

**UFRRJ  
INSTITUTO DE ZOOTECNIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**DISSERTAÇÃO**

**DOSES DE RESÍDUO DA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA  
E TEMPO DE REBROTA NA ENSILAGEM DE CAPIM-  
ELEFANTE**

**Jairo Augusto Sousa Araújo**

**2018**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE ZOOTECNIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**DOSES DE RESÍDUO DA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA E TEMPO DE  
REBROTA NA ENSILAGEM DE CAPIM-ELEFANTE**

**JAIRO AUGUSTO SOUSA ARAÚJO**

*Sob a Orientação do Professor*  
**Rondineli Pavezzi Barbero**

*e Coorientação do Professor*  
**João Carlos De Carvalho Almeida**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Zootecnia**, no Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal.

Seropédica, RJ  
Maio de 2018

ARA658 Araújo, Jairo Augusto Sousa, 1992-  
d Doses de resíduo da indústria alimentícia e tempo de  
rebrotas na ensilagem de capim- elefante / Jairo  
Augusto Sousa Araújo. - 2018.  
28 f.

Orientador: Rondineli Pavezzi Barbero.  
Coorientador: João Carlos de Carvalho Almeida.  
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal  
Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em  
Zootecnia, 2018.

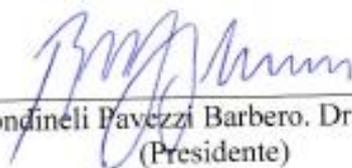
1. Alimentação animal. 2. Pennisetum purpureum  
Schum. 3. Conservação. I. Barbero, Rondineli Pavezzi,  
1983-, orient. II. Almeida, João Carlos de Carvalho,  
1956-, coorient. III Universidade Federal Rural do  
Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.  
IV. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**JAIRO AUGUSTO SOUSA ARAÚJO**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de Concentração em Produção Animal.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 09/05/2018



Rondineli Pavazzi Barbero, Dr. UFRRJ  
(Presidente)



Carlos Augusto Brandão de Carvalho, Dr. UFRRJ



Ricardo Andrade Reis, Dr. UNESP

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e por ter me proporcionado condições para concluir mais essa etapa, a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Instituto de Zootecnia e Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pelas condições para realização deste trabalho. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## RESUMO

**ARAÚJO**, Jairo Augusto Sousa. **Doses de resíduo da indústria alimentícia e tempo de rebrota na ensilagem de capim- elefante**. 2018. 30p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia, Produção Animal). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2018.

A sazonalidade da produção de forragem é um desafio para a produção pecuária no Brasil. A silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) é amplamente utilizada, no entanto, esta planta pode apresentar alta umidade e características fermentativas desfavoráveis no momento ideal de corte. A adição de resíduo da indústria de panificação pode ser uma estratégia viável para melhorar as características fermentativas da silagem, aumentando o teor de matéria seca e carboidratos solúveis da ensilagem. Este experimento foi realizado na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil, com o objetivo de avaliar o efeito de idades de corte e inclusão de resíduo da indústria alimentícia (panificação) sobre características fermentativas e composição química da silagem, sob a hipótese que a inclusão do resíduo de panificação proporciona redução nas perdas de matéria seca e melhorias na composição química da silagem de capim-elefante. O capim-elefante foi ensilado em mini-silos aos 70; 84 e 98 dias de rebrota, com a inclusão de 0; 5; 10 ou 15% do resíduo de panificação. Após 45 dias de fermentação, os silos foram abertos para avaliação das características fermentativas e composição química da silagem. O delineamento foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial com três (03) idades de corte e quatro (04) doses de resíduo da indústria de panificação (3x4), correspondendo a 12 tratamentos e quatro repetições (mini-silos) por tratamento ( $n=48$ ). Foram realizados os testes para pressuposições à análise de variância. Os efeitos das idades de corte (dias) e doses de resíduo da indústria de panificação (%) foram avaliados por contrastes ortogonais polinomiais, adotando o polinômio de maior grau significativo ( $P<0,05$ ). A idade de corte do capim-elefante não influenciou o teor de matéria seca da silagem ( $P=0,2126$ ). A inclusão de doses de resíduo de panificação em silagens de capim-elefante com diferentes idades de corte não alterou o pH ( $P=0,1486$ ), mas elevou a temperatura ( $P<0,0001$ ), reduziu o teor de  $\text{NH}_3/\text{N}$  total ( $P<0,0001$ ) e aumentou de forma linear a recuperação de matéria seca ( $P<0,0001$ ). A adição crescente de resíduo de panificação na ensilagem do capim-elefante melhorou a composição química da silagem, gerando aumento linear nos teores de proteína bruta ( $P<0,0001$ ) e carboidratos não fibrosos ( $P=0,0024$ ), e redução linear nos teores de fibra em detergente neutro ( $P<0,0001$ ) e fibra em detergente ácido ( $P<0,0001$ ). A inclusão de resíduo de panificação na ensilagem de capim-elefante proporcionou redução nas perdas de matéria seca e melhorou a composição química da silagem.

**Palavras chave:** alimentação animal, *Pennisetum purpureum* Schum, conservação.

## ABSTRACT

**ARAÚJO, Jairo Augusto Sousa. Doses of residue of the food industry and harvest period in the elephant-grass silage.** 2018. 30p. Thesis (Master Degree in Animal Science). Animal Science Institute. Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2018.

The seasonality of forage production is a challenge for livestock production in Brazil. The elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum.) silage is widely used, however, this plant may present high humidity and unfavorable fermentative traits at the ideal harvest period. The inclusion of food industry residual (baking) may be a viable strategy to improve the fermentative traits of silage, increasing the dry matter content and soluble carbohydrates. This experiment was carried out at the Federal Rural University of Rio de Janeiro, Brazil, aiming to evaluate the effect of harvest period and the inclusion of food industry residual on fermentative traits and silage chemical composition, under the hypothesis that the inclusion of bakery residue provides reduction in dry matter losses and improvements in the chemical composition of elephant grass silage. Elephant grass was harvested to ensile into mini-silos at 70; 84 and 98 days of regrowth, with the inclusion of 0; 5; 10 or 15% of the baking residue. After 45 days of fermentation, the mini-silos were opened to evaluate the fermentative traits and chemical composition of the silage. The design was completely randomized, in a factorial arrangement with three (03) corresponding to 12 treatments, harvest periods and four (04) inclusion doses (3x4), with four replicates (mini-silos) per treatment ( $n=48$ ). The tests were carried out for assumptions for variance analysis. The effects of harvest periods (days) and doses of additives (%) were evaluated by orthogonal polynomial contrasts, adopting the polynomial of greater significance degree ( $P<0.05$ ). The elephant grass harvest period did not influence the dry matter content of the silage ( $P=0.2126$ ). The inclusion of baking residue doses in elephant grass silages with different harvest periods did not change pH ( $P=0.1466$ ), but increased linearly the temperature ( $P<0.0001$ ),  $\text{NH}_3/\text{N}$  total ( $P<0.0001$ ), non-fibrous carbohydrates ( $P=0.0024$ ), and increased linearly the dry matter recovery ( $P<0.0001$ ). Also, the inclusion of baking residue in elephant grass silages decreased the neutral detergent fiber ( $P<0.0001$ ) and acid detergent fiber ( $P<0.0001$ ). The inclusion of of bakery residue promotes considerable decreases on dry matter losses and improvements in the chemical composition of elephant grass silage.

**Key words:** animal nutrition, *Pennisetum purpureum* Schum, silage.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>5</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>6</b>
2.1 Ensilagem .....	6
2.2 Fatores que Afetam o Processo Fermentativo .....	6
2.3 Silagem de Capim-Elefante ( <i>Pennisetum purpureum</i> Schum.).....	8
2.4 Resíduo da Indústria Alimentícia (panificação) na Nutrição de Ruminantes .....	9
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>11</b>
3.1 Localização e Clima .....	11
3.2 Tratamentos .....	11
3.3 Condução do Experimento .....	11
3.4 Avaliações .....	12
3.4.1 Perdas por Gases.....	13
3.4.2 Perdas por Efluentes .....	14
3.4.3 Índice de Recuperação de Matéria Seca .....	14
3.4.4 Nitrogênio Amoniacal .....	14
3.4.5 Composição Química .....	14
3.4.6 Estabilidade Aeróbia.....	15
3.5 Delineamento Experimental e Análises Estatísticas.....	15
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>16</b>
4.1. Características fermentativas .....	16
4.2 Composição química .....	16
<b>5. DISCUSSÃO .....</b>	<b>21</b>
<b>6. CONCLUSÕES.....</b>	<b>24</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>25</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A sazonalidade da produção forrageira é um dos maiores desafios da produção animal em pastagens na maior parte do território do Brasil, contudo, para diminuir os efeitos causados pela depreciação quantitativa e qualitativa da forragem, o excedente da produção forrageira do período das águas pode ser utilizado no período seco com a adoção de estratégias para conservação de forragens como a ensilagem.

A ensilagem do excedente de produção de forrageiras no período chuvoso do ano torna-se uma alternativa viável na alimentação animal no período seco. Uma das gramíneas mais utilizadas para ensilagem é o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), que embora tenha uma alta produção de massa seca por hectare e valor nutritivo satisfatório, o alto teor de umidade no período ideal para corte, aliado a baixos teores de açúcares solúveis limitam um processo fermentativo adequado para obtenção de uma silagem de qualidade (FERREIRA et al., 2015).

