



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL
MESTRADO EM PRODUÇÃO ANIMAL

ISAAC SYDNEY ALVES DA SILVA MAIA

**COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA E AVALIAÇÃO SENSORIAL DE
SILAGENS DE CAPIM ELEFANTE (*Pennisetum purpureum*, Schum.) COM NÍVEIS
DE RESÍDUOS DA ACEROLA E TAMARINDO**

MOSSORÓ-RN - BRASIL

FEVEREIRO / 2015

ISAAC SYDNEY ALVES DA SILVA MAIA

**COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA E AVALIAÇÃO SENSORIAL DE
SILAGENS DE CAPIM ELEFANTE (*Pennisetum purpureum*, Schum.) COM NÍVEIS
DE RESÍDUOS DA ACEROLA E TAMARINDO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus Mossoró, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Paula Braga

MOSSORÓ/ RN - BRASIL

FEVEREIRO/ 2015

Catálogo na Fonte

Catálogo de Publicação na Fonte. UFRSA - BIBLIOTECA CENTRAL ORLANDO TEIXEIRA – CAMPUS MOSSORÓ

Maia, Isaac Sydney Alves da Silva.

Composição químico-bromatológica e avaliação sensorial de silagens de capim elefante *Pennisetum purpureum*, Schum. com níveis de resíduos da acerola e tamarindo / Isaac Sydney Alves da Silva Maia. - Mossoró, 2015.

68f: il.

Orientador: Alexandre Paula Braga

Mestrado em Produção Animal – Universidade Federal Rural do Semi-Árido – Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

1. Capim elefante. 2. Silagem. 3. Acerola - níveis de resíduos. 4. Tamarindo - níveis de resíduos. 5. Fermentação. I. Título

RN/UFRSA/BCOT/421

CDD 633.2 M217c

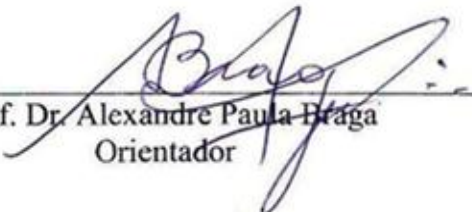
ISAAC SYDNEY ALVES DA SILVA MAIA

**COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA E AVALIAÇÃO SENSORIAL DE
SILAGENS DE CAPIM ELEFANTE (*Pennisetum purpureum*, Schum.) COM NÍVEIS
DE RESÍDUOS DA ACEROLA E TAMARINDO**

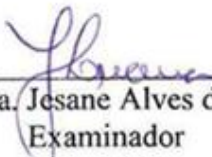
Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do
Semi-Árido – UFERSA, Campus Mossoró, como parte
das exigências para a obtenção do título de Mestre em
Produção Animal.

APROVADA EM: 27 / 02 / 2015

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. Alexandre Paula Braga
Orientador


Profa. Dra. Liz Carolina da Silva Lagos Cortês Assis
Co-Orientador


Profa. Dra. Jesané Alves de Lucena
Examinador

Dedico:

À Deus, pela luz divina que ilumina meu caminho, a minha família pelo apoio e incentivo a mais uma realização em minha vida e meus amigos pelo incentivo brincadeiras e confiança nesta jornada.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela sua infinita bondade e pela luz que ilumina meu caminho;

À minha família: pai, mãe e irmãos, pelo incentivo, ensinamentos, paciência, educação, conselhos, sinceridade, amor e presença em minha vida.

À Priscila Oliveira Costa, que nos momentos mais difíceis soube me confortar, com sua sinceridade, conselho, amor e em todos esses anos aguenta os apanchamentos e estresse da vida, tornando-a especial.

As novas integrantes da família, Edna Cristina (cunhada) e a pequena e tão desejada pessoa Ingridi Fernandes Alves Maia (sobrinha) pelos porquês diários que “enche o saco” e traz mais alegria à família.

Ao meu irmão de Graduação, Danilo Glaydson, pela força na realização do experimento e pelo incentivo nos momentos de dificuldades;

Ao Professor Dr. Alexandre Paula Braga, pela paciência e compreensão nos momentos de dificuldade, por sua orientação nesses anos todos e incentivos para meu crescimento profissional;

À Professora Dra. Jesane Alves de Lucena, que me acolheu e orientou em suas horas vagas, contribuindo com meu crescimento acadêmico.

Aos Zootecnistas Renato Diógenes, pela sua colaboração no desenvolvimento das análises estatísticas, Clemente e Maria Izabel que contribuíram para a iniciação do experimento;

À coordenadora da Pós-graduação em Produção Animal Dra. Liz Carolina, pela participação da banca e apoio.

À empresa Puro Frut, pelos resíduos fornecidos;

Ao Professor Sérvulo, pela doação do capim elefante;

À Antonia Vilma, laboratorista do Laboratório de Nutrição Animal – LANA, que ensinou o manuseio dos equipamentos laboratoriais, pelas conversas e incentivos;

A todos que direta ou indiretamente me ajudaram a superar os obstáculos e que mesmo na dificuldade me incentivaram a continuar em frente.

A todos Obrigado!

"Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo começo, qualquer um pode começar agora e fazer um novo fim."

Chico Xavier

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

ISAAC SYDNEY ALVES DA SILVA MAIA - filho de Luiz Limeira Maia e Maria Lêda Alves da Silva Maia, nascido em 28 de fevereiro de 1986, na cidade de Mossoró/RN. No ano de 2008 foi aprovado no vestibular para ingressar no curso de Zootecnia UFERSA (Universidade Federal Rural do Semi-Árido), durante o curso foi bolsista no ano de 2010/2013 do PIBIC (Programa de Iniciação Científica). No ano de 2013 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Produção Animal na UFERSA sob a orientação do professor Alexandre Paula Braga na área de Análise e Avaliação de Alimentos, submetendo-se a defesa no dia 27 de fevereiro de 2015.

RESUMO GERAL

Objetivou-se avaliar a composição químico-bromatológica, pH, nitrogênio amoniacal e avaliação sensorial de silagens de capim elefante com adição (0, 5, 10, 15 e 20%) de resíduos da acerola e tamarindo em dois experimentos. No capítulo 1 trata-se da revisão de literatura tomando por parte a descrição do capim, silagem, resíduos (acerola e tamarindo), caracterização química, qualidade e valor energético estudados. Os experimentos foram conduzidos nas dependências do laboratório de nutrição animal (LANA) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, campus Mossoró-RN, utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado. Foram utilizados 20 silos experimentais para cada resíduo e abertos com aproximadamente 90 dias após a ensilagem e assim realizadas as avaliações do pH, nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e análise sensorial. Foram colhidas amostras das silagens experimentais e submetidas às análises químico-bromatológicas e determinação do NDT. No capítulo 2 refere-se ao artigo “Valor nutricional de silagens de capim elefante com níveis de resíduos da acerola (*Malpighia emarginata*)” que será submetido as normas da revista Caatinga, tendo como resultados para os teores de MS, MO e EE foram elevados em 0,54; 0,16 e 0,03 pontos percentuais, respectivamente, a cada 1% de inclusão do resíduo. Os CT e pH apresentaram valor médio respectivo de 84,2% e 3,97, o pH ficou dentro da faixa para silagens bem conservadas. O FDN e Hcel obtiveram reduções de 2,19 e 5,96% dos níveis de 0 a 20% de inclusão, respectivamente. Enquanto que elevações de 0,19% para o FDA e 0,29% para LIG a cada 1% de resíduo adicionado. A celulose e NDT apresentaram ponto mínimo de 12,5% de inclusão e teores respectivos de 41,35 e 51,43%. Para PB, PIDN e PIDA, houve aumentos de 0,13% a cada 1% de inclusão do resíduo para os três parâmetros. O N-NH₃ das silagens variou de 0,47 a 0,79% entre os níveis de 0 a 20% de inclusão da acerola. Todas as silagens foram classificadas em “boa a muito boa” de acordo com as características nutricionais e sanitárias. Conclui-se que a adição do resíduo de acerola melhorou o valor nutritivo das silagens avaliadas mantendo suas características fermentativas podendo ser adicionada até o nível de 20%. No capítulo 3 refere-se ao artigo “Composição químico-bromatológica e avaliação sensorial de silagens de capim elefante com níveis de resíduos do tamarindo (*Tamarindus indica*)” que será submetido as normas da revista Ciência Rural tem como resultados para os teores de MS, MO, EE e NDT foram elevados em 0,45; 0,13; 0,08 e 0,39 pontos percentuais, respectivamente, a cada 1% de inclusão do resíduo. Houve efeito quadrático com ponto mínimo em 20% de inclusão e teor de 79,86% do CT. Os teores de

