC	V	P	C	MO	
CaCc	H2O	Cmol.c.dm ⁻³								%	mg.dm ⁻³	g.dm ⁻³		
5,60	6,30	3,30	0,0	3,30	4,41	2,00	0,25	6,41	6,60	9,96	66,9	7,29	8,82	15,2

Fonte: Laboratório Rural de Maringá.

O preparo do solo foi convencional (arado de disco e grade niveladora). O estabelecimento do capim-Paiaguás foi feito a lanço, no dia 13 de dezembro de 2016, com taxa de semeadura 15 kg há⁻¹. Após 30 dias de estabelecimento, foi realizada a adubação nitrogenada (60 kg há⁻¹ N), tendo como fonte a ureia. Semanalmente foram feitas visitas para acompanhar o desenvolvimento da cultura e observações inerentes a plantas invasoras, pragas e doenças.

Previamente a produção do feno, o capim-Paiaguás foi utilizado para produção de silagem referente a outro experimento. Após o corte para ensilagem (15 de fevereiro de 2017), foi realizada a adubação nitrogenada ($60 \text{ kg ha}^{-1}\text{N}$, tendo como fonte a ureia). Após o corte realizado para a produção de silagem, a altura do pasto foi monitorada por meio da mensuração de 30 pontos ao acaso, usando uma régua de 100 cm, a fim de acompanhar o crescimento e determinar a altura adequada (35 a 45 cm) para o corte visando a produção de feno.

O corte da *Brachiariabrizanthacv.* Paiaguás foi realizado em estágio de desenvolvimento que contemplou equilíbrio de qualidade e quantidade da massa de forragem disponível na altura de 10 cm do nível de solo (Cândido, et al., 2008). Esse momento se deu quando o pasto apresentou, em média, 50,0 cm de altura (Figura 3), ou seja, com 72 dias (Figura 3), 24% de MS. As medidas realizadas com analisador de dossel fotômetro Acupar LP-80, indicaram que a planta apresentava interceptação luminosa (IL) de 95% (Pedreira et al., 2009), e que segundo Da Silva & Júnior (2007) corresponde a 30 cm de altura.

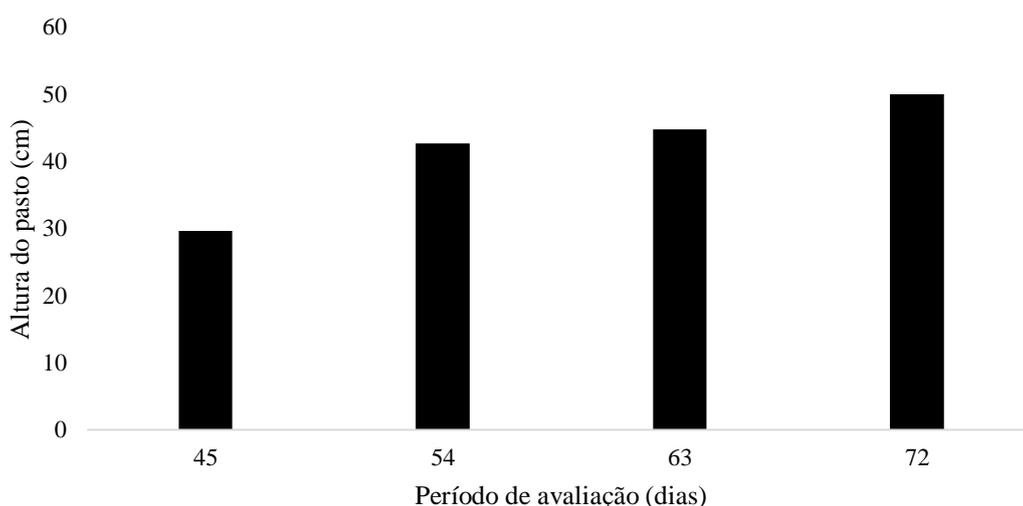


Figura 3 - Altura média do capim-Paiaguás (cm) medido durante o período de crescimento para produção de feno.

Após o período de secagem da forragem procedeu-se o enfardamento, com uso de enfardadeira da marca Nogueira, modelo AP 41-N, para fardos retangulares de cerca de 10 kg.

Os tratamentos avaliados foram três horários de corte (10h, 13h e 16h), com posterior enfardamento em dois teores de umidade (15% e 20%), com dez repetições (fardos) cada.

A área experimental foi dividida em três parcelas principais de 3.000 m², correspondendo aos horários de corte, e duas subparcelas de 1.500 m² que corresponderam aos teores de umidade no enfardamento.

Para as estimativas da produção de massa de forragem, foram coletadas seis amostras por parcela no dia do corte, utilizando um quadrado de 0,25 m² lançado ao acaso, cortando o capim a 10 cm do solo. Os materiais foram pesados para mensuração da produção de massa verde e posteriormente homogêneos, coletando-se uma amostra de aproximadamente 500 g de material verde para estimar a porcentagem de matéria seca (MS) e as características químico-bromatológicas no momento do corte.

Para avaliar a taxa de desidratação a campo, até a forragem atingir a umidade de enfardamento nos respectivos tratamentos, foram coletadas amostras com intervalo de três horas (período diurno), de forma aleatória nas leiras (8 amostras). As amostras foram encaminhadas para o laboratório para determinação de MS por meio da metodologia utilizando forno micro-ondas, segundo Lacerda et al. (2009).

Avaliação de perdas a campo

Após o enfardamento foram demarcados 5 pontos na parcela utilizando quadrados de 1 m², e foram coletados cuidadosamente os resíduos de folha e colmo, que foram cortados pela segadora e não recolhidos pela enfardadeira. Com esses dados foram

estimadas as perdas físicas de material no processo de fenação. Também foi estimada a eficiência de colheita de forragem (ECF), por meio da equação:

$ECF = (MFE/MFD) \times 100$, em que:

MFE = massa de forragem enfardada (kg ha^{-1}) e MFD = massa de forragem disponível no momento do corte (kg ha^{-1}). As perdas de MS foram estimadas a partir dos valores de ECF, durante o processo de produção do feno com base na fórmula: Perdas (%) = $(1 - ECF) \times 100$.

Imediatamente após o enfardamento, os fardos de cada tratamento foram armazenados em um galpão próprio (fenil), piso concreto sob pallets e janelas para ventilação. Foi mensurada a temperatura no interior dos fardos utilizando termômetro digital (modelo GULTERM 1001). Em seguida prosseguiu-se com as avaliações de temperatura nos demais tempos (1, 2, 4, 6, 12, 24, 48, 72 e 96 horas após o enfardamento). A umidade no interior dos fardos foi avaliada em simultâneo às avaliações de temperatura, com o auxílio do aparelho DELMHORST (Hay moisture tester F-2000). A umidade relativa do ar (URA) e a temperatura ambiente foram monitoradas pela estação meteorológica da UEM, localizada a 50 m do galpão de armazenagem.