A utilização de resíduo da indústria de panificações em silagens de capins, há décadas vem sendo pesquisada pela comunidade científica, e uma ampla gama de substâncias são utilizadas com o intuito de melhorar o processo fermentativo, reduzindo perdas e aumentando o valor nutritivo das silagens (WILKINSON & RINNE, 2017; RABELO et al., 2018). Resíduo da indústria de panificações inseridos na ensilagem de plantas forrageiras no processo de ensilagem poderiam ser benéficos para a conservação do material devido ao sequestro de umidade e incremento nos teores de carboidratos solúveis.

Neste contexto, o resíduo da indústria de panificação é um subproduto da indústria alimentícia que vem sendo utilizado na nutrição animal, principalmente na dieta de ruminantes. Ainda que modernos e eficientes sistemas de produção sejam utilizados, consideráveis quantidades de resíduos são geradas no processo de fabricação de bolos, biscoitos e pães. Esses resíduos são oriundos de recortes da massa, descartes pela falta ou excesso de cozimento, recolhimento de produtos fora do período de validade e padronização da qualidade do produto (MORAES et al., 2010).

Esse resíduo vem sendo utilizado na nutrição animal principalmente em substituição ao milho (PASSINI et al., 2001; OLIVEIRA et al., 2011). No entanto, grandes diferenças são observadas na composição química desse alimento (OLIVEIRA et al., 2005; SANTOS et al., 2014). Essa diferença se deve principalmente aos diferentes resíduos que podem ser gerados na indústria de panificação, dificultando sua utilização em formulações de dietas para animais, além dos elevados teores de extrato etéreo comumente encontrados, que podem ser associados de forma negativa à microbiota ruminal e ao consumo de matéria seca (MS).

Segundo Van Soest, (1994) a inclusão de extrato etéreo não deve ultrapassar 6% na MS na dieta de ruminantes. A expressiva quantidade de resíduos gerados pela indústria de panificação, resultante do crescente aumento da população e sua conseqüente demanda por alimentos, tem despertado grande preocupação de órgãos fiscalizadores, quanto ao seu tratamento e destino final. Muitas vezes esses resíduos são depositados ou lançados no meio ambiente sem qualquer tratamento prévio, o que pode acarretar em poluição do solo e da água. Portanto, a utilização desse resíduo na alimentação animal, além de permitir diminuir o custo de produção, reduz o impacto negativo do ponto de vista ambiental (FRANÇA et al., 2012).

A hipótese deste estudo foi que incremento no teor de MS gerados pela inclusão do resíduo de panificação na ensilagem do capim-elefante favorecem o processo fermentativo, reduzem perdas e melhoram o valor nutritivo da silagem. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da adição de resíduo de panificação sobre: 1) características fermentativas; 2) recuperação da MS; 3) estabilidade aeróbia e 4) composição química de silagens de capim-elefante.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Ensilagem**

Define-se silagem como o produto resultante da fermentação anaeróbia de determinada forrageira verde, devidamente picada e acondicionada em silos apropriados, e a ensilagem como o processo e técnicas para a obtenção da silagem. Segundo McDonald et al. (1981), o objetivo principal da ensilagem é a preservação dos nutrientes existentes na planta forrageira para ser utilizada como alimento, principalmente em épocas do ano onde a oferta de volumoso é reduzida.

A conservação de uma forragem na forma de silagem envolve processos bioquímicos e microbiológicos complexos, podendo ocorrer algumas alterações quantitativas e qualitativas no valor nutritivo deste alimento (VILELA et al., 2005). O método de conservação da forrageira é tem por base a fermentação principalmente com a produção de ácido láctico. Segundo Rabelo et al. (2017) como resultado da presença de ácido láctico dentro do silo, o pH reduz em torno de 4,2 a 3,8 inibindo outros microrganismos indesejáveis, assim, preservando o material até que ele possa ser fornecido aos animais.

A microflora epifítica desempenha um papel importantíssimo no processo de conservação da forrageira. O número e as espécies de microrganismos presentes na forrageira a ser ensilada varia em função da forrageira, estágio de maturidade das plantas, clima, corte e armazenamento do material. Segundo Pereira et al. (2007) as populações microbianas presentes em silagens de capim-elefante são adequadas para a manutenção de um esperado padrão de fermentação no silo. No entanto, vale ressaltar que a quantidade de microrganismos presentes no capim-elefante no momento da ensilagem pode aumentar devido o contato com o ambiente e a picagem do material permite à liberação de açúcares solúveis que servem de substrato para à síntese dos microrganismos.

Segundo Pereira et al. (2007) a presença de leveduras, na ordem de 10<sup>3</sup> UFC/g de forragem é prejudicial ao processo de ensilagem, porque estes microrganismos consomem os nutrientes presentes na forragem gerando calor, o que dificulta a acidificação do meio gerando maiores perdas de MS. Estes, também, estão associados com a deterioração, principalmente após a abertura do silo quando consomem os carboidratos residuais e geram maiores perdas de MS, além de diminuir a aceitabilidade por parte dos animais devido à presença de mofo (WILKINSON & DAVIES, 2012).

Os fungos, em particular as leveduras, são os microrganismos responsáveis pelo início da deterioração aeróbia em silagens após a abertura do silo na presença de oxigênio onde consomem ácido láctico aumentando o pH e causando perdas de MS. No entanto, estes microrganismos no interior do silo (ambiente anaeróbio) desempenham intensa fermentação alcoólica, devida à atividade de leveduras que convertem os açúcares da forragem em etanol, gás carbônico e água (KUNG et al., 1984).

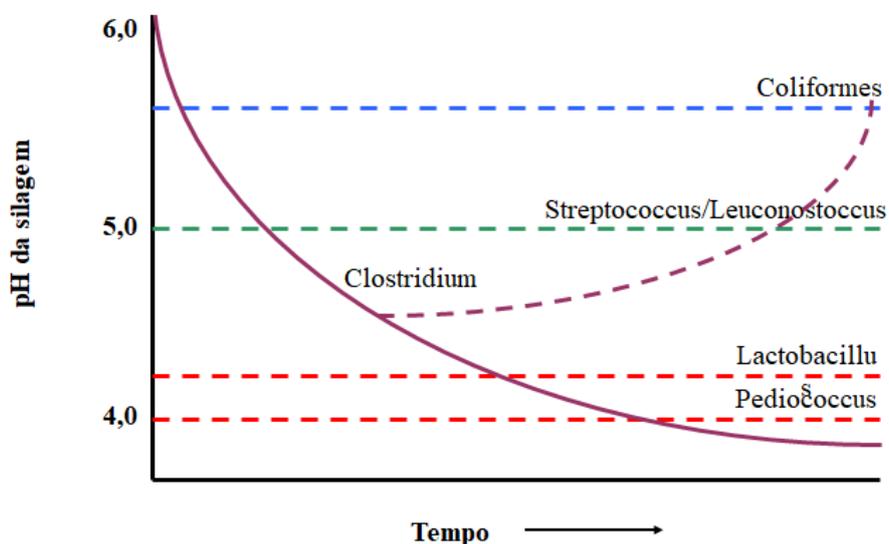
### **2.2 Fatores que Afetam o Processo Fermentativo**

Os fatores que podem influenciar no processo fermentativo da planta forrageira podem ser caracterizados como aqueles inerentes à planta (respiração, lise celular, microrganismos epifíticos, teor de umidade e carboidratos solúveis e poder tampão das gramíneas) e aqueles relacionados ao manejo inadequado como o tempo para enchimento do silo, compactação e vedação (WILKINSON & DAVIES, 2012).

A oxidação de açúcares na planta inicia-se logo após o seu corte, mediante a respiração celular, e atividades das enzimas oxidativas de microrganismos aeróbios. As principais perdas são as frações de carboidratos de rápida fermentação, diminuindo o

substrato para as bactérias, não permitindo a redução do pH. O metabolismo de alguns grupos de microrganismos no interior do silo gera calor o que contribui para maiores perdas nutritivas oriundas da complexação dos nutrientes pela reação de Maillard, produzindo fontes de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) (REZENDE et al., 2008). Quais microrganismos iniciam a fermentação e produzem ácidos?

Após a vedação do silo com o material fresco rapidamente os microrganismos consomem o  $O_2$  dentro do silo. Os microrganismos aeróbios contribuem em parte para a situação de anaerobiose. Após isto os anaeróbios iniciam a multiplicação e o processo dura poucos dias numa temperatura de 22-40° C. Taxas de crescimento e densidade da população microbiana variam com o tipo de forragem e com a temperatura. Primeiramente, as do tipo *Coliformes* dominam e são logo substituídas pelas *Leuconostocus* e *Streptococcus*. Finalmente, elas são substituídas pelas *Lactobacillus* e *Pediococcus*, as quais reduzem o valor de pH para próximo de 4,0 e preservam a silagem da atividade clostridia (WOOLFORD, 1984).



**Figura 1.** Microrganismos atuantes no processo de conservação em função das diferentes concentrações de pH no silo. (WOOLFORD, 1984).

Microrganismos do gênero *Clostridium* são os principais responsáveis por fermentações indesejáveis no processo de ensilagem, sua atividade afeta a qualidade da silagem aumentando as perdas de MS, produzindo ácido butírico, amônia e aminas, que estão diretamente relacionados a baixa aceitabilidade por parte dos ruminantes e perdas da fração proteica (PEREIRA et al., 2007).