FDN, FDA, CEL e Hcel obtiveram reduções de 13,7; 9,42; 8,65 e 4,28% dos níveis de 0 a 20% de inclusão, respectivamente. Enquanto que a LIG apresentou valor médio de 9,18% para as silagens. Para a PB, PIDN e PIDA, houve aumentos respectivos de 0,27; 0,21 e 0,12 a cada 1% de inclusão do resíduo. O N-NH₃ das silagens apresentou aumento de 0,01 pontos percentuais a cada 1% de resíduo adicionado. O pH apresentou valor médio de 4,05. A avaliação sensorial quanto às características nutricionais as silagens foram “Satisfatórias” a partir do nível de 5% de inclusão. Já as características sanitárias de todas as silagens foram classificadas em “Boa a Muito Boa”. Conclui-se que a adição do resíduo do tamarindo melhorou o valor nutritivo das silagens avaliadas mantendo suas características fermentativas podendo ser adicionada até o nível de 20%.

PALAVRAS-CHAVE: Aditivo, alternativa, subproduto, fermentação, ensilagem

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1. Composição química do resíduo da acerola.....	20
--	----

CAPÍTULO II

Tabela 1. Composição químico-bromatológica do capim elefante e acerola antes da ensilagem, em porcentagem da matéria seca.....	36
Tabela 2. Composição químico-bromatológica, pH e N-NH ₃ das silagens de capim elefante com resíduos da acerola.....	37
Tabela 3. Avaliação sensorial das silagens de capim elefante com níveis de resíduos da acerola, quanto às características associadas ao valor nutritivo.....	42
Tabela 4. Avaliação sensorial das silagens de capim elefante com níveis de resíduos da acerola, quanto às características associadas ao aspecto sanitário.....	42

CAPÍTULO III

Tabela 1. Composição químico-bromatológica do capim elefante e tamarindo antes da ensilagem, em porcentagem da matéria seca.....	60
Tabela 2. Composição químico-bromatológica, pH e N-NH ₃ das silagens de capim elefante com resíduos do tamarindo.....	61
Tabela 3. Avaliação sensorial das silagens de capim elefante com níveis de resíduos do tamarindo, quanto às características associadas ao valor nutritivo.....	62
Tabela 4. Avaliação sensorial das silagens de capim elefante com níveis de resíduos da tamarindo, quanto às características associadas ao aspecto sanitário.....	62

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

Cel	Celulose
CT	Carboidratos Totais
CV	Coefficiente de Variação
EE	Extrato Etéreo
FDA	Fibra em Detergente Ácido
FDN	Fibra em Detergente Neutro
Hcel	Hemicelulose
LANA	Laboratório de Nutrição Animal
Lig	Lignina
MM	Matéria Mineral
MN	Matéria Natural
MO	Matéria Orgânica
MS	Matéria Seca
NDT	Nutrientes Digestíveis Totais
N-NH ₃	Nitrogênio Amoniacal
NRC	National Research Council
PB	Proteína Bruta
PIDA	Proteína Insolúvel em Detergente Ácido
PIDN	Proteína Insolúvel em Detergente Neutro
R ²	Coefficiente de Determinação
RN	Rio Grande do Norte
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-Árido

SUMÁRIO

CAPÍTULO I.....	14
1. INTRODUÇÃO.....	15
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1. O capim elefante (<i>Pennisetum purpureum</i> , Schum.).....	17
2.2. Silagem	17
2.3. Uso de subprodutos na alimentação de ruminantes.....	18
2.4. Acerola (<i>Malpighia emarginata</i> D. C.).....	19
2.5. Tamarindo (<i>Tamarindus indica</i> L.).....	20
2.6. Caracterização química dos alimentos.....	21
2.7. Qualidade da silagem.....	21
2.8. Valor energético.....	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24
3. CAPÍTULO II.....	31
3.1. RESUMO.....	32
3.1.1. Palavras-chave.....	32
3.2. ABSTRACT.....	33
3.2.1. Keywords.....	33
3.3. INTRODUÇÃO.....	33
3.4. MATERIAL E MÉTODOS.....	34
3.5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	37
3.6. CONCLUSÃO.....	42
REFERÊNCIAS.....	43
4. CAPÍTULO III.....	45
4.1. RESUMO.....	46
4.1.1. Palavras-chave.....	47
4.2. ABSTRACT.....	47
4.2.1. Keywords.....	47
4.3. INTRODUÇÃO.....	47
4.4. MATERIAL E MÉTODOS.....	49
4.5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	51
4.6. CONCLUSÃO.....	55
REFERÊNCIAS.....	56
ANEXOS.....	

CAPÍTULO I

COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA E AVALIAÇÃO SENSORIAL DE SILAGENS DE CAPIM ELEFANTE (*Pennisetum purpureum*, Schum.) COM NÍVEIS DE RESÍDUOS DA ACEROLA E TAMARINDO

1 INTRODUÇÃO

O Brasil de acordo com a FAO (2014) é o terceiro maior produtor de frutas do mundo e é líder na produção de frutas tropicais. A demanda do mercado de sucos e polpas da mesma mostra-se em constante ascensão, o que tem motivado aumento do número de agroindústrias processadoras de frutas. Como consequência, houve considerável aumento na geração de resíduos, o que para a indústria e órgãos competentes se tornou grande problema, em função de danos ambientais, já que estes resíduos não têm mercado definido para sua comercialização (CARVALHO et al., 2005).

Devido à grande produção de frutas frescas o Brasil é um país favorecido pela potencialidade de produzir alimentos, devido sua vasta extensão territorial, diversidade climática e de solos. Sendo a região Nordeste responsável pela maior parte da produção de frutas tropicais (SANTOS et al., 2013).

Devido aos baixos índices pluviométricos e à irregularidade na distribuição de chuvas no Nordeste Brasileiro, a estacionalidade da produção de forragem é um dos fatores limitantes na produção de ruminantes (MOTA et al., 2012).

Na época seca a forragem apresenta baixa produção e qualidade tornando-se necessário a utilização de práticas de conservação de alimentos produzidos no período chuvoso. A ensilagem é uma boa opção para o aproveitamento do excesso de forragem produzida no período chuvoso (REGO et al, 2010).

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.), está bastante difundido no Nordeste, por apresentar fácil implantação e possuir elevada produção de forragem, além de ser bem adaptado à região. No entanto, Pacheco et al. (2013), afirmaram que o teor de matéria seca quando se encontra abaixo de 28 a 35%, as silagens são propensas a fermentações secundárias, ocasionando elevadas perdas de nutrientes e a formação de produtos que depreciam o valor nutritivo da silagem. Uma das formas para a redução do teor de umidade é a inclusão de aditivos com teores elevados de matéria seca.

A região tropical brasileira apresenta grande diversidade de espécies botânicas nativas e exóticas. Dentre as plantas de interesse econômico, destacam-se várias espécies frutíferas, muitas das quais são cultivadas e processadas industrialmente, gerando um montante considerável de subprodutos que podem ser aproveitados na alimentação animal (ROGERIO, 2005).