Avaliação de perdas na armazenagem

A perda de qualidade do material durante a desidratação até o enfardamento e durante a armazenagem foi estimada tendo como referência a composição químico-bromatológica da gramínea no momento do corte e nos demais tempos avaliados. As amostras utilizadas para estimar as perdas de qualidade foram as mesmas coletadas para estimar a taxa de desidratação (estufa), caracterizando as perdas de qualidade durante esta fase. As amostras após à estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas para secagem, foram moídas em moinho, com peneira de malha 1 mm e encaminhadas para o Laboratório de Nutrição e Alimentação Animal - LANA (pertencente à Universidade

Estadual de Maringá) para a realização das análises de MS definitiva, matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO) e proteína bruta (PB) pelo método descrito por Silva & Queiroz (2002). De modo sequencial foram determinados os teores de FDN segundo Mertens (2002), FDA segundo Van Soest & David (1973) e lignina (Van soest, 1991). A celulose (CEL) e hemicelulose (HEM) foram determinados a partir da diferença entre FDN - lignina e FDN - FDA, respectivamente ($CEL = FDA - LIG$ e $HEM = FDN - FDA$). As concentrações de carboidratos totais (CT) foram obtidas pela equação proposta por Sniffen et al., (1992): $CT = MO - (EE + PB)$.

As perdas no armazenamento foram estimadas por meio de amostragens com intervalos de trinta dias durante o período de quatro meses. A cada trinta dias eram tomadas amostras nos fardos de cada tratamento (quatro amostras) com base na metodologia descrita por Jobim et al. (2007), levadas à estufa de ventilação forçada a 55° C por 72 horas para secagem, posteriormente moídas em moinho com peneira de 1 mm e analisadas para determinação de MS, MO, PB e EE pelo método descrito por Silva & Queiroz (2002) de modo sequencial os teores de FDN por Mertens (2002) e FDA segundo Van Soest & David (1973) e lignina Van Soest (1991). A celulose (CEL) e hemicelulose (HEM) foram determinados a partir da diferença entre FDN menos a lignina e FDN menos FDA, respectivamente ($CEL = FDA - LIG$ e $HEM = FDN - FDA$). A determinação de carboidratos totais (CT) foi estimada por equação proposta por Sniffen et al., (1992) e de carboidratos não fibrosos (CNF) por Weiss (1999). Os nutrientes digestíveis totais (NDT) serão obtidos pela equação proposta pelo Cappelle et al. (2001): $NDT = 11,85 + 0,745DMS$ (feno). A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi determinada empregando o equipamento *Daisy Incubator Ankom®*, conforme Holden (1999)

Análise estatística

O delineamento experimental utilizado para todas as variáveis foi inteiramente ao acaso em sistema de parcela subdividida e os resultados submetidos à análise de variância utilizando software SAS, (1999). Para as interações foi realizado desdobramento dos fatores e os resultados das variáveis foram submetidos à análise de regressão. A análise de variância foi realizada conforme os modelos segundo a variável analisada:

Tabela 2: $Y_i = \mu + H_i + e_i$

Tabela 3: $Y_{ij} = \mu + H_i + U_j + (HU)_{ij} + e_{ij}$

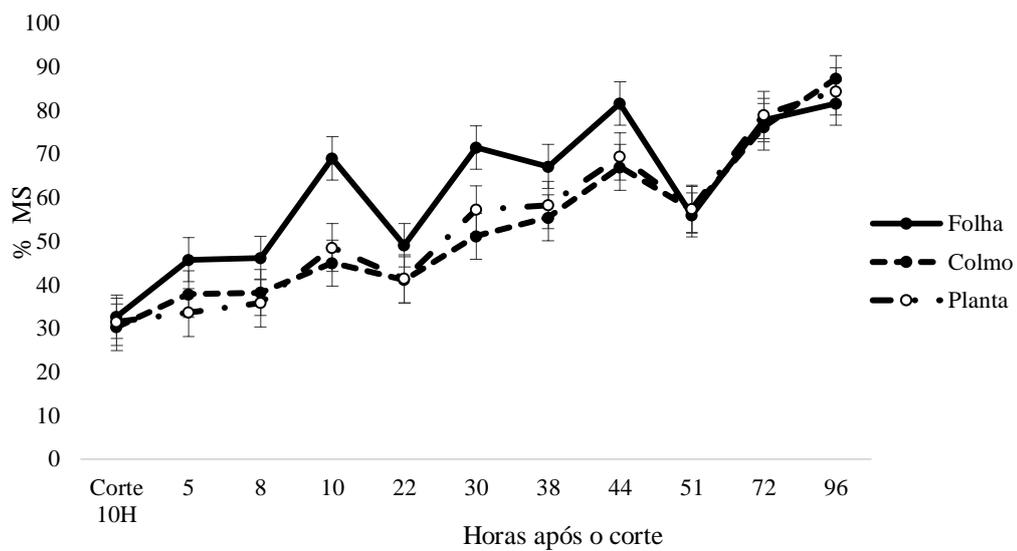
Figuras 4 a 9: $Y_{ijk} = \mu + H_i + U_j + (HU)_{ij} + D_k + (HD)_{ik} + (UD)_{jk} + (HUD)_{ijk} + e_{ijk}$

sendo: Y_i = valor observado para a variável resposta ao efeito do horário de corte i . Y_{ij} = valor observado para a variável resposta ao efeito do horário de corte i e o teor de umidade j ; Y_{ijk} = valor observado para a variável resposta ao efeito do horário de corte i , teor de umidade j e dias de armazenamento; μ = média dos tratamentos; H_i = efeito do horário i , $i = 10, 13$ e 16 ; e_i = erro aleatório associado à parcela i ; U_j = efeito da umidade j , $j = 15\%$ e 20% ; $(HU)_{ij}$ = interação entre os tratamentos ij ; T_i = efeito período de estocagem, $k = 0$ à 120 dias; e_{ijk} = erro aleatório associado a subparcela ijk .