O conteúdo de MS da forragem no momento da ensilagem pode determinar alguns problemas que podem ser encontrados neste processo. Segundo Loures et al. (2005), com teor de MS inferior a 30%, as perdas na silagem por efluente e pela fermentação por *Clostridium* sp. podem ser significativas. Por outro lado, ao elevar a percentagem de MS da forragem para mais de 50%, as perdas podem ser por dificuldades devido a compactação deficiente resultando na presença de oxigênio no interior do silo. Segundo Tavares et al. (2009), a densidade e o teor de MS da forragem influenciam a taxa de movimentação do ar e, sucessivamente, o potencial de deterioração durante o armazenamento e após a abertura do silo. Dessa forma, silagens que apresentam compactações mais elevadas ( $600\text{kgMV}/\text{m}^3$ ), geralmente, contêm maiores teores de ácido lático e açúcares remanescentes que não foram fermentados.

Os teores mínimos de carboidratos solúveis para garantir um adequado processo fermentativo estão na faixa de 8 a 10% da MS (PEREIRA et al., 2007). Os carboidratos solúveis servem de substrato para os microrganismos presentes contribuindo para uma rápida fermentação e, conseqüentemente, para melhor conservação do material ensilado.

Assim como a produção de ácido láctico, o teor de MS e o teor de carboidratos solúveis, o poder tampão também exerce grande importância no processo fermentativo, pois algumas plantas possuem altas concentrações de ácidos orgânicos que formam o poder tampão das plantas: o málico, o cítrico e o fosfórico são os mais importantes. O problema de se ensilar forrageiras com elevado poder tampão, encontra-se na dificuldade de reduzir o pH, e com isso o aparecimento de fermentações por microrganismos indesejáveis (FERREIRA et al., 2015).

A capacidade fermentativa é uma importante característica para estimar o processo fermentativo das silagens onde é obtida através variáveis que influenciam o processo fermentativo uma equação foi desenvolvida por Weissbach e Honig (1996) citados por Oude Elferink et al. (1999) para estimar a capacidade fermentativa das gramíneas (Equação 1):

$$CF = MS + 8 \times (CS/CT) \quad [1]$$

Onde:

Capacidade fermentativa (CF);

Matéria Seca (MS, %);

Carboidratos solúveis (CS, em % da MS), e

Capacidade tamponante (CT em e.mg de HCl/100 g de MS).

Segundo Oude Elferink (1999) forragens com  $CF < 35$  são consideradas insuficientes para produção de silagens lácticas e conseqüentemente preservação dos nutrientes da forragem.

### 2.3 Silagem de Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.)

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), é uma gramínea que possui grande potencial de produção e que é amplamente utilizada na alimentação animal, principalmente na forma de capineira (forragem cortada e fornecida no cocho). Por ser uma planta perene de alta produção de MS por hectare (20 toneladas de MS por hectare) e grande adaptabilidade e persistência, apresenta-se como alternativa economicamente atrativa para ensilagem em épocas de escassez de alimentos (ANDRADE et al., 2012).

Jobim et al. (2007) concluíram que o momento de corte adequado para a confecção de silagem seria quando o capim estivesse com 60 dias de desenvolvimento, entretanto, nessa idade o capim apresenta alto teor de umidade e baixas concentrações de açúcares solúveis. Segundo McDonald et al. (1981), além de prejudicar a fermentação, a ensilagem de forrageiras com alto teor de umidade resulta na produção de elevadas quantidades de efluente, o qual carrega em sua solução nutrientes passíveis de digestão, o efluente contém grande quantidade de compostos orgânicos como açúcares solúveis, ácidos orgânicos, proteínas e outros componentes provenientes do material ensilado, constituindo uma fonte nutricional para os diferentes microrganismos saprófitos.

Entretanto, esse alto teor de umidade no período do corte, baixo teor de carboidratos solúveis e ainda o alto poder tampão do capim-elefante, são fatores que prejudicam o adequado processo fermentativo, dificultando a confecção de silagens de boa qualidade (PEREIRA et al., 2007). Segundo McDonald et al. (1981) um padrão satisfatório de silagens de capins tropicais são aquelas com no pH máximo 4,2 ácido láctico de 1,5 a 2,5% (% MS);

ácido acético 0,5 a 0,8% (%MS); ácido butírico abaixo de 0,1% (% MS) e N-NH<sub>3</sub>/N-Total de 5 a 8%.

Segundo Loures et al. (2005), o teor de MS para que a fermentação ocorra de forma adequada deve estar entre 30 e 35%, dependendo da espécie a ser utilizada. Assim, com o intuito de melhorar a ensilagem, aumenta o teor de MS e as concentrações de açúcares solúveis; o emurchecimento do material e o uso de resíduo da indústria de panificação absorventes caracterizados por reduzir ou eliminar a produção de efluente do silo são algumas estratégias utilizadas (RABELO et al., 2015).

Apesar de ser uma prática recomendada, o emurchecimento tem sido questionado pelo fato de demandar práticas que encarecem todo o processo de ensilagem e, muitas vezes, ser limitado pelas condições climáticas (FARIA et al., 2007). Por outro lado, o uso de resíduo da indústria de panificação tem merecido maior destaque nos últimos anos por possuir capacidade de reter água, aceitação, baixo custo e por fornecer carboidratos para fermentação (WILKINSON & RINNE, 2017).

A utilização de resíduo da indústria de panificação como estratégia para a produção de silagens de satisfatório valor nutritivo tem como objetivo proporcionar a melhoria da qualidade higiênica; restringir fermentações secundárias; promover a estabilidade aeróbia e aumentar o valor nutritivo da silagem, com isso oferecer o maior retorno econômico na produção animal (JOBIM et al., 2007). Entretanto devem-se considerar alguns fatores em relação aos resíduos da indústria de panificação, como o custo, disponibilidade, facilidade de aplicação e seu valor nutritivo.

#### **2.4 Resíduo da Indústria Alimentícia (panificação) na Nutrição de Ruminantes**

Independente do cenário negativo da economia, o segmento de panificação cresce no país. Mesmo com a crise, as pessoas tendem a consumir cada vez mais esse tipo de produto. Segundo a ABIMAPI (2015), de 2010 a 2015 o setor de massas e biscoitos aumentou a sua produção em 73%, atingindo em 2014 uma produção de 3,37 milhões de toneladas em volume de vendas e um faturamento de US\$10,32 bilhões. A exportação no mesmo ano atingiu o total de 82,2 mil toneladas de produtos, equivalente a US\$155 milhões.

O resíduo da indústria de panificação é um subproduto da indústria alimentícia que vem sendo testado principalmente em substituição do milho na dieta de animais ruminantes. Estes resíduos possuem como base farinha de trigo, gordura ou óleo vegetal, açúcar, amido de milho, sal, fermento biológico ou fermentos químicos. Porém existem variações quanto à composição química desse resíduo na literatura, devido aos diferentes produtos que podem participar na sua composição (sobras de massas, bolos, restos de pães, biscoitos, produtos não comercializados ou que ultrapassaram o prazo de validade, além das perdas por quebras, excesso ou falta de cozimento), a sua origem, seu armazenamento e o seu processamento antes de ser fornecido ao animal (PASSINI et al., 2001).

Com relação aos resíduos produzidos pela indústria de panificação, grandes quantidades estão sendo geradas devido ao controle intensivo da qualidade e padronização desses produtos. A maior disponibilidade desses resíduos possibilita aos produtores e às fábricas de ração animal a inclusão de tais resíduos na ração concentrada para ruminantes.

Apesar das divergências quanto à composição bromatológica o resíduo da indústria de panificação pode ser considerado uma alternativa na alimentação animal, pois além de possuir alta concentração de carboidratos e baixo custo (MORAES et al., 2010).

Poucos estudos trabalhos avaliaram o uso desse resíduo como ingrediente das rações para ruminantes (PASSINI et al., 2001; OLIVEIRA et al., 2011; FRANÇA et al., 2012). Passini et al. (2001) verificaram que em até 30% de resíduo de biscoitos em substituição ao milho não alterou a composição química e o rendimento de carcaça de bovinos.

Oliveira et al. (2011) concluíram que o resíduo da indústria de panificação pode substituir o milho em até 80% em ração para ovinos em fase de terminação, verificaram ainda efeito significativo do aumento das doses de resíduo sobre o consumo de MS e digestibilidade dos nutrientes. Resultados semelhantes foram encontrados por França et al. (2012) que avaliaram os efeitos da inclusão do resíduo em substituição ao milho na dieta de ovinos, usando doses de 0, 25, 50, 75 e 100% na MS, e reportaram que a substituição do milho pelo resíduo da indústria de panificação não afetou o consumo, a digestibilidade dos nutrientes e o ganho de peso dos animais.

A elevada concentração de extrato etéreo (MORAES et al., 2010) pode influenciar o consumo voluntário por parte dos animais. Trabalhando com búfalos, Spers (1996), verificou que quando o milho foi substituído por resíduo da indústria de panificação nas doses 66% e 100%, ocorreu redução no ganho de peso diário de búfalos, sugerindo assim, que o aumento de energia nas rações tenha causado redução do consumo de alimentos e, conseqüentemente, dos ganhos de peso. Resultados semelhantes foram encontrados por Milton & Brandt (1993), que trabalharam com bovinos em terminação utilizando dietas com inclusão de 15e 30% de resíduo de panificação seco em substituição ao milho e concluíram que o nível de 30% implicou num decréscimo de 6,5% na ingestão de MS em relação ao tratamento controle, causado pelo aumento do teor de gordura da dieta.