Rodriguez e Guimaraes Junior (2005), afirmam que há uma produção de mais de 500 mil toneladas de subprodutos agroindustriais, deste total grandes quantidades de resíduos são gerados e jogados no meio ambiente.

O número de agroindústrias instaladas por toda a região Nordeste tem aumentado significativamente, com o desenvolvimento da fruticultura que produz desde a fruta de mesa até industrializados como: polpa, sucos, doces, entre outros (VASCONCELOS, 2002). O aumento desses resíduos é vindo da procura por produtos de rápido preparo e o crescimento de indústrias processadoras de frutas (LOUSADA JUNIOR et al., 2005). Uma alternativa para minimizar o impacto ambiental gerado pelo acúmulo de resíduos está além da utilização na adubação e preparo do solo, como também na alimentação animal.

No processamento de alimentos os resíduos agroindustriais não utilizáveis na alimentação humana podem ser aproveitados na dieta animal, tornando-se um importante fator de redução de custos. Esses resíduos gerados pelo processamento de frutas são constituídos basicamente de matéria orgânica como casca, caroço, semente e bagaços ricos em açúcares e fibras, podem variar em termo de composição química e valor nutritivo, dependendo da sua origem. É comum a utilização de subprodutos na alimentação animal, com a capacidade dos ruminantes em aproveitar alimentos que não são digeridos por animais monogástricos (VIEIRA et al., 2009; SILVA, 2014).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum)

O capim elefante originário da África, é a gramínea mais importante em todas as regiões do mundo devido a seu elevado potencial de produção. No Brasil foi trazida em meados de 1920 e disseminando-se rapidamente devido a elevada produção de matéria seca, qualidade, aceitabilidade, vigor, persistência e às adaptações aos diversos sistemas de exploração (CARVALHO, 1985).

A forrageira pode ser utilizada para formação de capineiras para corte e fornecimento ao cocho, podendo ser armazenado na forma de feno e silagem. O capim-elefante, tradicionalmente utilizado para corte, tem se destacado como uma boa opção para ensilagem pelas suas características de produção de matéria seca (ANDRADE e LAVEZZO, 1998).

O capim elefante se destaca por apresentar elevada produtividade de matéria seca MS/ha, podendo chegar a 80 toneladas/ha/ano, com 9-12% de proteína bruta (PB), 57-62% de fibra em detergente neutro (FDN), 55-59% de digestibilidade (CARVALHO et al. 2008).

O valor nutritivo da forragem é influenciado pela idade de corte, quanto mais velha for a forragem maior será o conteúdo da parede celular. Gomide (1994), destaca que para combinar a qualidade com a quantidade a altura média de utilização entre 1,50 a 1,80 m de comprimento. Queiroz Filho et al. (2000), trabalhando com capim elefante constataram que a idade de corte pode compreender de 60 a 80 dias uma produção de matéria seca e qualidade nutricional satisfatória.

2.2 Silagem de capim elefante

A definição de silagem é tida como alimento succulento obtido por estocagem direta ou com secagem mínima da forragem em condições anaeróbicas, cuja preservação é garantida por ambiente anaeróbico e fermentação bacteriana de açúcares, os quais propiciam queda do pH através da produção de ácido lático e acético. O processo de ensilagem tem como objetivo a manutenção da qualidade ou características do alimento com mínimas perdas de matéria seca e energia durante a sua preservação (SILVA, 2009).

A eficiência do processo fermentativo depende principalmente da espécie forrageira a ser ensilada e do seu teor de matéria seca. As características químicas das plantas, como o

teor de carboidratos solúveis, afetam a sua conservação no armazenamento. A qualidade dos carboidratos disponíveis para a fermentação é considerada de fundamental importância para o processo fermentativo (VILELA, 1985). No entanto, se as condições de fermentação não forem adequadas pode ocorrer degradação de proteínas, produção de ácidos orgânicos e elevando a perda de nutrientes do ensilado.

Espera-se uma fermentação ideal no silo quando a forragem a ser ensilada apresenta de 28 a 35% da matéria seca, já abaixo desse nível ocorre a proliferação de bactérias do gênero *Clestridium* as quais são responsáveis por fermentações indesejáveis, sendo que, nestas condições, mesmos teores de carboidratos solúveis de 6 a 8% seriam suficientes para desencadear fermentações lácticas, desde que o poder tampão não seja elevado (SILVA, 2009; LAVEZZO, 1985; MCDONALD, 1981). Por outro lado, forragens ensiladas com teores de matéria seca superiores a 35% dificultam a compactação, pois provocam maiores acúmulo de oxigênio na massa ensilada e, conseqüentemente, maiores perdas (PEREIRA et al., 2007).

2.3 Utilização de subprodutos na alimentação de ruminantes

A utilização de resíduos ou subprodutos agroindustriais vem sendo avaliada por diversos autores, com objetivo de determinar o percentual adequado que deve ser adicionado à silagem de capim elefante para promover melhorias nas condições de fermentação (BATISTA et al., 2006; GONÇALVES, et al., 2007; FERREIRA et al., 2010).

A adição de produtos ricos em matéria seca ou por meio de tratamentos que eliminem o excesso de umidade da forragem, são utilizados com propósito de elevar a matéria seca (MS) das silagens, no entanto, quando eles apresentam altos teores de fibra, podem afetar o valor nutritivo das silagens produzidas (CARVALHO et al., 2007; FARIA et al., 2007; PIRES et al., 2009 CÂNDIDO et al., 2007; CARVALHO et al., 2007, 2008; TEIXEIRA et al., 2008).

Pompeu et al. (2006) utilizando três subprodutos desidratados da agroindústria, abacaxi, maracujá e melão, observaram aumentos nos teores de matéria seca da silagem quando foram adicionados. Resultados semelhantes foram observados por outros autores na inclusão de subprodutos como a manga (SÁ et al. 2007), acerola e goiaba (GONÇALVES et al. 2004) e graviola (CYSNE 2006).

Gonçalves et al. (2004) trabalhando com o valor nutritivo de silagens de capim elefante com adição de diferentes níveis dos subprodutos do processamento de acerola e de

goiaba, observaram que os teores da PB foram aumentando de acordo com os níveis adicionados.

Quanto aos compostos nitrogenados, alguns resíduos apresentam valores de proteína bruta (PB) superior a 10%, como os de acerola (10,5%), maracujá (12,4%) e melão (17,3%). Quanto aos valores de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), fração esta considerada como indigestível durante sua permanência no trato gastrintestinal, verificou-se altos níveis para os resíduos de acerola (26,5% PB), maracujá (20,0% PB) e melão (14,8% PB), Lousada Junior et al. (2005).

2.4 Acerola (*Malpighia emarginata* D. C.)

A aceroleira (*Malpighia emarginata* D. C.) planta de clima tropical que produz frutos com alto teor de vitamina C foi encontrada na sua forma natural nas Ilhas do Caribe, ao Norte da América do Sul, na América Central e no Sul do México. No Brasil, seu cultivo foi intensificado no período de 1988 a 1992, devido a sua importância para alimentação humana, em função da riqueza em vitamina C onde atraiu o interesse dos fruticultores passando a ter interesse econômico (NOGUEIRA et al., 2002; PAIVA *et al.*, 2003).

Rogério (2005) destaca que a industrialização de frutas para produção de sucos ou polpa gera resíduos com elevado potencial de utilização na alimentação de ruminantes. Ressaltando que a quantidade de resíduos gerados varia com o tipo de fruta e o processamento utilizado. O mesmo autor trabalhando com o resíduo da acerola observou rendimento de 15 a 40%.

Os valores da composição química-bromatológica dos resíduos de frutas são variáveis em consequência de alterações nos processos de beneficiamento das indústrias, da qualidade dos frutos, da incorporação de outros resíduos, da inclusão maior ou menor de cascas em relação às sementes (AZEVEDO et al, 2007). Na Tabela 1, encontram-se os valores médios da composição químico-bromatológica dos resíduos oriundos do processamento da acerola para fabricação de sucos.