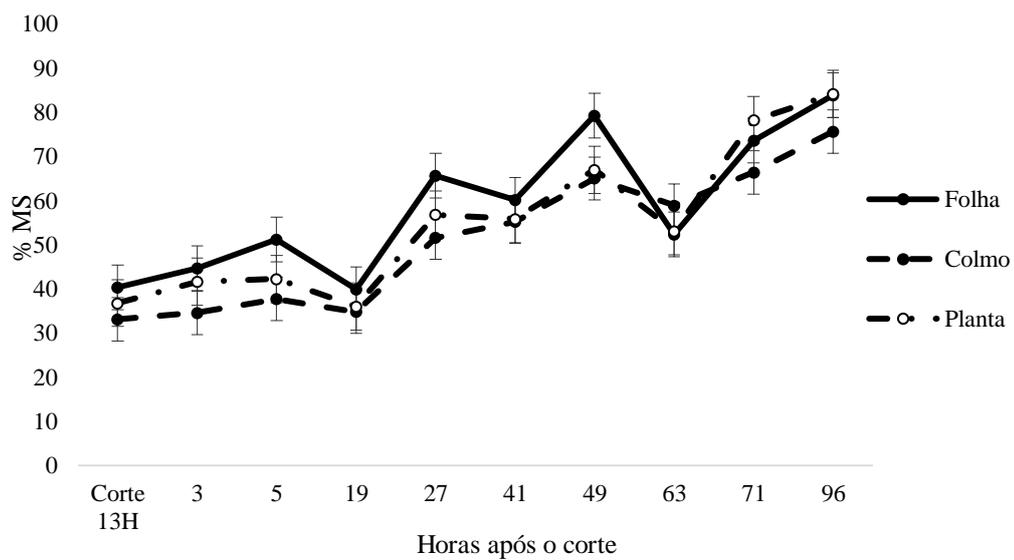
Resultados e Discussão

A avaliação da curva de desidratação da planta e frações folha e colmo, em cada horário de corte (Figura 4) evidencia que independente do horário de corte as plantas apresentaram o mesmo comportamento no processo de secagem. Como já determinado por outros autores (Calixto Jr. et al., 2012), as folhas perdem umidade mais facilmente que o colmo, e também têm grande capacidade de reumedecimento em função do orvalho. Como exemplo, este fato é fortemente evidenciado na Figura 4:A, entre 10 e 22; 44 e 51 horas após o corte; Figura 4:B, entre 49 e 63 horas após o corte; Figura 4:C, entre 48 e 62 horas após o corte.

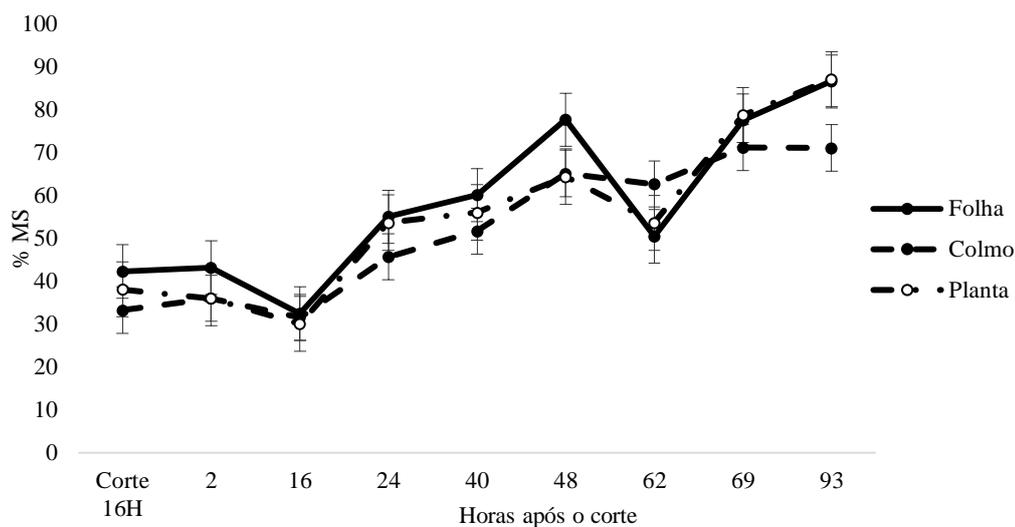
A = 10 h



B = 13 h



C = 16 h



Figuras 4 - Curva de desidratação da forragem de *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás, do momento do corte (A= 10 h; B=13 h; C= 16h) até o enfardamento em dois teores de umidade (15% e 20%).

O tempo de desidratação da planta para enfardamento com 20% e 15% de umidade não foi afetado pelo horário de corte da forragem pois a MS da planta aumentou das 10; 13 às 16 horas. Para enfardamento com umidade (20%) o tempo necessário de desidratação foi de 72; 71 e 69 horas após o corte, respectivamente para cortes às 10h, 13h e 16h. Para enfardamento com 15% de umidade o tempo de secagem no campo foi de 96 horas para os corte às 10 e 13h, e de 93 horas para o corte às 16h (Figura 4).

A composição química da forragem (Tabela 2) mostrou efeito do horário de corte, sendo que os teores de MS, MO e CT aumentaram com cortes no período da tarde (a partir da 13h).

Isso se deve ao aumento do período de exposição a luz solar (fotoperíodo) e a sua consequente absorção transformando-a em compostos orgânicos através do processo de fotossíntese (Bernardes, 1987). Em contrapartida o teor de PB que tem na sua composição o nitrogênio (N) como elemento base registrou maior concentração no horário de corte das 10h e as 13h, ou seja, no sentido contrário à concentração de carboidratos. Este

resultado corrobora com os encontrados por De Oliveira et al. (2018; 2019) em experimento com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu respectivamente. Morin et al. (2012) trabalhando com *Phleum pratense* e Pelletier et al. (2010) avaliando de seis espécies de gramíneas e duas leguminosas, observaram o mesmo comportamento.

Tabela 2 -Composição química do capim *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás, em função do horário de corte, no processo de fenação.

Item (%)	Horário de corte (h)			EPM	P valor
	10h	13h	16h		H
MS	22,0 ^c	24,8 ^b	25,7 ^a	1,78	<0,01
MO	92,9 ^b	94,7 ^a	94,5 ^a	0,49	<0,01
PB	9,23 ^a	8,4 ^a	7,13 ^b	5,42	<0,01
FDN	69,2 ^b	73,5 ^a	69,6 ^b	1,28	<0,01
FDA	58,9 ^b	64,2 ^a	58,6 ^b	3,30	0,01
HEM	10,2	10,6	11,0	19,0	0,85
LIG	1,94	1,82	1,91	18,7	0,90
CEL	57,0 ^b	61,1 ^a	56,7 ^b	3,14	0,01
EE	1,36	1,46	1,59	10,0	0,15
DIVMS	54,3	51,5	56,1	7,67	0,34
CT	82,3 ^b	84,9 ^a	85,8 ^a	0,89	<0,01
CNF	13,1 ^b	11,4 ^b	16,2 ^a	7,42	<0,01
NDT	52,3	50,0	53,9	6,77	0,34

MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; MM = matéria mineral, PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; HEM = hemicelulose; LIG = lignina; CEL = celulose; EE = extrato etéreo; DIVMS = digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca; CT = carboidratos totais CNF = carboidratos não fibrosos e NDT = nutrientes digestíveis totais. MO = matéria orgânica. Letras iguais, minúsculas nas linhas não diferem pelo teste Tukey (P<0,05); EPM = erro padrão da média.