Ainda são escassos na literatura trabalhos com inclusão de resíduo da indústria de panificação na dieta de ruminantes, entretanto, deve-se considerar que este resíduo da indústria de panificação é um produto que tem grande variação na sua composição bromatológica, o que dificulta a sua inclusão em rações animais. Além disso, a sua inclusão na alimentação animal depende também da ausência de compostos tóxicos e/ou antinutricionais (PASSINI et al., 2001).

Muitas indústrias caracterizam os resíduos como restos industriais e, dessa forma, não têm controle sobre a qualidade sanitária dos mesmos. O não estabelecimento de parâmetros mínimos de qualidade limita o uso deste produto devido à grande variabilidade da composição químico-bromatológica, além da dificuldade de armazenamento e substrato fermentescível o que favorece a proliferação de fungos e bactérias que podem formar esporos e micotoxinas que se consumida pelos animais podem causar enfermidades.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização e Clima

O experimento foi conduzido nas instalações do Setor de Bovinocultura de Leite da UFRRJ, localizado no município de Seropédica-RJ, no período de dezembro de 2016 a maio de 2017. As coordenadas geográficas locais são: 22° 46'S e 43° 42'W. O clima da região é do tipo Aw, tropical com verão quente e úmido e inverno frio e seco segundo a classificação internacional de Köppen com temperatura média de 23,5°C e pluviosidade média anual de 1224,9 mm. Na Tabela 1 são apresentadas as condições climáticas durante o período de rebrota do capim-elefante.

**Tabela 1.** Dados climáticos durante o período de rebrota do capim-elefante.

Período	Temperatura (°C)		Umidade rel. (%)	Precipitação (mm)
	média máx.	média mín.		
2016/10	27,49	21,61	73,3	36,1
2016/11	27,57	21,86	74,1	105,2
2016/12	30,18	23,47	72,1	62,4
2017/01	31,94	24,48	72,3	43,3
2017/02	32,7	24,99	66,4	11,2
2017/03	29,23	23,18	78,7	90,2
2017/04	27,37	21,8	73,1	166,3

Fonte: ICEA (estação meteorológica de Santa Cruz, RJ).

#### 3.2 Tratamentos

Para avaliar o efeito da adição do resíduo da indústria de panificação na ensilagem foi realizado o enchimento de quatro silos por tratamento (repetições) em esquema fatorial cruzado 3 x 4 correspondendo a 12 tratamentos formados pela combinação de três idades de corte (70; 84 e 98 dias) e quatro doses de resíduo da indústria de panificação (0, 5, 10 e 15%).

#### 3.3 Condução do Experimento

Foi realizado um corte de uniformização no piquete de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) de uma área já implantada e após, aplicação de uréia e KCl ( $\pm$  300 kg de ureia/ha, e 100 kg de KCl/ha), observando-se diferentes períodos de rebrota a forragem foi utilizada para a confecção das silagens. O capim foi cortado manualmente aos 70; 84 e 98 dias de rebrota. Cada corte do capim correspondeu a uma área de 6 m<sup>2</sup> e aproximadamente 12 cm acima do solo.

O capim-elefante foi picado em picadeira estacionária em partículas de 2 a 3 cm e ensilada em silos experimentais de policloreto de vinila com 10 cm de diâmetro e 55 cm de altura. A forragem mais as doses (0, 5, 10 e 15%) do resíduo de panificação de cada tratamento foram homogeneizados sobre uma lona plástica e posteriormente colocada nos silos experimentais. A composição química no momento da ensilagem é apresentada na Tabela 2.

O resíduo da indústria de panificação (Figura 2) utilizado foi oriundo do descarte de uma fábrica de massas e biscoitos localizado no município do Rio de Janeiro. Na Tabela 3 é apresentada a composição química do resíduo da indústria de panificação utilizado na confecção das silagens. O resíduo e a forragem foram compactados mecanicamente

utilizando-se soquete de madeira, de modo a atingir densidade de 600 kgMV/m<sup>3</sup>, os silos foram vedados com lona plástica de 100 micras e fita adesiva (Figura 3), pesados e armazenados. Todos os componentes do silo, assim como a forragem acondicionada, foram pesados para determinação das perdas fermentativas. Após 45 dias de fermentação (dia da abertura), foram novamente pesados para determinação das perdas por gases, efluentes e de MS.

**Tabela 2.** Composição química do capim-elefante com diferentes idades de corte utilizado na ensilagem.

Item	Idade de corte (dias)			Erro padrão
	70	84	98	
Matéria seca (%)	18,84	21,72	19,88	0,84
Matéria mineral (%)	6,14	12,79	8,80	1,93
Proteína bruta (%)	8,84	5,76	7,37	0,89
Fibra em detergente neutro (%)	64,63	65,70	64,02	0,49
Fibra em detergente ácido (%)	41,79	42,56	43,78	0,58
Lignina (%)	4,38	4,53	4,25	0,08
Carboidratos totais (%)	76,66	83,00	77,21	2,03
Carboidratos não fibrosos (%)	20,65	23,52	19,97	1,09

Valores expressos com base na matéria seca (MS), exceto a própria MS (com base na matéria natural).



**Figura 2.** Resíduo da indústria de panificação utilizado nas silagens de capim-elefante no experimento.

### 3.4 Avaliações

Foram retiradas duas amostras de 500g do capim-elefante e do resíduo da indústria de panificação assim como amostras das silagens no momento da abertura. Uma amostra foi

congelada para posterior determinação dos teores de nitrogênio amoniacal. A outra amostra foi pré-seca em estufa de circulação forçada de ar à 55°C por 72 horas e em seguida processadas em moinho de facas com peneira de malha de 1 mm, e submetidas às análises bromatológicas.



**Figura 3.** Mini-silos experimentais utilizados para conservação de capim-elefante com doses de resíduo

**Tabela 3.** Composição do resíduo da indústria de panificação utilizado nas silagens de capim-elefante.

<i>Item</i>	<i>Composição</i>
Matéria seca (%)	71,27
Matéria orgânica (%)	68,47
Proteína bruta (%)	12,06
Extrato etéreo (%)	12,62
Carboidratos totais (%)	82,49
Carboidratos não fibrosos (%)	74,87
Energia Bruta (kcal/kg)	6924

Valores expressos com base na matéria seca, exceto energia bruta e a própria matéria seca (com base na matéria natural). Composição básica: Farinha de trigo, gordura ou óleo vegetal, açúcar, amido de milho, sal, fermento biológico ou fermentos químicos e eventuais outros ingredientes.

### 3.4.1 Perdas por Gases

A medida de perdas por gases na ensilagem foi obtida com base na pesagem dos silos experimentais no dia da ensilagem e na abertura, em relação à massa de forragem armazenada conforme Equação 2, proposta por Pedroso (2003), adaptada por Schmidt (2006):

$$PG = \frac{[(PCen - Pen) \times MSen] - [(PCab - Pen) \times MSab]}{[(PCen - Pen) \times MSen]} \times 100 \quad [2]$$

Onde:

PG = Perdas por gases em % da MS;

PCen = Peso do silo cheio na ensilagem (kg);

Pen = Peso do conjunto (silo+tampa+saquinho de areia) na ensilagem (kg);

MSen = Teor de MS da forragem na ensilagem (%);

PCab = Peso do silo cheio na abertura (kg);

MSab = Teor de MS da forragem na abertura (%).

### 3.4.2 Perdas por Efluentes

A produção de efluente foi calculada com uso de sacos de material sintético não tecido contendo areia, inseridos no fundo dos silos experimentais. O cálculo da produção de efluente se deu pela diferença de peso dos saquinhos de areia na abertura (após retirar-se a forragem do silo) e antes da ensilagem, em relação a quantidade de forragem fresca ensilada (Equação 3; SCHMIDT, 2006):

$$PE = \frac{Pef}{MVi} \times 100 \quad [3]$$

Onde:

PE = perdas por efluente;

Pef = peso de efluente (Peso do saquinho após a abertura – peso do saquinhos na ensilagem);

MVi = quantidade de massa verde de forragem ensilada.

### 3.4.3 Índice de Recuperação de Matéria Seca

O Índice de recuperação da MS foi estimado utilizando a Equação 4 (SCHMIDT, 2006):

$$RMS = \frac{(MFab \times MSab)}{(MFfe \times MSfe)} \times 100 \quad [4]$$

Onde:

RMS = índice de recuperação de matéria seca;

MFab= massa de forragem na abertura;

MSab= teor de MS na abertura;

MFfe = massa de forragem no fechamento;

MSfe = teor de MS da forragem no fechamento.

### 3.4.4 Nitrogênio Amoniacal

Para determinação de Nitrogênio amoniacal das silagens foi pesado 25g de silagem *in natura* e adicionado 200 mL de (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 2 N em béquer de 250 mL vedados com papel filme e levados a refrigeração por 48 h. A solução foi filtrada em papel filtro e uma alíquota de 4 mL foi destilada e titulada segundo a metodologia de Bolsen et al., (1992).