O subproduto agroindustrial de acerola apresenta alto grau de lignificação das paredes celulares. A digestibilidade deste material pode, por essa razão, ficar diminuída em função do maior ou menor acesso de enzimas celulolíticas e proteolíticas sobre os componentes solúveis celulares e polissacarídeos de membrana (ROGERIO, 2005).

Tabela 1. Composição química do resíduo da acerola

Publicações	MS	PB	FDN	MM	EE	FDA	CEL	HEM	LIG
Vasconcelos (2002)	89,7	13,8	63,1	3,0	-	54,5	33,58	8,6	20,57
Gonçalves et al. (2004)	87,11	10,53	70,22	-	-	52,47	-	17,75	-
Rogério (2005)	82,46	17,36	74,18	2,85	1,57	59,9	39,28	14,28	40,83
Louzada Junior (2005)	85,1	10,5	71,9	2,7	3,2	54,7	35,1	17,2	20,1
Pereira et al. (2009)	-	11,3	67,7	2,8	3,2	52,9	34,3	15	20,3
Ferreira et al. (2010)	83,4	11,0	73,5	-	-	54,9	-	18,5	29,5
Pereira et al. (2010)	97,25	9,06	70,6	6,08	0,9	59,92	-	10,68	-
Silva et al. (2014)	16,08	9,01	51,22	2,25	2,51	41,35	-	9,87	17,04

Adaptada.

Gonçalves et al. (2004) trabalhando com a inclusão da acerola no processo de ensilagem observaram melhorias nos níveis de matéria seca e proteína bruta, proporcionando a ocorrência de um bom processo fermentativo. Contudo as elevações dos níveis de FDA podem vir a comprometer a digestibilidade da MS diminuindo assim o valor nutritivo das silagens. Já o subproduto do processamento da goiaba é eficiente em termos de elevação nos teores de MS das silagens, porém apresenta reduzidos efeitos sobre as características químicas das silagens.

2.5 Tamarindo (*Tamarindus indica* L.)

O tamarindo (*Tamarindus indica* L.) é uma fruta com alto potencial a ser ainda explorado pelo mercado e pode representar fonte de renda para famílias do Nordeste brasileiro pela produção de polpa, no preparo de doces, sorvetes, licores, sucos concentrados e ainda como tempero para arroz, carne, peixe e outros alimentos. Na literatura as referências de resíduo de tamarindo na alimentação animal são escassas (EMBRAPA-2006).

Árvore frutífera e bastante decorativa, podendo chegar aos 25 m de altura. Seu fruto é uma vagem alongada, com 5 a 15 cm de comprimento, com casca pardo-escura, lenhosa e quebradiça, contendo 3 a 8 sementes envolvidas por uma polpa parda e ácida (DONADIO, 1988). Nativo da África, o tamarindo foi adaptado ao clima do Nordeste, a ponto de ser considerado fruta típica da região (SOUZA, 2008). A polpa do tamarindo é rica em ácidos orgânicos como tartárico, cítrico, málico e ascórbico (VIEIRA NETO, 2002), sendo destaque como o mais azedo de todos os frutos (WATANABE, 2007).

O volume de resíduo gerado no processamento deste fruto aproxima-se de 50 a 65 %, e sua composição químico-bromatológica é de: 88,6% de matéria seca (MS); 12,2 % de proteína bruta (PB); 1,33% de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA); 10,3% de

extrato etéreo (EE); 46,7% de fibra em detergente neutro (FDN); 32,7% de fibra em detergente ácido (FDA); 16,6% de Lignina (LIG) e 21,4% de Tanino (ROGERIO, 2005; EMBRAPA, 2006; PEREIRA et al., 2009)

2.6 Caracterização química do material in natura e da silagem

De acordo com Lana et al. (2005), a avaliação dos alimentos consiste em análises químicas, como a da nitrogênio total e minerais, mediante a determinação de componentes químicos, já a avaliação bromatológica por meio de grupos heterogêneos de compostos químicos.

A avaliação químico-bromatológica dos alimentos tem como objetivo principal caracterizá-los de acordo com suas propriedades químicas comuns, fornecendo informações para o balanceamento de rações, que visam atender os requerimentos nutricionais dos ruminantes, e assim proporcionar um melhor desempenho produtivo. Mas, apenas seu conhecimento, a composição química do alimento, não garante o atendimento das necessidades nutricionais, nem da dinâmica da utilização e disponibilidade dos nutrientes (SILVA, 2009).

Salman et al (2010) confirmam que o conhecimento da composição química é necessária para que as dietas sejam formuladas de acordo com a disponibilidade dos nutrientes presentes nos alimentos utilizados. Mas, Silva (2009) comentou que apenas o conhecimento da composição químico-bromatológica dos alimentos não é adequado para garantir o atendimento às exigências nutricionais dos animais, devido não se poder inferir muito acerca da disponibilidade dos nutrientes nos alimentos.

2.7 Qualidade da silagem

Qualidade de silagem é o termo usado para avaliar se o processo fermentativo ocorreu de maneira desejável, podendo-se utilizar como indicadores os índices de pH, concentração de nitrogênio amoniacal (MCDONALD et al., 1981), teor de MS (MUCK, 1988), densidade (TOMICICH et al., 2003) e a avaliação sensorial (FIGUEIREDO, 2000; MEYER, 1989).

De acordo com Figueiredo (2000) a análise sensorial da silagem se constitui num processo eficaz em fornecer informações valiosas sobre o estado de conservação do material,

aspectos sanitários, composição botânica e valor nutritivo. A metodologia é baseada na inspeção e manipulação do material na observância de sua coloração, textura, odor, presença de substâncias estranhas, contaminação por fungos e leveduras, dentre outros aspectos.

O pH ideal para conservação é dependente da umidade do material ensilado e também da temperatura, sendo que em silagens com teor de MS superior a 20% é aceitável um pH equivalente a 4 para obter conservação satisfatória (PEREIRA et al., 2007). A acidez é considerada um fator importante na conservação de silagem, pois atua inibindo ou controlando o desenvolvimento de microrganismos prejudiciais, como as bactérias do gênero *Clostridium*, assim como a atividade das enzimas vegetais, que reduzem o valor energético e a qualidade protéica das silagens (MUCK, 1988; PEREIRA et al., 2007).

O nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total ($N-NH_3/NT$) expressa o conteúdo de amônia da silagem o que reflete a extensão da proteólise durante o processo fermentativo. O aumento da produção de amônia provocado pela proteólise neutraliza os ácidos desejáveis, interferindo diretamente, de forma negativa, na qualidade final do material ensilado (VAN SOEST 1994).

A proteólise expressiva é indesejável, pois a amônia não atende as exigências em nitrogênio de todos os microrganismos ruminais. Conforme Pereira et al (2007), em silagens de baixa qualidade, a maior parte do nitrogênio não protéico (NNP) é representada por amônia (NH_3) e nitratos, já silagens de boa qualidade apresentam maior parte do NNP na forma de aminoácidos.

Van Soest et al (1994) consideraram como indicativos de fermentação adequada valores inferiores a 10% de $N-NH_3/NT$. Valores acima de 15% indicam proteólise excessiva. Outro fator que pode influenciar a qualidade das silagens é a densidade de compactação. Maiores densidades propiciam maior expulsão do oxigênio da massa ensilada, minimizando a respiração, o que previne perdas excessivas de MS e energia, decorrente da oxidação de açúcares solúveis.

2.8 Valor energético

O conhecimento da digestibilidade do alimento em conjunto com dados de composição bromatológica é essencial para a determinação de seu valor nutritivo. A digestibilidade está relacionada à capacidade do animal em utilizar, em maior ou em menor

escala os nutrientes de um alimento. Tendo o valor nutritivo deste alimento uma relação direta com a sua digestibilidade (COSTA, 2005).