Avaliação de perdas no campo

As perdas de MS observadas nas condições de campo, entre o processo de corte até o enfardamento da forragem, mostraram comportamento inverso em relação ao teor de

umidade no enfardamento. Ou seja, conforme dados apresentados na Figura 5, as perdas de MS aumentaram nos cortes ao final da tarde no enfardamento com 15% de umidade, ocorrendo o inverso para o enfardamento com 20%. Isso pode ser atribuído ao maior teor de MS no tratamento com enfardamento com 15% de umidade, levando a maior desprendimento de folhas e frações das plantas, tal qual resultado encontrado por Nascimento et al. (2000) em pesquisa realizada com feno de alfafa (*Medicago sativa*, L. cv. Flórida)

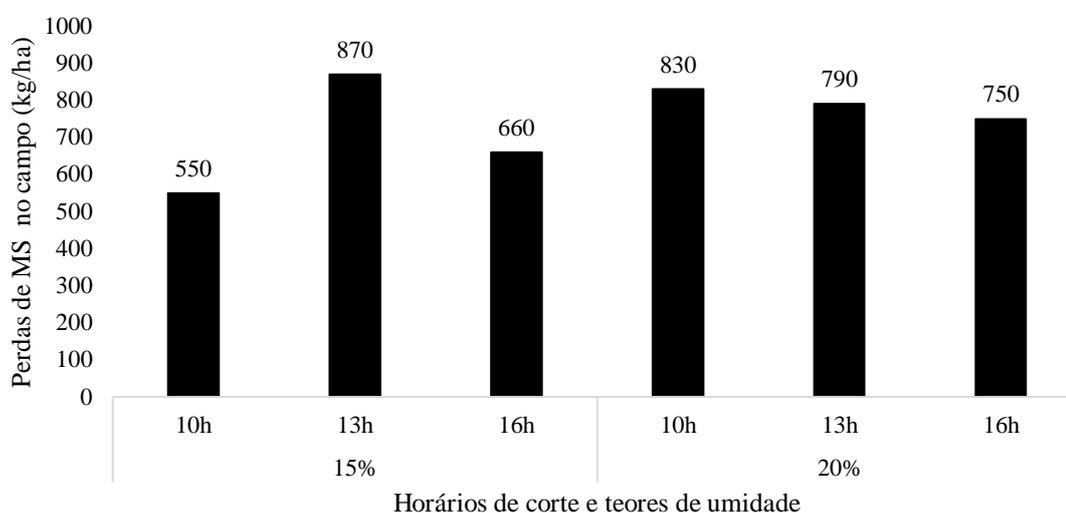


Figura 5-Avaliação de perdas no campo após o processo de enfardamento.

As maiores perdas representam até 870 kg ha⁻¹ no corte às 13h e enfardamento com 15% de umidade, enquanto no corte às 10 horas e enfardamento com 15% de umidade as perdas de MS corresponderam a 550 kg ha⁻¹ (Figura 5). A eficiência de colheita de forragem no campo foi de 93,33%.

Tabela 3 - Valores do p para as variáveis das figuras 6; 7; 8; 9; 10 e 11 do feno de capim *Brachiaria brizantha* cv. Paiguás, produzido em diferentes horários de corte e enfardado em dois teores de MS.

Variável	P valor						
	H	U	H×U	D	H×D	U×D	H×U×D
MS	0,0019	<,0001	0,0075	<,0001	<,0001	<,0001	0,2719

PB	0,0002	0,0003	<,0001	0,3845	0,0658	0,0891	0,0941
CNF	<,0001	0,0059	0,0536	<,0001	0,3339	0,3105	0,2436
FDN	0,0304	<,0001	0,0774	<,0001	0,4894	0,0477	0,155
EE	0,0130	0,3784	0,1549	<,0001	<,0001	0,209	0,2976
DIVMS	0,0022	0,0207	0,0671	<,0001	0,0289	0,1407	0,1062

MS = matéria seca; PB = proteína bruta; CNF = carboidratos não fibrosos; FDN = fibra em detergente neutro; EE = extrato etéreo e DIVMS = digestibilidade “in vitro” da matéria seca; H = efeito da hora de corte; U = umidade de enfardamento; H×U = interação hora de corte e umidade no enfardamento; D = dia da coleta durante o armazenamento; H×D = interação ente hora de corte e dia da coleta durante o armazenamento; U×D = interação entre umidade no enfardamento e dia da coleta durante o armazenamento; H×U×D = interação entre hora de corte, umidade no enfardamento e dia da coleta durante o armazenamento.

Os teores de MS dos fenos, durante o período de armazenagem, apresentaram o mesmo comportamento para todos os tratamentos, aumento progressivo. A análise dos dados mostrou efeito do teor de umidade no enfardamento, efeito dodia da coleta durante o armazenagem, interação entre hora de corte × dia da coleta durante o armazenamentoe umidade × dia da coleta durante o armazenagem (Tabela 3). Em relação ao teor de MS, em função do tempo de armazenagem, verificou-se que após 90 dias houve equilíbrio entre os materiais enfardados com 15 e 20% de umidade (Figura 6).