### 3.4.5 Composição Química

Para a determinação das análises bromatológicas foram utilizadas as amostras de 500 g de silagem, pré-secas, em estufa de circulação de ar a 55°C por 72 horas e moidas em moinho do tipo Willey, a 1,0 mm. Foram analisados os teores de MS (MS: AOAC 934.01); matéria orgânica (MO: AOAC 942.05); proteína bruta (PB: AOAC 954.01); extrato etéreo (EE: AOAC 920.29) segundo os procedimentos da AOAC (1990). Fibra insolúvel em detergente neutro (FDN); fibra insolúvel em detergente ácido (FDA); nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN); nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA); hemicelulose (HEM) e celulose (CEL) segundo Mertens (2002). Lignina segundo (ROBERTSON & VAN SOEST, 1981).

Os carboidratos totais foram determinados pela expressão  $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$ , (SNIFFEN et al., 1992). Os carboidratos não fibrosos (A+B1) foram determinados pela equação  $CNF = 100 - (\%PB + \%EE + \%FDNCP + \%MM)$ , em que, FDNCP equivale à FDN corrigida para cinzas e proteínas. A fração B2 foi determinada através da equação  $B2 = FDNCP - \text{FRAÇÃO C}$  e a fração C foi determinada por meio da equação  $C = \text{Lig} \times 2,4$ . (SNIFFEN et al., 1992).

### 3.4.6 Estabilidade Aeróbia

Para o ensaio da estabilidade aeróbia, 1,5 kg de silagem de cada repetição foram colocadas em baldes de polipropileno com capacidade para 15kg sem compactação em uma sala fechada com temperatura ambiente registrada diariamente, duas vezes ao dia, usando termômetro de ambiente de máxima e mínima. As silagens permaneceram nessa sala por sete dias onde duas vezes ao dia (às 8 e 17 h) foram mensurados os valores de temperatura com um termômetro de mercúrio inserido na massa ensilada, em profundidade de 10 cm, no mesmo horário foram mensurados também os valores de pH segundo a metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002). A estabilidade aeróbia foi calculada como o tempo, em horas para que a silagem, após a abertura do silo, eleve sua temperatura em 2°C acima da temperatura média ambiente (O'KIELY et al., 2001).

### 3.5 Delineamento Experimental e Análises Estatísticas

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 3 x 4, com três (03) idades de corte (70; 84 e 98 d), e quatro (04) doses resíduo da indústria de panificação (0; 5; 10 e 15%). Cada silo foi considerado uma unidade experimental. Foram utilizadas quatro (04) repetições por tratamento ( $n=48$ ). Foi utilizado o modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + IC_j + DA_k + (IC_j \times DA_k) + \epsilon_{ijk}$$

Onde:

$Y_{ijk}$  = variável dependente  $i$  sob efeito da idade de corte  $j$  e dose de resíduo de panificação  $k$ ,

$\mu$  = efeito da média geral,

$j = 1; 2 \text{ e } 3$ ,

$k = 1; 2; 3 \text{ e } 4$ ,

$IC_j$  = efeito da idade de corte,

$DA_k$  = efeito da dose de resíduo de panificação,

$IC_j \times DA_k$  = interação entre a idade de corte  $j$  e a dose de resíduo de panificação  $k$ , e

$\epsilon_{ijk}$  = erro aleatório.

Os resultados obtidos para as variáveis avaliadas foram submetidos à análise estatística no programa SAS® versão 9.0. Foram realizados os testes para pressuposições à análise de variância. Os efeitos das idades de corte (dias) e doses de resíduo da indústria de panificação (%) foram avaliados por contrastes ortogonais polinomiais, adotando o polinômio de maior grau significativo ( $P < 0,05$ ).

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Características fermentativas

Não houve interação ( $P \leq 0,10$ ) entre idade de corte e doses de resíduo da indústria de panificação nas variáveis fermentativas analisadas, exceto na perda por efluentes ( $P=0,0379$ ) (Tabela 4). O teor de perdas por efluentes da silagem colhida aos 70 dias diminuiu linearmente com a adição do resíduo da indústria de panificação ( $P=0,0497$ ; Tabela 5).

As curvas de pH e temperatura em função das idades de corte e doses do resíduo da indústria de panificação são apresentadas na Figura 4. Foi observado efeito quadrático ( $P=0,0176$ ) nos valores de pH em função da idade de corte do capim-elefante. As doses de resíduo não influenciaram os valores de pH ( $P=0,1486$ ). A temperatura no interior do silo apresentou efeito linear positivo ( $P=0,001$ ) em função da inclusão de resíduo da indústria de panificação. A temperatura no interior dos silos variou de modo quadrático ( $P=0,016$ ) em função da idade de corte, com a maior temperatura observada nas silagens com menor idade de corte ( $26,65^{\circ}\text{C}$ ). Não houve influência ( $P=0,25$ ) do corte sobre as concentrações de  $\text{NH}_3/\text{N}$ -Total, porém, foi observado efeito linear negativo ( $P=0,001$ ) em função das doses de resíduo da indústria de panificação, com redução em relação ao tratamento controle de 28%; 35% e 41% nas doses 5%, 10% e 15% respectivamente.

O tempo para elevação da temperatura em  $2^{\circ}\text{C}$  em comparação com a temperatura ambiente não foi influenciada pela idade de corte ( $P \geq 0,5520$ ) e dose de resíduo da indústria de panificação ( $P \geq 0,5913$ ). O tempo para a silagem atingir sua temperatura máxima após a abertura do silo não foram influenciadas pela idade de corte ( $P \geq 0,5535$ ) e dose de resíduo da indústria de panificação ( $P \geq 0,3840$ ) (Figura 4). A temperatura máxima atingida pelas silagens após a abertura do silo não teve influência ( $P=0,1611$ ) das doses de resíduo da indústria de panificação e idade de corte. As perdas por efluentes não foram influenciadas ( $P=0,0681$ ) em função da idade de corte do capim-elefante, no entanto, efeito quadrático ( $P=0,0001$ ) foi observado em função das doses de resíduo da indústria de panificação utilizadas. As perdas por gases tiveram efeito quadrático ( $P=0,0001$ ) em função do corte e dose de resíduo da indústria de panificação. Houve efeito da idade de corte do capim ( $P=0,0004$ ) e das doses de resíduo da indústria de panificação ( $P=0,0001$ ) sobre o índice de recuperação de MS das silagens com resposta linear positiva em ambos fatores.

### 4.2 Composição química

A composição química das silagens de capim-elefante em função das idades de corte e inclusão de resíduo da indústria de panificação está apresentada na Tabela 6. Não houve interação ( $P \leq 0,0646$ ) entre as idades de corte e doses de resíduo sobre a composição química das silagens de capim-elefante. Não houve efeito ( $P=0,2126$ ) da idade de corte sobre o teor de MS, mas a dose de resíduo de panificação influenciou de forma linear positiva ( $P=0,0539$ ) no teor de MS das silagens, com aumento em relação ao tratamento controle de 12% 24% e 38,5% com a adição de 5%, 10% e 15% respectivamente.

O teor de matéria mineral em função da idade de corte apresentou efeito quadrático ( $P=0,0061$ ). Houve resposta linear positiva ( $P=0,0549$ ) nas concentrações de matéria mineral em função da dose de resíduo da indústria de panificação. Foi observado efeito linear positivo ( $P=0,0140$ ) nas concentrações de PB em função das idades de corte, variando de 7,4% aos 70 dias a 7,9% aos 98. A inclusão da dose de resíduo da indústria de panificação teve uma resposta linear positiva ( $P=0,0001$ ) nas concentrações de PB das silagens com aumento de 32,8% na silagem com maior dose de resíduo da indústria de panificação em comparação com a silagem sem a adição de resíduo de panificação.

**Tabela 4.** Características fermentativas de silagens de capim-elefante com idades de corte e doses de resíduo de panificação.

Item	Idade de corte			Resíduo de panificação				Erro padrão	P-valor		
	70 d	84 d	98 d	controle	5%	10%	15%		corte	dose	corte x dose
pH	5,88	5,64	6,16	5,67	6,14	5,94	5,82	0,07	0,0176 (Q)	0,1486	0,2845
Temperatura (°C)	26,65	24,94	25,24	23,13	25,26	26,53	27,52	0,22	0,0016 (Q)	<0,0001 (L)	0,9994
NH <sub>3</sub> /N total	8,32	7,66	7,05	10,42	7,43	6,77	6,09	0,42	0,2507	<0,0001 (L)	0,1000
Tempo para + 2 °C (horas)	72	72	96	72	72	72	72	3,43	0,5520	0,5913	0,1850
Temperatura máxima (°C)	34,4	28,7	34,2	26,4	29,52	32,4	35,8	1,31	0,5594	0,1611 (L)	0,1210
Tempo para máx. °C (horas)	120	96	120	120	72	96	96	6,86	0,5535	0,3840	0,2914
Perdas por efluentes (%)	2,81	2,79	2,49	2,70	2,89	2,59	2,59	0,08	0,0681	<0,0001 (Q)	0,0379
Perdas por gases (%)	0,08	0,03	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,01	<0,0001 (Q)	<0,0001 (Q)	0,5429
Recuperação de matéria seca (%)	84,90	90,80	97,90	88,80	90,60	91,50	94,00	1,10	0,0004 (L)	<0,0001 (L)	0,6553