Van Soest (1994) destaca a importância das medidas de digestibilidade para o desenvolvimento de sistemas de descrição dos alimentos para ruminantes. Conforme Cappelle et al. (2001) o conhecimento do valor energético dos alimentos é crucial para o correto balanceamento da dieta, visto que *déficits* energéticos reduzem o desempenho produtivo e reprodutivo, e a imunidade dos animais. Por outro lado, rações com energia excedente em relação às exigências nutricionais aumentam o custo com alimentação e a incidência de problemas metabólicos.

Silva (2009), comenta que as equações são propostas pelo NRC (2001), e para estimativa dos nutrientes digestíveis totais em nível de manutenção (NDT) são consideradas as frações químicas digestíveis do alimento (carboidratos fibrosos, carboidratos não-fibrosos, lipídeos e proteína bruta), medidas ou estimadas. O NDT representa uma das medidas avaliativas mais comuns do conteúdo energético, dada sua praticidade em procedimentos de análise de alimentos e cálculo de dietas para ruminantes.

As maiores dificuldades da adequação das dietas às necessidades energéticas dos animais advêm da grande variação na disponibilidade de energia entre os alimentos, bem como pela dificuldade de medição direta desta, por inexistência de técnicas analíticas simples e rotineiras. Dessa forma, o método mais habitual para conhecimento do conteúdo energético dos alimentos, é a sua estimativa através de equações de regressão obtidas a partir de resultados experimentais com animais (CAPPELLE et al., 2001).

Cappelle et al. (2001) destacaram a importância das equações na estimativa das variáveis supracitadas, devido ao alto custo e conseqüente inviabilidade da realização de testes de digestão para todos os alimentos ou dietas. Considerando-se que a disponibilidade de energia se relaciona a muitos componentes químicos, e que as equações de predição partem deste princípio e apresentam relativa acurácia.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, J.B.; LAVEZZO, W. Aditivos na ensilagem do capim-elefante. I. Composição bromatológica das forragens e das respectivas silagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.11, p.1859-1872, 1998.

AZEVEDO, J.A.G.; VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S.; DETMANN, E.; SOUZA, N.K.P.; XAVIER, C.V.; **Composição química e parâmetros da cinética de produção de gases in vitro de resíduos de fruta para alimentação de ruminantes.** Disponível em: <http://www.abz.org.br/publicacoes-tecnicas/anais-zootec/artigos-cientificos/nutricao-ruminantes/3487-Composio-qumica-parmetros-cintica-produo-gases-vitro-resduos-fruta-para-alimentao-ruminantes.html> CONGRESSO DE ZOOTECNIA – ZOOTEC. In: Anais do ZOOTEC. 2007

BATISTA, A.M.V. et al. Efeitos da adição de vagens de algaroba sobre a composição química e a microbiota fúngica de silagens de capim-elefante. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.1, p.1-6, 2006.

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**, vol. 30, n.6, p. 1837-1856, 2001.

CÂNDIDO, M. J. D.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUEZ, N. M.; FERREIRA, A. C. H. Características fermentativas e composição química de silagens de capim-elefante contendo subproduto desidratado de maracujá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1489-1494, 2007.

CARVALHO, G. G. P.; GARCIA, R.; PIRES, A. J. V.; DETMANN, E.; PEREIRA, O. G.; FERNANDES, F. E. P. Degradação ruminal de silagem de capim-elefante emurhecido ou com diferentes níveis de farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 8, p. 1347-1354, 2008.

CARVALHO, G. G. P.; GARCIA, R.; PIRES, A. J. V.; AZEVEDO, J. A. G.; FERNANDES, F. E. P.; PEREIRA, O. G. Valor nutritivo e características fermentativas de silagens de capim-elefante com adição de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1875-1881, 2007.

CARVALHO, S.; VERGUEIRO A.; KIELING, R. et al. Avaliação da suplementação concentrada em pastagem de Tifton-85 sobre os componentes não carcaça de cordeiros; Avaliação da suplementação *Ciência Rural*, v.35, n,2, p.435-439, 2005.

CARVALHO, L. de A.; *Penisetum purpureum*, Shumacher: Revisão. Coronel Pacheco. EMBRAPA- CNPGL, 1985. (EMBRAPA – BOLETIM DE PESQUISA, 10).

COSTA, M.A.L.; VALADARES FILHO, S.C. VALADARES, R.F.D. et al. Validação de equações do NRC (2001) para predição do valor energético de alimentos nas condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.280-287, 2005.

CYSNE, J.R.B.; NEIVA, J.N.M.; GONÇALVES, J.S. et al. Valor nutritivo de silagens de capim elefante (*Penisetum purpureum* Schum.) cv. Roxo com níveis crescentes de adição do subproduto da graviola (*Ananona muricata* L.). **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n.3, p.376-380, 2006.

DONADIO, L.C.; NACHTIGAL, J. C.; SACRAMENTO, C. K. do. **Frutas exóticas**. Jaboticabal: FUNEP, 1988, 279p.

EMBRAPA. Manejo Nutricional de Ovinos para produção de carne no Nordeste do Brasil. Documento 63-2006.

FAOstat, Produção brasileira de frutas 2010. Disponível em: <http://faostat.fao.org/> Acesso em 20/09/2014.

FARIA, D. J. G.; GARCIA, R.; PEREIRA, O. G.; FONSECA, D. M.; MELLO, R.; RIGUEIRA, J. P. S. Composição químico-bromatológica da silagem de capimelefante com níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 2, p. 301-308, 2007.

FERREIRA, A. C. H.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUEZ, N. M.; LOPES, F. C. F.; LÔBO, R. N. B.; Consumo e digestibilidade de silagens de capim-elefante com diferentes níveis de subproduto da agroindústria da acerola. *Revista Ciencia Agronomica*, v. 41, n. 4, p. 693-701, out-dez, 2010.

FIGUEIREDO, M.P. Avaliação da qualidade da silagem. *Revista Bahia Agrícola*, Salvador/Bahia, v.4, n.1, p.71-76, 2000.

GOMIDE, J.A.; Formação e utilização de capineiras de capim-elefante. In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; XAVIER, D. F.; CARVALHO, L. A. (Ed.). *Caprim-elefante: produção e utilização*. Coronel Pacheco: EMBRAPA gado de leite, 1994

GONÇALVES, J.S.; NEIVA, J.N.M.; FILHO, G.S.O.; GONÇALVES, R.N.B.L. Valor nutritivo de silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Shum) e *Brachiaria decumbens* contendo pedúnculo de caju (*Anacardium occidentale* L.) desidratado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.2, p.204-209, 2007.

GONÇALVES, J. S.; NEIVA, J. N. M.; VIEIRA, N. F.; OLIVEIRA FILHO, G. S.; LOBO, R. N. B. Valor nutritivo de silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com adição de diferentes níveis dos subprodutos do processamento de acerola (*Malpighia glabra* L.) e de goiaba (*Psidium guajava* L.) **Revista Ciência Agrônômica**, v. 35, n. 1, p. 131-137, 2004

LANA, R. P. L. *Nutrição e Alimentação Animal: mitos e realidades*. Viçosa /MG UFV. 344p. 2005.

LAVEZZO, W. Silagem de capim-elefante. *Inf. Agropec.*, 11(132):50-57. 1985.

LOUSADA JÚNIOR, J.E. et al. Consumo e digestibilidade aparente de subprodutos do processamento de frutas em ovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.2, p.659-669, 2005

McDONALD, P. **The biochemistry of silage**. New York: John Willey & Sons, 1981. 226 p.

MEYER, H.; BRONSCH, K.; LIEBETSEDER, J. **Supplemente zu Vorlesungen und bungen in der Tierernhrung**. Verlag M. e H. Schaper, Hannover, 1989.