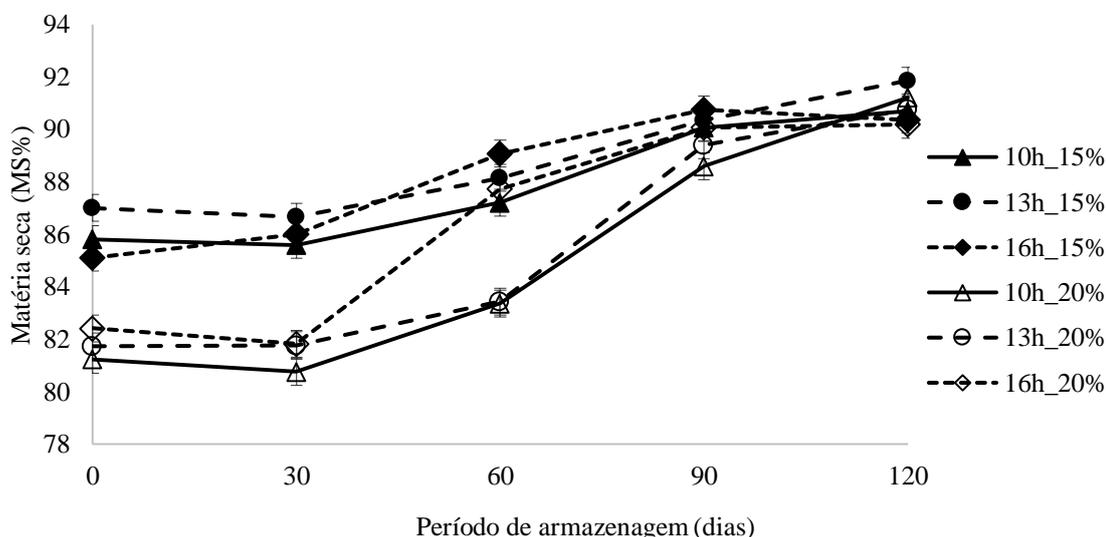


Figura - 6 Teor de matéria seca do feno de capim *Brachiaria brizantha* cv. Paiguás, produzido em diferentes horários de corte e enfardado em dois teores de umidade, durante o período de armazenagem.

Houve aumento de concentração de MS à medida que o tempo de estocagem avançou nos três horários de corte (10h; 13h e 16h), ocorrendo o mesmo comportamento nos dois teores de umidade no enfardamento (15% e 20%). Foi registrado ligeira redução nos teores de MS na amostragem aos 30 dias de estocagem (Figura 6), e foi atribuído a alta umidade relativa do ar na semana, uma vez que o feno é higroscópico (Reis et al., 2001).

Em relação aos teores de PB (Figura 7), constatou-se que não houve comportamento definido em função de horário de corte e teor de umidade no enfardamento, apesar da interação entre horário de corte \times teor de umidade no enfardamento (Tabela 3). De forma geral, houve redução no teor de PB à medida que o tempo de armazenamento avançou, comportamento semelhante ao registrado por Rotz & Abrams (1988) trabalhando com feno de alfafa. No feno ceifado às 13 horas e 15% de umidade, houve aumento no teor de PB aos 120 dias de armazenamento, o que pode ser atribuído a questões de amostragem.

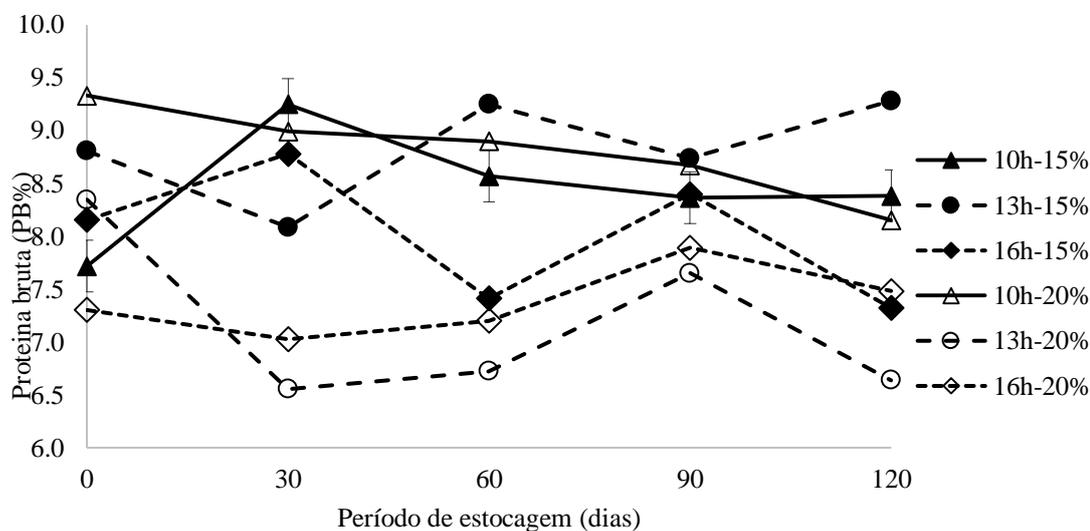


Figura 7 -Concentração de proteína bruta (PB) do feno de capim *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás, produzido em diferentes horários de corte e enfardado em dois teores de umidade, durante o período de armazenagem.

Na variável carboidratos não fibrosos (CNF) (Figura 8) houve efeito ($P < 0,0001$) da hora de corte e período de estocagem do material (Tabela 3). Independente da hora de

corte e do teor de umidade no enfardamento houve redução na concentração de CNF durante o período de estocagem como reflexo da atividade microbiana, pois esta é a principal fonte de energia para o seu metabolismo, resultado igual ao encontrado por Rotz & Abrams (1988) em experimento realizado com feno de alfafa avaliado acima de 6 meses.

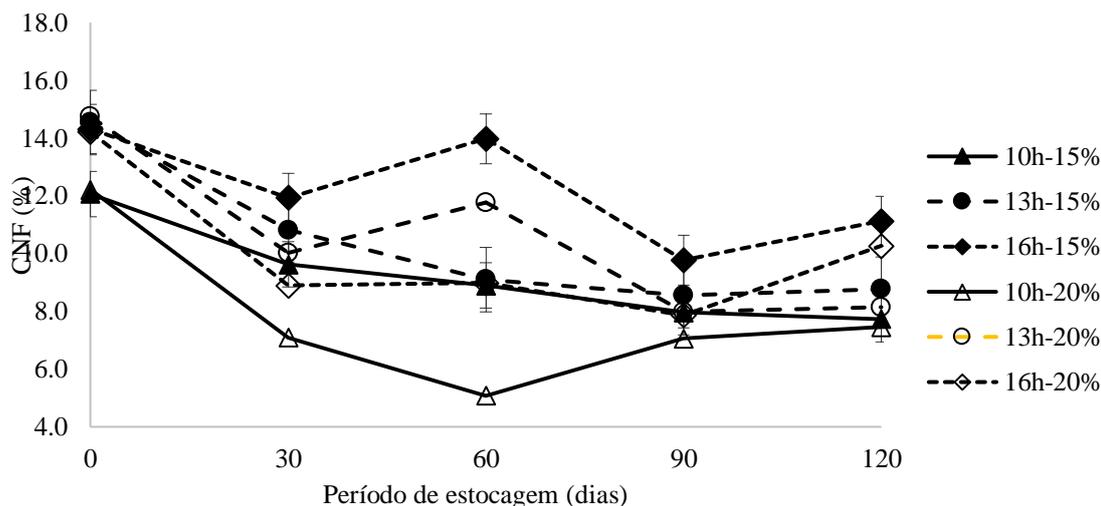


Figura 8 -Concentração de carboidratos não fibrosos (CNF) do feno de capim *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás, produzido em diferentes horários de corte e enfardado em dois teores de umidade, durante o período de armazenagem.