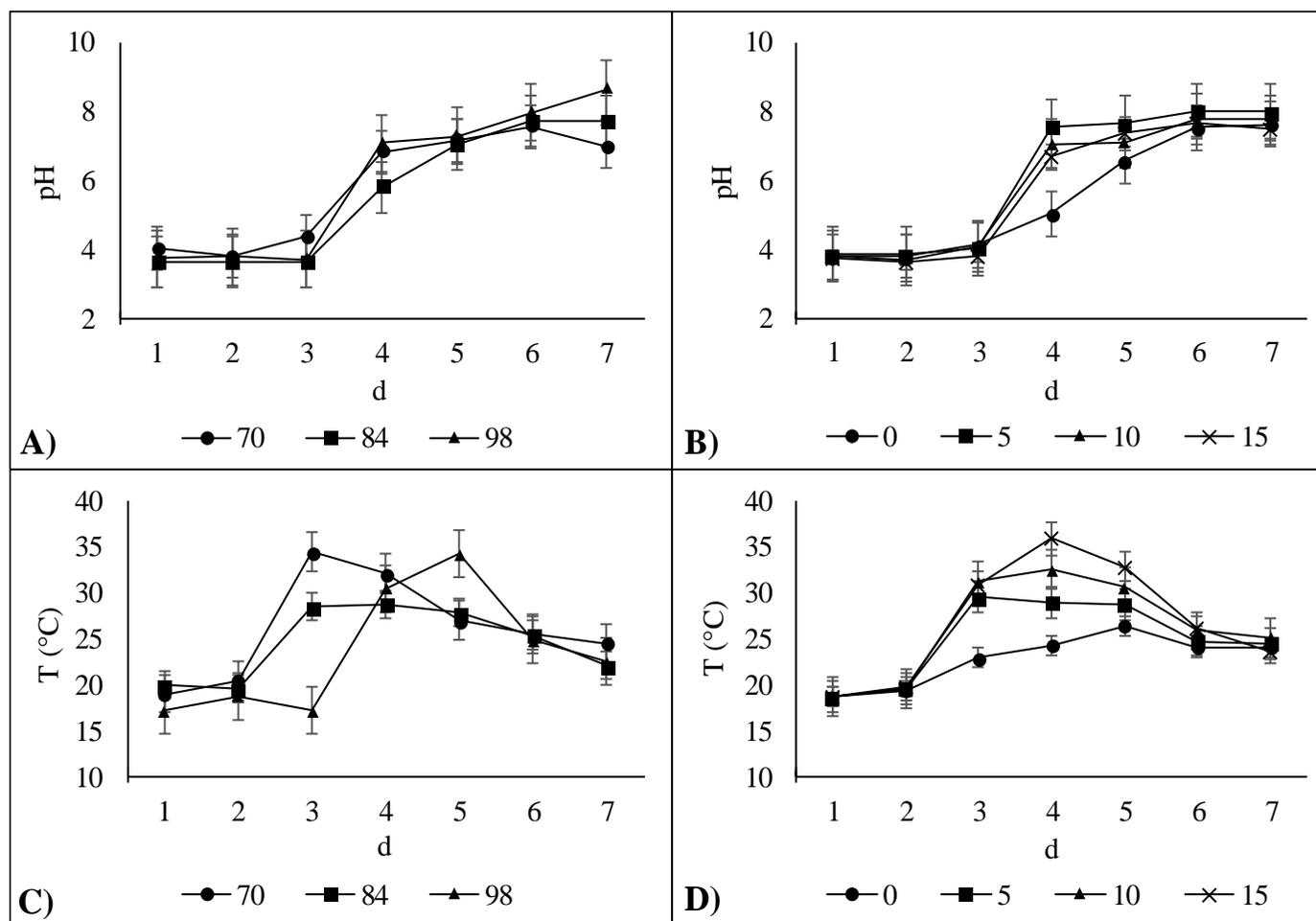
Efeito Linear (L)

Efeito Quadrático (Q)

**Tabela 5.** Desdobramento da interação entre idade de corte e dose de resíduo de panificação na ensilagem de capim-elefante sobre as perdas por efluentes (%).

Idade de corte	Resíduo de panificação				Erro Padrão	P-valor	Efeito
	controle	5%	10%	15%			
70 dias	2,96	2,83	2,77	2,70	0,118	0,0497	Linear
84 dias	3,10	2,98	2,61	2,46	0,091	0,2206	ns
98 dias	2,31	2,94	2,34	2,36	0,191	0,6419	ns
Erro padrão	0,24	0,172	0,104	0,108	-	-	-
P-valor	0,4405	0,8887	0,1577	0,0317	-	-	-
Efeito	ns	ns	ns	Quadrático	-	-	-

Não significativo (ns; P≤0,05).



**Figura 4.** Valores de pH da silagem de capim-elefante em função da idade de corte (A) e doses de inclusão de resíduo de panificação (B), temperatura da silagem de capim-elefante em função da idade de corte (C) e doses de inclusão de resíduo de panificação (D) conforme o tempo (dias; d) após abertura dos silos.

Os carboidratos totais apresentaram efeito quadrático ( $P=0,0374$ ) em função da idade de corte, e resposta linear negativa ( $P=0,0001$ ) em função da dose de resíduo da indústria de panificação. As silagens com o capim cortado aos 84 dias de rebrota foi aquela que obteve maior concentração (90 %), enquanto que a menor concentração (85,4%) foi observada nas silagens com o capim com 70 dias de rebrota. As concentrações de FDN foram influenciadas tanto em função da idade de corte ( $P=0,0040$ ) com resposta linear positiva, quanto em função da dose de resíduo da indústria de panificação ( $P=0,0001$ ) com resposta linear negativa.

Não houve influência ( $P=0,0978$ ) das idades de corte sob as concentrações de FDA. A inclusão de resíduo de panificação diminuiu ( $P=0,0001$ ) as concentrações de FDA de forma linear. Foi observado efeito quadrático ( $P=0,0327$ ) para nos carboidratos não fibrosos em função da idade de corte com redução (aproximadamente 41,7%) com avanço na idade da planta. Houve efeito linear positivo ( $P=0,0024$ ) com a inclusão de resíduo de panificação. Houve um incremento em relação as silagens sem a inclusão de resíduo da indústria de panificação de 42,9%, 76,4% e 105,1% nas silagens com inclusão de 5%, 10% e 15% de resíduo, respectivamente.

A fração B2 dos carboidratos foi influenciada em função da idade de corte ( $P=0,0323$ ) e doses de resíduo da indústria de panificação ( $P=0,0024$ ), com resposta quadrática e linear negativa respectivamente. O decréscimo da concentração da fração B2 em função da dose de resíduo da indústria de panificação foi mais acentuado com a inclusão de 15% de resíduo, diminuindo 47% em relação ao controle. Houve influência ( $P=0,0352$ ) da idade de corte com resposta linear positiva sob a fração C dos carboidratos. A inclusão de resíduo de panificação não teve influência significativa ( $P>0,05$ ) sob essa variável. Não houve influência ( $P=0,4317$ ) da idade de corte e dose de resíduo da indústria de panificação sobre as concentrações de lignina nas silagens avaliadas. A proteína insolúvel em detergente ácido não sofreu influência ( $P=0,99$ ) das doses de resíduo da indústria de panificação, mas apresentou resposta quadrática ( $P=0,0001$ ) em função da idade de corte. A proteína insolúvel em detergente neutro foi influenciada ( $P=0,0001$ ) em função da dose de resíduo da indústria de panificação, apresentando efeito cúbico.

**Tabela 6.** Composição química de silagens de capim-elefante com idades de corte e doses de resíduo de panificação.

Item	Idade de corte			Doses de resíduo da indústria de panificação				Erro padrão	P-valor		
	70 d	84 d	98 d	controle	5%	10%	15%		corte	dose	corte x dose
Matéria seca (%)	21,1	25,4	24,7	20,0	22,4	24,8	27,7	0,54	0,2126	0,0539 (L)	0,5588
Matéria mineral (%)	12,7	20,0	18,9	10,3	15,2	19,2	24,1	0,92	0,0061 (Q)	0,0549 (L)	0,2384
Proteína bruta (%)	7,4	7,5	7,9	6,7	7,1	7,8	8,9	0,17	0,0140 (L)	<0,0001 (L)	0,8371
Carboidratos totais (%)	85,4	90,0	86,9	90,1	88,6	86,3	84,8	0,46	0,0374 (Q)	<0,0001 (L)	0,6367
Fibra em detergente neutro (%)	49,9	52,1	54,1	68,4	56,0	45,6	38,2	1,70	0,0040 (L)	<0,0001 (L)	0,9853
Fibra em detergente ácido (%)	32,1	33,6	35,2	44,2	36,3	29,5	24,7	1,11	0,0978	<0,0001 (L)	0,9958
Carboidratos não fibrosos (%)	46,8	46,8	41,7	28,9	41,3	51,0	59,3	1,73	0,0327 (Q)	0,0024 (L)	0,8591
Carboidratos: fração B2 (%)	39,3	37,6	40,6	52,9	42,4	33,6	27,6	1,44	0,0323 (Q)	0,0024 (L)	0,8589
Carboidratos: fração C (%)	13,9	15,6	17,7	18,2	16,3	15,3	13,0	0,41	0,0352 (L)	0,8335	0,0646
Lignina (%)	5,8	6,5	7,4	7,6	6,8	6,4	5,4	0,17	0,4317	0,3781	0,1274
Proteína insolúvel em detergente ácido (%)	26,0	36,5	30,9	33,4	32,6	28,6	29,9	1,72	<0,0001 (Q)	0,9999	0,9999
Proteína insolúvel em detergente neutro (%)	40,9	39,8	31,7	38,1	40,7	34,3	36,7	2,13	0,9999	<0,0001 (C)	0,9999

Valores expressos com base na matéria seca, exceto matéria seca (expresso com base na matéria natural) e frações proteicas (com base na proteína bruta).