MOTA, P. E. S.; MOURA, R. L.; CARVALHO, W. F.; SILVA, S. F.; OLIVEIRA, E. M.; SANTANA, F. A. S.; PORTELA, G. L. F.; OLIVEIRA, M. R. A. **Características Fermentativas da Silagem de Capim-Elefante Contendo Diferentes Aditivos**. *Rev. Cient. Prod. Anim.*, v.14, n.2, p.133-137, 2012.

MUCK, R.E. **Factores influencing silage quality and their implications**. *Journal Dairy Science*, v. 71, p. 2992-3002, 1988.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; MORAES, J. A. P. V.; BURITY, H. A.; JUNIOR, J. F. S.; **Efeito do estadio de maturacao dos frutos nas caracteristicas fisico-quimicas de acerola**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 37, n. 04, p. 463-470, 2002.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th ed Washington. DC: National Academy Press. 381p. 2001.

PACHECO, W.F.; CARNEIRO, M.S.S.; EDVAN, R.L.; ARRUDA, P.C.L.; CARMO, A.B.R.; SOUSA, D.L.; **Perdas fermentativas de silagens de capim-elefante com níveis crescentes de feno de gliricídia**, *Tecnol. & Ciên. Agropec.*, João Pessoa, v.7, n.4, p.69-75, dez. 2013.

PAIVA, J.R. DE, R.E. ALVES, L. DE M. BARROS, J.R. CRISÓSTOMO, C.F.H. MOURA, A.S. ALMEIDA, AND N.P. NORYES. **Clones de aceroleira: BRS 235 ou apodi, BRS 236 ou Cereja, BRS 237 ou Roxinha e BRS 238 ou Frutacor**. *Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza*. (Comunicado Técnico, 87). 2003.

PEREIRA, E. S.; MIZUBUTI, I. Y.; PINHEIRO, M.S.; VILLARROEL, A.B.S.; CLEMENTINO, R.H.; **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE NUTRICIONAL DE SILAGENS**

DE MILHO (*Zea mays*, L). REVISTA CAATINGA. (Mossoró,Brasil), v.20, n.3, p.08-12, julho/setembro 2007.

PEREIRA, L. G. R.; AZEVEDO, J. A. G.; PINA, D. S.; BRANDAO, L. G. N.; ARAUJO, G. G. L.; VOLTOLINI, T. V. Aproveitamento dos Coprodutos da Agroindústria Processadora de Suco e Polpa de Frutas para Alimentação de Ruminantes. Petrolina: Embrapa Semi-árido, 30 p. (Embrapa Semi- árido. Documentos, 220). 2009.

PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P.; GARCIA, R.; CARVALHO JUNIOR, J. N.; RIBEIRO, L. S. O.; CHAGAS, D. M. T. Capim-elefante ensilado com casca de café, farelo de cacau ou farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 1, p. 34-39, 2009.

POMPEU, R. C. F. F.; NEIVA, J. N. M.; CÂNDIDO, M. J. D.; OLIVEIRA FILHO, G. S.; AQUINO, D. C.; LÔBO, R. N. B. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com adição de subprodutos do processamento de frutas tropicais. *Revista Ciência Agronômica*, v.37, n.1, p.77-83, 2006

QUEIROZ FILHO, J. L.; SILVA, D. S.; NASCIMENTO, I. S. Produção de matéria seca e qualidade do capim elefante (*Penisetum purpureum* Schum.) Cultivar roxo em diferentes idades de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v.29. 2000.

REGO, A.C.; CANDIDO, M.J.D.; PEREIRA, E.S.; FEITOSA, J.V.; REGO, M.M.T.; Degradação de silagens de capim-elefante contendo subproduto do urucum. *Revista Ciência Agronômica*, v. 41, n. 3, p. 482-489, jul-set, 2010.

RODRIGUEZ N. M.; GUIMARÃES JUNIOR, R. Utilização de subprodutos da agroindústria na alimentação de ruminantes. In: SIMPOSIO MINEIRO DE NUTROÇAO DE GADO DE LEITE, 3., 2005, Belo Horizonte. Anais... Lagoa Santa. 2005.

ROGÉRIO, M. C. P. **Valor nutritivo de subprodutos de frutas para ovinos.** Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária. Tese 318p. Doutorado em Ciência Animal. 2005.

SÁ, C.R.L.; NEIVA, J.N.M; GONÇALVES, J.S. et al. Avaliação do valor nutritivo de silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum*) com níveis crescentes do subproduto da manga (*Mangifera indica* L). **Revista Ciência Agronômica**, v.38, n.2, p.199-203, 2007.

SALMAN, A. K. D. et al. Metodologia para avaliação de ruminantes. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2010.

SANTOS, C. E. et al. Anuário brasileiro da fruticultura 2013. Santa Cruz do Sul : Editora Gazeta Santa Cruz, 140p. 2013.

SILVA, A. M.; OLIVEIRA, R. L.; RIBEIRO, O. L.; BAGALDO, A. R.; BEZERRA, L. R.; CARVALHO, S. T.; ABREU, C. L.; LEO, A. G. Valor nutricional de resíduos da agroindústria para alimentação de ruminantes. *Com. Sci.*, Bom Jesus, v.5, n.4, p.370-379, Out./Dez. 2014.

SILVA, C.F.P.G. **AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE SILAGENS DA PARTE AÉREA E RAÍZES DE MANDIOCA**. Itapetinga – Bahia/Brasil. UESB, 2009, 94p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA, 2009.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; van SOEST, P. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992.

SOUZA, D. M. M.. Estudos morfo-fisiológicos da conservação de frutos e sementes de *Tamarindus indica* L.. Dissertação (mestrado em Agronomia) pela UFPB. Areia, 2008.

TEIXEIRA, F. A.; VELOSO, C. M.; PIRES, A. J. V.; SILVA, F. F.; NASCIMENTO, P. V. N. Perdas na ensilagem de capim-elefante aditivado com farelo de cacau e cana-de-açúcar. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 1, p. 227-233, 2008

TOMICH, T.R.; GONÇALVES, L.C.; MAURÍCIO, R.M.; PEREIRA, L.G.R. et al. Composição bromatológica e cinética de fermentação ruminal de híbridos de sorgo com capim-sudão. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 55, n. 6, pp. 747-755, 2003.

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

VASCONCELOS, V.R. **Utilização de subprodutos do processamento de frutas na alimentação de caprinos e ovinos**. In: SEMINÁRIO NORDESTINO DE PECUÁRIA, 4, Fortaleza, CE, Anais.. Fortaleza, CE. 2002.

VIEIRA NETO, R. D.. Frutíferas potenciais para os tabuleiros costeiros e baixadas litorâneas. Aracaju: Empraba Tabuleiros Costeiros. EMDAGRO, 2002.

VIEIRA, P. A. F.; QUEIROZ J. H.; VIEIRA, B. C.; MENDES, F. Q.; BARBOSA, A. de A.; MULLER, E. S.; SANT'ANA, R. de C. O.; MORAES, G. H. K. Caracterização química do resíduo do processamento agroindustrial da manga (*Mangifera indica* L.) Var. UBÁ. *Alim.Nutr.*, Araraquara. v.20, n.4, p. 617-623, out./dez. 2009

VILELA, D. *Sistemas de conservação de forragem*. 1. Silagem. Coronel Pacheco: Embrapa Gado de Leite, 1985. 42p. (Boletim de pesquisa, 11).

WATANABE, A. P.. Microfiltração de suco de tamarindo (*Tamarindus indica* L.) por membrana polimérica: efeito do tratamento enzimático, da velocidade tangencial e da pressão transmembrana. Tese (Mestrado em Engenharia de Alimentos) pela Unicamp. Campinas, 2007.