A análise do teor de FDN em função dos tratamentos (Figura 9) mostrou efeito significativo ($P < 0,0001$) (Tabela 3) para hora de corte, teor de umidade no enfardamento e dias de armazenagem e interação entre umidade x período de armazenagem. O feno com 20% de umidade no enfardamento apresentou maior teor de FDN aos 120 dias de armazenagem, o que significa maior perda de componentes não estruturais. De forma geral, houve aumento no teor de FDN em todos os fenos com maior tempo de armazenagem. Esse comportamento é pela redução na concentração de componentes não estruturais da planta, como por exemplo CNF, causando efeito de diluição. No momento do enfardamento, em média o teor de FDN nos fenos cortados às 10, 13 e 16 horas e enfardamento com 15% de umidade, foram de 72,5; 69,6 e 70,9%, enquanto no

enfardamento com a 20% de umidade foram de 71,1; 70,1 e 72,0%, respectivamente. Após 90 dias de armazenagem estes valores nos horários de corte 10, 13 e 16 horas no teor de umidade 15% foram de 76,1, 74,8 e 74,0%, sendo que nos mesmos horários de corte e teor de umidade no enfardamento 20% foram de 76,7%; 76,8 e 77,0 % respectivamente. Representando aumento médio de 6,02%, 7,80% e 5,35% para o corte às 10, 13 e 16 horas respectivamente. Este resultado corrobora com os registrados por Coblenz et al. (1996) avaliando as alterações de qualidade de feno de alfafa durante o armazenamento e por Coblenz et al. (2000), em experimento com feno de capim-Bermuda após 60 dias de armazenamento.

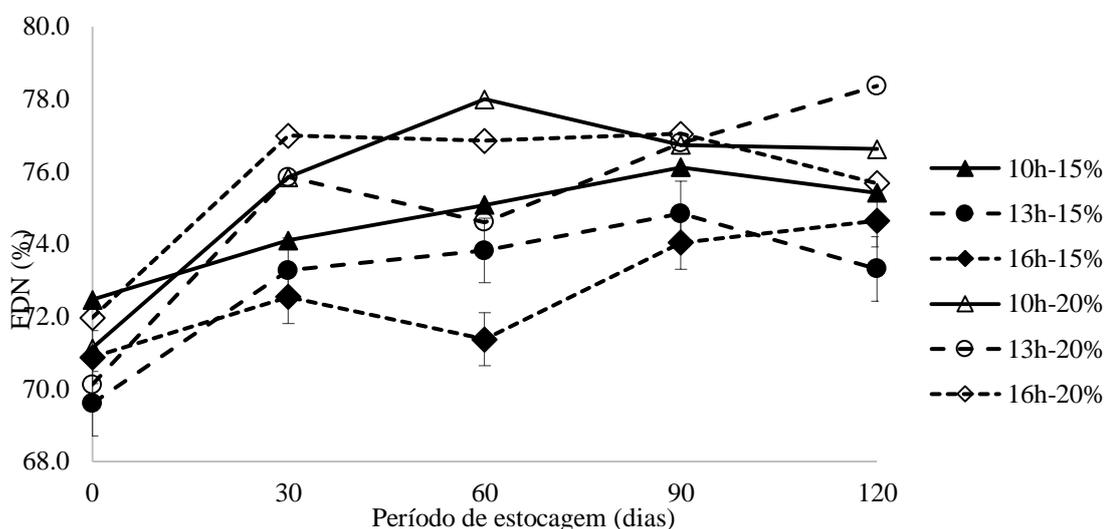


Figura 9 -Concentração de fibra em detergente neutro (FDN) do feno de capim *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás, produzido em diferentes horários de corte e enfardado em dois teores de umidade, durante o período de armazenagem.

Na figura 10, pode-se observar que o teor de extrato etéreo (EE) nos fenos foi afetado somente pelo período de amostragem, com interação para hora×dias de armazenagem (Tabela 3). Em relação ao horário de corte na fenação, o corte às 10 horas e 15% de umidade no momento do enfardamento apresentou teor de EE (1,5%) superior aos cortes às 13h (1,0%) e 16h (1,0%). No entanto, após 30 dias de armazenamento houve equilíbrio entre todos os tratamentos, resultando em redução na concentração de EE. De

forma geral, houve redução em 36,36% quando comparado o teor de EE da forragem no momento do enfardamento (1,1%) e após 120 dias de armazenagem(0,7%). Esse comportamento foi semelhante aos resultados registrados por Greenhill et al. (1961), durante nove meses de avaliação das alterações da composição química de feno de azevém, trevo e alfafa sob diferentes umidades (7;12 e 17%) e temperatura (16 a 36°C).