Efeito linear (L).

Efeito quadrático (Q).

Efeito cúbico (C).

## 5. DISCUSSÃO

As concentrações de MS do capim-elefante e do resíduo da indústria de panificação antes da ensilagem encontram-se próximos ao valor mínimo de 25% preconizado por (MCDONALD et al., 1981; LOURES et al., 2005) para que a forrageira produza baixas quantidades de efluentes. Esperava-se que a concentração da MS do capim-elefante antes da ensilagem tivesse um aumento linear conforme a idade de corte, no entanto, não foi o observado (Tabela 2). É possível que tal efeito possa ser atribuído a precipitação pluviométrica no período (mês em que foi cortado o capim), favorecendo o crescimento e diminuído a concentração de MS do capim ensilado com 98 dias de rebrota, ainda que com idade avançada.

Apesar do aumento na concentração de carboidratos não fibrosos com inclusão de resíduo da indústria de panificação na ensilagem, tal incremento não favoreceu a queda do pH das silagens. O pH é o indicativo de que a silagem passou por processo de fermentação adequada, alguns autores preconizam a faixa de pH de 3,8 a 4,2 como sendo indicativo de boa fermentação para silagens de capins tropicais (RABELO et al., 2016; GOMES et al., 2015). Os valores de pH encontrados (Tabela 4) sugerem que o incremento de fontes de carboidratos presentes no resíduo de panificação seja maior parte de fontes de amido contribuindo apenas para o ajuste de MS e não como fonte de carboidratos solúveis não permitindo o declínio do pH.

O aumento da temperatura no interior do silo com o aumento das doses de resíduo se deu provavelmente por conta do aumento no teor de MS proveniente do resíduo o que favoreceu um melhor processo fermentativo. A atividade dos microrganismos presentes na silagem degradando açúcares a ácidos graxos de cadeia curta gera calor esquentando a massa ensilada (RABELO et al., 2017).

Segundo Kung et al (1984), o nitrogênio amoniacal é uma característica importante na avaliação da silagem, pois indica a quantidade de proteína que foi degradada durante a fermentação produzindo principalmente amônia, dentre outros compostos nitrogenados, que geram perda de MS e diminuem a qualidade da forragem conservada. A redução do teor de  $\text{NH}_3/\text{N}$ -Total nas silagens com inclusão do resíduo em todas as concentrações de resíduo da indústria de panificação pode ser explicada pelo aumento no teor de MS da silagem nesses tratamentos e compactação controlada inibindo a atuação de bactérias do gênero *Clostridium* (RABELO et al., 2017).

De acordo com Woolford (1984) maiores teores de MS contribuem para o processo de fermentação, pois ocorrem restrições nas fermentações secundárias por bactérias do gênero *Clostridium* que provocam a degradação de proteínas, essas bactérias são sensíveis a pressão osmótica e, em meio úmido, toleram concentrações elevadas de ácidos orgânicos. Dessa forma, em decorrência da ausência de oxigênio e MS adequados pode-se conservar a forragem com menor influência do pH.

A menor produção de efluentes nas silagens de capim-elefante com 70 dias com maiores concentrações de resíduo da indústria de panificação é devido ao fato de que o resíduo de panificação tem alto teor de MS (71,7%), o que permitiu a absorção do excesso de umidade do capim, resultando em menor umidade no conteúdo da massa ensilada. O aumento de perdas por efluentes acarreta em aumento de perdas de nutrientes por lixiviação, resultando em perdas no valor nutritivo da silagem (GOMES et al., 2015). Apesar de não significativo as idades maiores (84 e 98 dias) do capim-elefante também se comportaram de forma semelhante diminuindo as perdas por efluentes com o aumento do teor de resíduo de panificação.

As perdas por gases podem ser atribuídas à incidência de fermentações indesejáveis causadas pelo desenvolvimento de microrganismos secundários produtores de gases, esses

microrganismos têm seu crescimento associado ao alto teor de umidade do material ensilado, que justifica as maiores perdas por gases ocorrerem nas silagens de capim com 70 dias de idade.

O teor de MS aumentou conforme idade da planta no momento de colheita. As silagens confeccionadas com capim aos 98 dias de rebrota apresentaram maior recuperação de MS, e esse resultado pode ter ocorrido devido a maior maturidade fisiológica da planta e concentração de MS, principalmente quando comparada com a planta aos 70 dias.

Com relação ao índice de recuperação da MS, observou-se no tratamento com silagens exclusivas de capim-elefante o menor valor, enquanto que nos tratamentos com inclusão das doses do resíduo de panificação tiveram valores próximos. Esses resultados já eram esperados pelo fato do teor de MS dessas silagens apresentarem um aumento linear em função da adição das doses do resíduo, possivelmente diminuindo fermentações secundárias e consequentemente as perdas de MS. É interessante relatar que a inclusão do menor percentual de resíduo de panificação foi suficiente para proporcionar recuperação da MS próxima à dose de 15%, demonstrando que a adição de 5% de resíduo de panificação é suficiente para garantir alta recuperação da MS ensilada.

A temperatura máxima atingida pela silagem após a abertura do silo aumentou em função da inclusão do resíduo nas silagens devido à concentração de carboidratos não fibrosos que favoreceram a fermentação aeróbia. Segundo Rabelo et al., (2015) a exposição das silagens ao oxigênio após a abertura permite a atividade das leveduras que permaneciam inativas devido a queda do pH, com isso essas leveduras consomem os açúcares remanescentes e ácidos orgânicos e geram calor aumentando a temperatura da massa favorecendo o desenvolvimento de fungos filamentosos que utilizam fontes de amido para o seu desenvolvimento. No entanto, apesar da temperatura máxima ter sido influenciada pelas doses de resíduo da indústria de panificação, o tempo em horas para que a silagem aumentasse 2°C da média da temperatura do dia não teve influência do corte nem das doses de resíduo da indústria de panificação.

As concentrações de MS das silagens não variaram em função da idade de corte, provavelmente em função da baixa variação da MS do capim-elefante nas idades de corte antes da ensilagem (Tabela 2), e estas podem ser atribuídas a fatores climáticos já mencionados. O aumento na concentração de MS das silagens, à medida que o resíduo foi adicionado ao capim, se deve à concentração de MS mais elevada do resíduo de panificação (Tabela 3). Silagens com baixo teor de MS e altos valores de pH favorecem o desenvolvimento de leveduras e fungos filamentosos após a abertura do silo diminuindo a estabilidade da silagem (PACHECO et al., 2013).

Os teores de PB das silagens exclusivas de capim-elefante foram menores do que todas as doses de resíduo da indústria de panificação utilizadas. O aumento nas concentrações de PB da massa ensilada é atribuído da alta concentração de PB presente no resíduo da indústria de panificação (Tabela 3). A análise dos dados referentes a ensilagem mista de capim-elefante e resíduo da indústria de panificação revela a possibilidade de incrementos entre 6% e 36% nas concentrações de PB, com a adição de 5% a 15% de resíduo da indústria de panificação à massa ensilada, em relação à silagem exclusiva de forrageira. No entanto, apesar de tal incremento o alto teor de proteína insolúvel em detergente ácido (Tabela 6) admite disponibilidade da proteína inferior à concentração mínima de 8%, recomendada para ruminantes para promover a saúde ruminal (VAN SOEST, 1994).

A inclusão do resíduo aumentou os teores de carboidratos não fibrosos, o que era esperado, uma vez que o resíduo da indústria de panificação é rico neste nutriente (Tabela 3), esse aumento proporcionou melhorias na composição química da silagem. As concentrações de FDN decresceram com o incremento do resíduo da indústria de panificação na massa ensilada, em razão do resíduo apresentar mais baixas concentrações de carboidratos

estruturais na parede celular em relação à gramínea (VAN SOEST, 1994). O aumento da concentração de FDN com o aumento da idade de corte se deu em função das plantas mais velha tendem a apresentar teor de carboidratos estruturais maiores do que plantas mais jovem devido a seu desenvolvimento (VAN SOEST, 1994).

A idade de corte apresentou pouca influência nas características avaliadas, no entanto, a inclusão do resíduo de panificação nas silagens de capim-elefante proporcionou maior recuperação de MS e melhor composição química da silagem. Ainda que a redução na idade de corte tende a aumentar a umidade da forrageira, tal técnica proporcionaria maior número de colheitas ao ano. A inclusão do resíduo de panificação na silagem de capim-elefante, ainda que com elevado teor de umidade proporciona redução nas perdas, sendo assim possível a adoção de menores idades de corte. Além disso, o resíduo de panificação melhorou a composição química da silagem, o que pode resultar na redução da demanda de ração concentrada em comparação aos que estariam recebendo somente silagem de capim-elefante exclusivas.