3. CAPÍTULO II

VALOR NUTRICIONAL DE SILAGENS DE CAPIM ELEFANTE COM NÍVEIS DE RESÍDUOS DA ACEROLA (*Malpighia emarginata*)

Publicação de acordo com as normas da
REVISTA CAATINGA:
http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/31/periodicos/instrucoes_a_os_autores.pdf

1 **Valor nutricional de silagens de capim elefante com níveis de resíduos da acerola**
2 **(*Malpighia emarginata*)¹**

3
4 **Isaac Sydney Alves da Silva Maia^{2*}, Alexandre Paula Braga³, Danillo Glaydson Farias**
5 **Guerra⁴, Liz Carolina da Silva Lagos Cortês Assis³, Jesane Alves de Lucena³**

6
7 **3.1. RESUMO**

8
9 O objetivo deste estudo foi avaliar o valor nutricional de silagens de capim elefante com
10 adição do resíduo da acerola. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado em cinco
11 níveis de inclusão, 0; 5; 10; 15 e 20%, com quatro repetições. Os silos foram abertos com 90
12 dias e feitas as avaliações do N-NH₃, sensorial, pH, colhidas amostras para análise químico-
13 bromatológicas e determinação do NDT. Os teores de MS, MO e EE foram elevados em 0,54;
14 0,16 e 0,03 pontos percentuais, respectivamente, a cada 1% de inclusão do resíduo. Os CT e
15 pH apresentaram valores médios respectivos de 84,2% e 3,97, o pH ficou dentro da faixa para
16 silagens bem conservadas. O FDN e Hcel obtiveram reduções de 2,19 e 5,96% dos níveis de 0
17 a 20% de inclusão, respectivamente. Enquanto que elevações de 0,19% para o FDA e 0,29%
18 para LIG a cada 1% de resíduo adicionado. A celulose e NDT apresentaram ponto mínimo de
19 12,5% de inclusão e teores respectivos de 41,35 e 51,43%. Para PB, PIDN e PIDA, houve
20 aumentos de 0,13% a cada 1% de inclusão do resíduo para os três parâmetros. O N-NH₃ das
21 silagens variou de 0,47 a 0,79% entre os níveis de 0 a 20% de inclusão da acerola. Todas as
22 silagens foram classificadas em “boa a muito boa” de acordo com as características
23 nutricionais e organolépticas. Conclui-se que a adição do resíduo de acerola melhorou o valor
24 nutritivo das silagens avaliadas mantendo suas características fermentativas podendo ser
25 adicionada até o nível de 20%.

26
27 **3.1.1. PALAVRA CHAVE:** Aditivo, alternativa, subproduto, fermentação, ensilagem

28
29 **Nutritional value of elephant grass silages with residue levels of acerola**

30

1 Parte da dissertação do primeiro autor.

2 Mestrando de Pós-Graduação em Produção Animal – UFERSA – Mossoró/ RN/ Brasil *e-mail:
isaacsydney10@gmail.com

3 Professor Departamento de Ciências Animais – UFERSA – Mossoró/ RN/ Brasil.

4 Doutorando do Programa Integrado em Zootecnia – UFPB – Areias/ PB/ Brasil.

31 **3.2. ABSTRACT**

32

33 The objective of this study was to evaluate the nutritional value of elephant grass silages with
34 the addition of residue of acerola. The design was completely randomized in five levels of
35 inclusion, 0; 5; 10; 15 and 20%, with four replications. The silos were opened with 90 days
36 and made the evaluations of NH₃-N, sensorial analysis, pH, samples for chemical-
37 bromatological analysis and determination of the TDN. The DM, OM and EE were elevated
38 in .54; .16 and .03 percentage points, respectively, for each 1% inclusion of the residue. The
39 TC and pH presented mean value respective 84.2% and 3.97, the pH was within the range to
40 well preserved silage. The NDF and HCEL have obtained reductions of 2.19 and 5.96% levels
41 of 0-20% inclusion, respectively. While elevations .19% for the ADF and .29% for the LIG
42 every 1% waste addition. The cellulose and TDN were presented minimum point of 12.5%
43 inclusion and their levels of 41.35 and 51.43%. To CP, IPND and IPAD, there were increases
44 of 0.13% for each 1% inclusion of the residue for the three parameters. The TDN has
45 presented minimum point of 51.43% to the level of 12.4% inclusion. The N-NH₃ of silages
46 ranged from .47 to .79% from levels 0-20% of inclusion of acerola. All silages were classified
47 as "good to very good" according to the nutritional and organoleptic characteristics. It is
48 concluded that addition of the acerola residue improved the nutritive value of silage
49 fermentation characteristics evaluated keeping their may be added to the 20% level.

50

51 **3.2.1. KEYWORDS:** Additive, alternative, by-product, fermentation, silage

52

53

54 **3.3 INTRODUÇÃO**

55

56 Com destaque no cenário mundial como grande produtor de frutas frescas, o Brasil é o
57 país favorecido pela potencialidade de produzir alimentos, devido sua vasta extensão
58 territorial, diversidade climática e de solos, sendo a região Nordeste responsável pela maior
59 parte da produção de frutas tropicais (SANTOS et al., 2013).

60 De acordo com a FAO (2014), o Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do mundo e
61 é líder na produção de frutas tropicais. A demanda do mercado de sucos e polpas de frutas
62 tropicais mostra-se em constante ascensão, o que tem motivado aumento do número de
63 agroindústrias processadoras de frutas. Como consequência do aumento das agroindústrias e

64 produção de frutas, houve considerável aumento na geração de resíduos, o que para a
65 indústria e órgãos competentes se tornou grande problema, em função de danos ambientais, já
66 que estes resíduos não têm mercado definido para sua comercialização (CARVALHO et al.,
67 2005).

68 O Nordeste brasileiro tem ocupado posição de destaque na produção de frutas e sua
69 comercialização vem sendo incrementada com a introdução de várias espécies de fruteiras
70 tropicais nativas e exóticas, ainda pouco exploradas (LUNA; RAMOS JUNIOR, 2005).

71 Na época seca a forragem apresenta baixa produção e qualidade tornando-se necessário
72 a utilização de práticas de conservação de alimentos produzidos no período chuvoso. A
73 ensilagem é uma boa opção para o aproveitamento do excesso de forragem produzida no
74 período chuvoso (REGO et al, 2010).

75 O capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.), está bastante difundido no
76 Nordeste, por apresentar fácil implantação e possuir elevada produção de forragem, além de
77 ser bem adaptado à região. No entanto, Pacheco et al. (2013), afirmaram que o teor de matéria
78 seca quando se encontra abaixo de 28 a 35%, as silagens são propensas a fermentações
79 secundárias, ocasionando elevadas perdas de nutrientes e a formação de produtos que
80 depreciam seu valor nutritivo. Uma das formas para a redução do teor de umidade das
81 silagens é a inclusão de aditivos com teores elevados de matéria seca.

82 No processamento de alimentos, os resíduos agroindustriais não utilizados na
83 alimentação humana podem ser aproveitados na dieta animal, tornando-se um importante
84 fator de redução de custos. Esses resíduos gerados pelo processamento de frutas são
85 constituídos basicamente de matéria orgânica como casca, caroço, semente e bagaços ricos
86 em açúcares e fibras. No entanto, podem variar em termo de composição química e valor
87 nutritivo, dependendo da sua origem. É comum a utilização de subprodutos na alimentação
88 animal, com a capacidade dos ruminantes em aproveitar alimentos que não são digeridos por
89 animais monogástricos (VIEIRA et al., 2008; SILVA et al., 2014).

90 Existe uma variedade de alimentos e resíduos da agroindústria que podem ser utilizados
91 na alimentação de ruminantes, sendo o valor nutricional determinado pela complexa interação
92 com os microrganismos do trato digestivo, nos processos de digestão (FERREIRA et al.
93 (2009). Com isso, o presente trabalho objetivou avaliar o valor nutricional de silagens de
94 capim elefante (*Pennisetum purpureum*, schum) com níveis de resíduos da acerola.