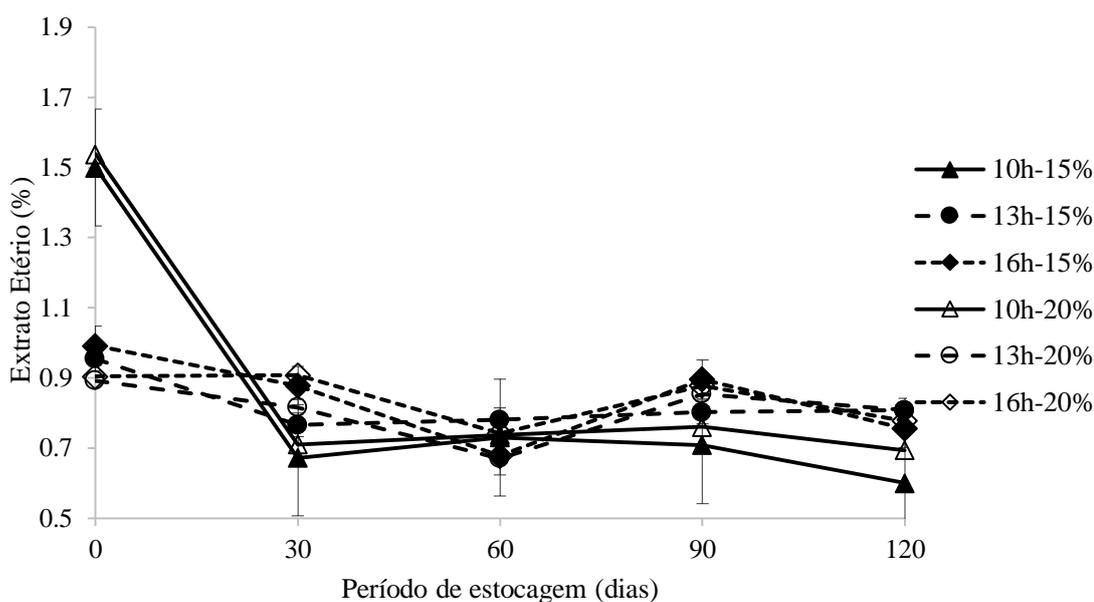


Figura 10 -Concentração de extrato etéreo (EE) do feno de capim *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás, produzido em diferentes horários de corte e enfardado em dois teores de umidade, durante o período de armazenagem.

No que se refere a DIVMS dos fenos produzidos com diferentes tecnologias (Figura 11) constatou-se que houve efeito significativo ($P < 0,05$) somente para o tempo de armazenamento (Tabela 3). Comparando-se os valores de DIVMS no momento de enfardamento e após 90 dias de armazenamento no teor de umidade 15%, constatou-se que houve redução de 4,12% na digestibilidade da forragem. Essa redução na qualidade da forragem pode ser atribuída às perdas de componentes não estruturais da forragem durante o armazenamento, corroborando com o resultado encontrado por Rotz & Abrams (1988) trabalhando com feno de alfafa.

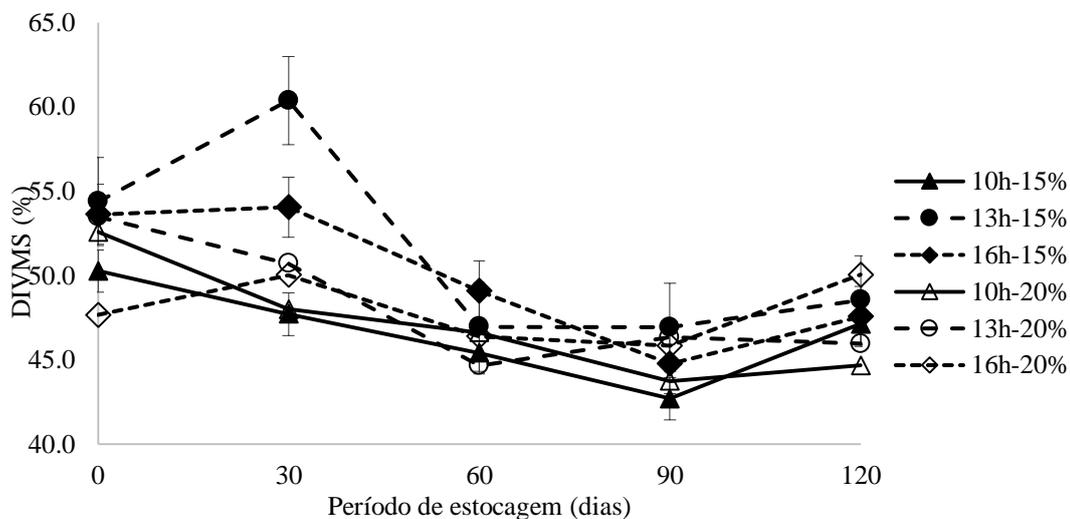


Figura 11 -Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) do feno de capim *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás, produzido em diferentes horários de corte e enfardado em dois teores de umidade, durante o período de armazenagem.

Conclusões

O corte da forragem no período da tarde aumenta as perdas no campo para a forragem enfardada com baixo teor de umidade (15%) e reduz perdas no enfardamento com alta umidade (20%). Com base na composição química da forragem o melhor horário de corte da forragem para fenação é no período da tarde entre 13 e 16 horas. A extensão do período de armazenamento associada ao maior teor de umidade no enfardamento tem implicações negativas na composição química do feno, com conseqüente redução na digestibilidade da matéria seca.

Referências

- AZEVEDO, A. C. C. G.; COSTA, K. A. P.; COLLAO-SAENZ, E. A.; DIAS, F. J. S.; SEVERIANO, E. C.; CRUVINEL, W. S. Nutritional value of Xaraes and Piata palisade grass silages prepared with additives or wilting. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 36, n. 1, p. 25-31, 2014.
- BERNARDES, M. S. Fotossíntese do dossel de plantas cultivadas. In: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. (Eds.). *Ecofisiologia da produção agrícola*. Piracicaba: Associação Brasileira de Potassa e de Fosfato, 1987. p. 13 - 48
- BOLLER, W., Máquinas para a colheita e conservação de forragens In: **Anais** do V Simpósio sobre Produção e utilização de forragens conservadas, Maringá: Universidade Estadual de Maringá, p. 37-88, 2014.
- CALIXTO Jr, M. C.; JOBIM, C. C.; CECATO, U.; SANTOS, G. T.; BUMBIERIS JUNIOR, V. H. Curva de desidratação e composição químico-bromatológica do feno de grama-estrela (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst) em função do teor de umidade no enfardamento. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 6, p. 2411-2422, 2012.
- CÂNDIDO, M. J. D.; JÚNIOR, A. J. A. C.; SILVA, R. G.; AQUINO, R. M. S. Técnicas de fenação para a produção de leite. In: **Anais ... Seminário Nordestino de Pecuária-PECNORDESTE**. Fortaleza: FAEC, p.261-298, 2008.
- CAPPELLE, E. R.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C.; CECON, P. R. 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.
- COBLENTZ, W. K.; TURNER, J. E.; SCARBROUGH, D. A.; LESMEISTES, K. E.; JOHNSON, Z. B.; KELLOGG, D. W.; COFFEY, K. P.; McBETH, L. J.; WEYERS, J. S. Storage Characteristics and Nutritive Value Changes in Bermudagrass Hay as Affected by Moisture Content and Density of Rectangular Bales, **Crop Sci.** 40:1375–1383 (2000).
- COBLENTZ, W. K.; FRITZ, J. O.; BOLSEN, K. K.; COCHRAN, R. C. Quality Changes in Alfalfa Hay During Storage in Bales, **Journal of Dairy Science**, Vol. 79, No. 5, 1996.
- DA SILVA, S.C.; JÚNIOR, D. DO N., Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, *suplemento especial*, p.121-138, 2007.
- DE OLIVEIRA, F. C. L.; SANCHEZ, J. M. D.; VENDRAMINI, J.M.B.; LIMA, C. G.; LUIZ, P. H. C.; ROCHA, C. O.; PEREIRA, L. E. T.; HERLING, V. R., Time to move beef cattle to a new paddock: forage quality and grazing behaviour **TheJournal of Agricultural Science**, 1 – 10, 2019.
- DE OLIVEIRA, F. C. L.; SANCHEZ, J. M. D.; VENDRAMINI, J.M.B.; LIMA, C. G.; LUIZ, P. H. C.; ROCHA, C. O.; PEREIRA, L. E. T.; HERLING, V. R., Diurnal vertical and seasonal changes in non-structural carbohydrates in Marandu palisade grass, **TheJournal of Agricultural Science**, 1 – 8, 2018.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA -EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Embrapa, 5ª Edição, p. 198, 2018.