## **6. CONCLUSÕES**

Nas condições desse experimento, a adição de resíduo de panificação proporcionou maior recuperação de MS da massa ensilada e melhor composição química da silagem.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIMAPI. Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados. **Anuário ABIMAPI**, São Paulo, 78p. 2015.

ANDRADE, P. A.; QUADROS, D. G.; BEZERRA, A. R.; ALMEIDA, J. A. R.; SILVA, P. H. S.; ARAÚJO, J. A. M. Aspectos qualitativos da silagem de capim-elefante com fubá de milho e casca de soja. **Semina Ciência Agrícola**, v.33, p.1209-1218, 2012.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. 1990. **Official methods of analysis**. 15.ed Arlington. v.1. 1117p.

BOLSEN, K. K.; LIN, C.; BRENT, B. E.; FEYERHERM, A. M.; URBAN, J. E.; AIMUTIS, W. R. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.3066-3083, 1992.

FARIA, D. J. G.; GARCIA, R.; PEREIRA, O. G.; FONSECA, D. M.; MELLO, R.; RIGUEIRA, J. P. S. Composição química bromatológica da silagem de capim elefante com níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.301-308, 2007.

FERREIRA, A. C. H.; RODRIGUEZ, N. M.; NEIVA, J. N. M.; PIMENTEL, P. G.; GOMES, S. P.; CAMPOS, W. E.; LOPES, F. C. F. Nutritional evaluation of Elephant Grass Silages with different levels of by-products from the cashew juice industry. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.44, p.366-376, 2015.

FRANÇA, A. B.; MORENZ, M. J. F.; LOPES, F. C. F.; MADEIRO, A. S.; MORENZ, D. A.; FARIA, B. M.; CABRAL, L. S.; FONSECA, C. E. M. Bakery waste in sheep diets: intake, digestibility, nitrogen balance and ruminal parameters. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.147-153, 2012.

GOMES, R. S.; ALMEIDA, J. C. C.; CARNEIRO, J. C.; AZEVEDO, F. H. V.; LISTA, F. N.; ELYAS, A. C. W.; OLIVEIRA, T. S. Impacts of citrus pulp addition and wilting on Elephant Grass silage quality. **Bioscience Journal**, v.33, p.675-684, 2015.

JOBIM, C.; NUSSIO, L.; REIS R. A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.101-119, 2007.

KUNG, L. J. R.; GRIEVE, D. B.; THOMAS, J. W.; HUBER, J. T. Added ammonia or microbial inoculant for fermentation and nitrogenous compounds of alfalfa ensiled at various percents of dry matter. **Journal of Dairy Science**, v.67, p.299-306, 1984.

LOURES, D. R. S.; NUSSIO, L. G.; PAZIANI, S. F.; PEDROSO, A. F.; MARI, L. J.; RIBEIRO, J. L.; ZAPOLLATTO, M.; SCHMIDT, P.; JUNQUEIRA, M. C.; PACKER, I. U.; CAMPOS, F. P. Composição bromatológica e produção de efluente de silagens de capim-tanzânia sob efeitos do emurhecimento, do tamanho de partícula e do uso de resíduo da indústria de panificações biológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.726-735, 2005.

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

MILTON, C. T.; BRANDT, R. T. Utilization of dried bakery product by finishing beef steers. **Cattlemen's Day**, v.1, p.104-106, 1993.

MORAES, K. S.; ZAVAREZE, E. R.; MIRANDA, M. Z.; MELLADO, M. M. S. Avaliação tecnológica de biscoitos tipo cookie com variações nos teores de lipídio e de açúcar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, p.233-242, 2010.

MCDONALD, P.; EDWARDS, J. F. D.; GREENHALGH, R. A. **The biochemistry of silage**. New York: John Willey & Sons. 226p, 1981.

OLIVEIRA, A. R.; BUZATO, J. B.; HAULY, M. C. O. Produção contínua de ácido láctico por *Lactobacillus curvatus* a partir de melaço de cana-de-açúcar suplementado. **Semina: Ciências Agrárias**, v.26, p.53-60, 2005.

OUDE ELFERINK, S. J. W. H.; DRIEHUIS, F.; KROONEMAN, J.; GOTTSCHAL, J. C.; SPOELSTRA, S. F. Lactobacillus buchneri can improve the aerobic stability of silage via a novel fermentation pathway: the anaerobic degradation of lactic acid to acetic acid and 1,2-propanediol. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE. Uppsala. **Proceedings...** Uppsala: Swedwn, 1999. V.12, p.266-267, 1999.

OLIVEIRA, A. H.; CARNEIRO, M. S. S.; SALES, R. O.; PEREIRA, E. S.; ARAÚJO FILHO, J. M.; MAGALHAES, J. A.; COSTA, N. L. Valor nutritivo do resíduo de panificação na alimentação de ovinos. **PUBVET**, v.5, p.1043-1050, 2011.

O'KIELY, P. O.; CLANCY, M.; DOYLE, E. M. Aerobic stability of grass silage mixed with a range of concentrate feedstuffs at feed-out. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, São Pedro-SP. **Proceeding**. p.794-795, 2001.

PACHECO W. F.; CARNEIRO, M. S. S.; EDVAN, R. L.; ARRUDA, P. C. L.; CARMO, A. B. R. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Shum) com feno de gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.8, p.240-246, 2013.

PASSINI, R.; SPERS, A.; LUCCHI, C. S. Efeitos da substituição parcial do milho na dieta pelo resíduo de panificação sobre o desempenho de novilhos da raça Holandesa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.689-694, 2001.

PEREIRA, O. G.; ROCHA, K. D.; FERREIRA, C. L. L. F. Composição química, caracterização e quantificação da população de microrganismos em capim-elefante cv. Cameroon (*Pennisetum purpureum*, Schum.) e suas silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 36, 1742-1750, 2007.

PEDROSO, A. F. **Resíduo da indústria de panificações químicas e microbianas como inibidores da produção de etanol em silagens de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)**. Tese de doutorado. 2003. 140p. - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

REZENDE, A. V.; GASTALDELLO JUNIOR, A. L.; VALERIANO, A. R.; CASALI, A. O.; MEDEIROS, L. T.; RODRIGUES, R. Uso de diferentes resíduo da indústria de panificações em silagem de capim-elefante. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, p.281-287, 2008.

RABELO, C. H. S.; VALENTE, A. L. S.; BARBERO, R. P.; BASSO, F. C.; REIS, R. A. Performance of finishing beef cattle fed diets containing maize silages inoculated with lactic-acid bacteria and *Bacillus subtilis*. **Animal Production Science**, - <https://doi.org/10.1071/AN16358>. 2018.

RABELO, C. H. S.; BASSO, F. C.; LARA, E. C.; JORGE, L. G. O.; HARTER, C. J.; MARI, L. J.; REIS, R. A. Effects of *Lactobacillus buchneri* as a silage inoculant or probiotic on in vitro organic matter digestibility, gas production, and volatile fatty acids of low dry matter whole-crop maize silage. **Grass and Forage Science**, v.72, p.524–534, 2017.

RABELO, C. H. S.; BASSO, F. C.; MCALLISTER, T. A.; LAGE, J. F.; GONCALVES, G. S.; LARA, E. C.; REIS, R. A. Influence of *Lactobacillus buchneri* as silage additive and forage:concentrate ratio on the growth performance, fatty acid profile in longissimus muscle, and meat quality of beef cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, v.96, p.550–562, 2016.

RABELO, C. H. S.; REZENDE, A. V.; RABELO, F. H. S.; BASSO, F. C.; HARTER, C. J.; REIS, R. A. Chemical composition, digestibility and aerobic stability of corn silages harvested at different maturity stages. **Revista Caatinga**, v.28, p.107-116, 2015.

ROBERTSON, J. B.; VAN SOEST, P. J. The detergent system of analysis and its application to humam foods. In: James, W. P. T., Theander, O. (Eds.). **The analysis of dietary fiber in food**. New York: Marcel Dekker, p.123-158. 1981.

SANTOS, G. R. A.; QUEIROZ, L. O.; SILVA, M. A.; ANDRADE, A. C. S.; SOUZA, E. J. O. Substituição do Milho por Resíduo de Panificação na Dieta de Ovinos: Consumo e Digestibilidade Aparente. **Boletim Industria Animal**, v.71, p.154-159, 2014.

SILVA, D. J. & QUEIROZ, A. C. **Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa, Minas Gerais: Editora UFV, 235p. 2002.

SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar**. Tese de doutorado. 2006. 228p. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; 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.

SPERS, R. C. **Efeito da substituição do milho e do farelo de soja pelo resíduo de panificação no desempenho de bubalinos em crescimento**. Dissertação de Mestrado em Zootecnia. 1996. 27p. Botucatu: UNESP.

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

WILKINSON, J. M.; DAVIES, D. R. The Aerobic Stability Of Silage: Key Findings And Recent Developments. **Grass And Forage Science**, v.68, p.1-19, 2012.

WILKINSON, J. M & RINNE, M. Highlights of progress in silage conservation and future perspectives. **Grass And Forage Science**, v.53, p42-52, 2017.

WOOLFORD, M. K. **The silage fermentation**. New York: Marcel Dekker, 1984. 350p

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

VILELA, D.; LIMA, J.; RESENDE, J. C. Forrageiras que estão revolucionando a pecuária brasileira. In: **Relatório Técnico Anual da Embrapa** – Centro Nacional de Pesquisa em Gado de Leite. Juiz de Fora-MG, 2005.