- EVANGELISTA, A. R. & LIMA, J.A., Conservação de alimentos para bovinos, **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v 34. n. 277, p. 43 – 52, 2013.
- GREENHILL, W. L.; COUCHMAN, J.F.; DE FREITAS, J. Storage of hay. III.*-Effect of Temperature and Moisture on Loss of Dry Matter and Changes in Composition, **J. Sci. Food Agric.**, 12, April, 1961.
- HOLDEN, L.A. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for tem feeds. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 82, p. 171794, 1999.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ- IAPAR. **A produção animal na agricultura familiar do Centro-sul do Paraná**. Londrina, 1994. (Boletim técnico, n.42.).
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Agropecuario 2017**. Rio de Janeiro, v. 7, p.1-108, 2017
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual Técnico de Pedologia**. Rio de Janeiro. Nr 4, 2ª Edição, p. 191 – 195, 2007.
- JOBIM, C. C.; JÚNIOR, V. H. B. Planejamento forrageiro em sistemas com uso de forragens conservadas: O que considerar? In: **Anais do VI Simpósio de Produção e utilização de forragens conservadas**, Maringá: Universidade Estadual de Maringá, p. 179-195, 2017.
- JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade de forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.101-119, 2007.

- LACERDA, M. J. R; FREITAS, K. R; DA SILVA, J. W. Determinação da matéria seca de forrageiras pelos métodos de microondas e convencional. **Biosci. J., Uberlândia**, v. 25, n. 3, p. 185-190, 2009.
- MERETENS, D. R. Measuring and its effectiveness in ruminant's diets. Proc. Plains Nutr. Concl. Spring Conf. San Antonio, TX, 2002.
- MORIN, C.; BÉLANGER, G.; TREMBLAY, G. F et al. Short communication: diurnal variation of nonstructural carbohydrate and nutritive value in timothy. **Can. J. Plant Sci.**,v. 92, n. 5, p. 883-887, 2012.
- NASCIMENTO, J. M.; COSTA, C.; SILVEIRA, A. C.; ARRIGONI, M. DE B., Influência do método de fenação e tempo de armazenamento sobre a composição bromatológica e ocorrência de fungos no feno de Alfafa (*Medicago sativa*, L. cv. Flórida) **Revista Brasileira de Zootecnia**, 29(3): 669 – 677, 2000.
- NERES, M. A.; AMES, J. P. Novos aspectos relacionados à produção de feno no Brasil, **Scientia Agraria Paranaensis – SAP**; ISSN: 1983-1471, Marechal Cândido Rondon, v. 14, n. 1, p. 10-17, 2015.
- PELLETIER, S.; TREMBLAY, G. F.; BELANGER, G.; BERTRAND, A.; CASTONGUAY, Y.; PAGEAU, D.; DRAPEAU, R., Forage nonstructural carbohydrates and nutritive value as affected by time of cutting and species. **Agronmy Jornal**, v. 102, issue 5 2010.
- PEDREIRA, B. C.; PEDREIRA, C. G. S.; SILVA, C. S..Acúmulo de forragem durante a rebrotação de capim-xaraés submetido a três estratégias de desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.618-625, ESALQ/USP, 2009.

- REIS, R. A.; BASSO, F. C.; ROTH, A. P. T. P.; Forragicultura, Ciência, Tecnologia e Gestão dos recursos Forrageiros. Jaboticabal. 1ª Edição, p. 649 – 658; 699 – 712, 2013.
- REIS, R.A.; MOREIRA, A. L.; PEDREIRA, M. S. Técnicas para produção e conservação de forragem de alta qualidade In: Simpósio sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas, Maringá, p. 1-39, 2001.
- ROTZ C. A. & ABRAMS S. M. Losses and Quality Changes During Alfalfa Hay Harvest and Storage. **American Society of Agricultural Engineers**, 1988.
- SAS INSTITUTE. Property software release 8. Cary, 1999. 956p.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3. ed. Viçosa: Imprensa Universitária da UFV, 2002. 235 p.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, D.J.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.
- VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 12, p. 3583-3597, 1991.
- VAN SOEST, P. J. Collaborative study of acid detergent fiber and lignina. **Jornal of the Association Official Analytical Chemists** 56, 781 – 784, 1973
- VITOR, C. M. T.; Da Fonseca, D. M.; Cóser, A. C.; Martins, C. E., Júnior, D. do N.; Júnior, Jo. I. R. Produção de matéria seca e valor nutritivo de pastagem de capim-

elefante sob irrigação e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.435-442, 2009.

WEISS, W. P. Energy prediction equations for ruminant feeds. **Journal of Animal Science**, v. 2, p. 1-10, 1999.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização de estudos que visem adequar e difundir tecnologias de conservação de forragem, sobretudo de gramíneas tropicais não graníferas, em forma de silagem e feno, contribui de forma significativa para os produtores aderirem às tecnologias e reduzir o impacto negativo da sazonalidade da produção e disponibilidade da forragem em quantidade e qualidade.

Uma vez que na silagem de gramíneas não graníferas podem ocorrer produção de efluentes em quantidade e com potencial poluidor para o meio ambiente, a multidisciplinaridade para a difusão, adoção de tecnologias, a educação ambiental e fiscalização na implementação da resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA Resolução N^o 357/2005 do Ministério de Meio Ambiente da República Federativa do Brasil com vista a tratamento de efluentes antes da drenagem para os mananciais contribuirá significativamente para a manutenção do ecossistema.

Na produção do feno, os resultados do presente estudo, indicam a necessidade de conciliar o horário de corte da forragem, o teor da umidade no enfardamento e o período de estocagem para proporcionar adequada preservação do valor nutritivo da forragem.