95

96 **3.4. MATERIAL E METODOS**

97

98 O experimento foi conduzido na Universidade Federal Rural do Semi-Árido, campus de
99 Mossoró. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado em cinco tratamentos 0, 5, 10,
100 15 e 20%, com base na matéria natural, e quatro repetições.

101 O resíduo desidratado da acerola foi obtido em uma indústria de despolpa de frutas onde
102 passou por extração da polpa restando a casca e sementes. O material desidratado foi
103 processado em triturador estacionário para facilitar a homogeneização com o capim. O capim
104 elefante utilizado no processo de ensilagem foi cortado manualmente em idade de 80 dias
105 triturados e processados em triturador de forragem obtendo partículas em torno de dois a três
106 centímetros.

107 O material foi levado a um galpão e a silagem foi confeccionada. Utilizaram-se baldes
108 plásticos com diâmetro de 30 cm e altura de 30 cm, e capacidade para aproximadamente 15
109 litros como silos experimentais. O resíduo do processamento da polpa de suco e o capim
110 foram pesados separadamente e misturados no momento da ensilagem, nos níveis de 0, 5, 10,
111 15 e 20% com base na matéria verde, compactadas sob pisoteio, a fim de obter uma densidade
112 de 600kg/m³.

113 Os silos foram devidamente fechados e vedados com fitas adesivas, e, armazenados em
114 local fresco e arejado até o momento da abertura. Decorridos 90 dias após a ensilagem, os
115 silos foram abertos, tendo a porção superficial de aproximadamente 10 cm descartada e o
116 restante do seu conteúdo despejado e homogeneizado sobre lona plástica, retirando-se três
117 amostras de cada unidade experimental para análises posteriores de nitrogênio amoniacal
118 (CÂNDIDO, 2000) e pH (SILVA; QUEIROZ, 2002).

119 No momento de abertura procedeu-se a avaliação sensorial das silagens de acordo com
120 os critérios estabelecidos por Meyer et al. (1989), quanto aos aspectos de odor, coloração e
121 manipulação (teor de matéria seca) das silagens, para os quais receberam pontuações. A partir
122 da soma dos itens as silagens foram então classificadas em boa a muito boa, satisfatória,
123 regular e insatisfatória.

124 As amostras pré-secas das silagens de capim elefante com o resíduo da acerola, e do
125 material original utilizado na ensilagem foram submetidas às análises de matéria seca (MS),
126 proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), de acordo com a metodologia
127 proposta por DETMANN et al. (2012). Para a determinação da matéria orgânica foi feito por
128 diferença de 100 pela MM; MO= 100-MM. A porcentagem de carboidratos totais (CT) foi
129 obtida pela equação (SNIFFEN et al., 1992):

130 (i) $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%cinzas)$.

131 As análises de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA),
132 celulose e lignina (em ácido sulfúrico 72%), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e
133 proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) foram determinadas de acordo com
134 metodologia adaptada de DETMAN et al. (2012). Os teores de hemicelulose (HCEL) foram
135 calculados como a diferença entre os teores de FDN e a FDA (Tabela 1).

136 A partir da composição químico-bromatológica das silagens, foram estimados os
137 valores de nutrientes digestíveis totais (NDT), seguindo equações sugeridas pelo NRC (2001):

138 (ii) $NDT = CNFD + PBD + (AGD \times 2,25) + FDND - 7$,

139 sendo:

140 (iii) $CNFD = 0,98 \{100 - [(FDN - PIDN) + PB + EE + CIN]\}$;

141 (iv) $PBD = PB * \exp[-1,2 \times (PIDA/PB)]$;

142 (v) $AGD = AG = EE - 1$ (se $EE < 1$, $AG = 0$);

143 (vi) $FDND = 0,75 \times (FDN - LIG) \times [1 - (LIG/FDN) \times 0,667]$;

144 em que:

145 CNFD – carboidratos não-fibrosos verdadeiramente digestíveis; PBD – proteína bruta
146 verdadeiramente digestível; AGD – ácidos graxos verdadeiramente digestíveis; FDND – FDN
147 verdadeiramente digestível; PBFDN – proteína bruta ligada à FDN; FAP – fator de ajuste de
148 processamento, nesse caso igual a 1; PBFDA – proteína bruta ligada à FDA; LIG – lignina.

149

150 Tabela 1. Composição químico-bromatológica do capim elefante e acerola antes da
151 ensilagem, em porcentagem da matéria seca.

	Capim Elefante	Acerola
Matéria Seca (MS)	19,51 ¹	90,48 ²
Matéria Orgânica ² (MO)	89,47	96,25
Extrato Etéreo ² (EE)	1,54	1,61
Proteína Bruta ² (PB)	3,93	8,42
Fibra em Detergente Neutro ² (FDN)	77,87	73,77
Fibra em Detergente Ácido ² (FDA)	53,97	58,35
Celulose ² (CEL)	43,61	37,05
Hemicelulose ² (Hcel)	23,90	15,42
Lignina ² (LIG)	9,00	22,19
PIDN ²	1,40	5,97
PIDA ²	0,77	4,21
Carboidratos Totais ² (CT)	84,00	86,22
NDT	53,32	48,98

152 ¹ Com base na matéria natural; ² Com base na matéria seca

153

154 Os resultados foram submetidos à análise de variância, com base no teste de média
155 Tukey ao nível de 5%, utilizou a análise de regressão quando o resultado foi significativo
156 estatisticamente, tomando como base o valor do coeficiente de determinação utilizando o
157 pacote estatístico R (R CORE TEAM, 2013).

158

159 3.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

160

161 Os dados referentes à composição químico-bromatológica, valores de pH, N-NH₃,
162 equações de regressão e coeficiente de determinação das silagens com adição do resíduo da
163 acerola estão na Tabela 2.

164

165 Tabela 2. Composição químico-bromatológica, pH e N-NH₃ das silagens de capim elefante
166 com resíduos da acerola.

Resíduos	NÍVEIS DE INCLUSÃO					Equação	R ²	CV(%)
	0	5	10	15	20			
MS ¹	22,10	24,30	27,20	29,80	32,80	Y= 21,86 + 0,54*X	0,9979	2,52
MO ²	90,21	91,87	92,17	92,87	91,39	Y= 89,78 + 0,16*X	0,9430	0,45
EE ²	1,56	1,74	1,75	1,87	2,19	Y=1,55 + 0,03*X	0,8872	3,32
CT ²	85,35	84,04	84,57	84,25	84,30	Y=84,20	-	0,66
NDT ²	54,52	51,95	51,56	52,01	52,26	Y=54,28-0,46*X+0,02*X ²	0,8975	1,43
FDN ²	75,77	74,90	75,38	73,98	73,58	Y=75,57-0,11*X	0,9682	0,42
FDA ²	53,99	55,52	56,81	57,29	57,76	Y=54,41+0,19*X	0,9305	1,57
CEL ²	43,37	42,64	41,09	41,59	42,37	Y=43,54-0,35*X+0,01*X ²	0,8657	2,35
Hcel ²	21,78	19,38	17,57	16,69	15,82	Y=21,17-0,29*X	0,9470	4,57
LIG ²	8,75	11,42	13,82	14,02	14,49	Y=9,66+0,29*X	0,8625	4,00
PB ²	3,91	4,43	5,55	6,05	6,37	Y=3,95+0,13*X	0,9614	5,50
PIDN ²	1,10	2,24	3,00	3,41	3,75	Y=1,41+0,13*X	0,9362	9,82
PIDA ²	0,73	2,37	2,66	2,87	3,65	Y=1,19+0,13*X	0,8711	13,79
NNH ₃ /NT ²	0,47	0,56	0,52	0,64	0,79	Y=0,45+0,1*X	0,8221	12,88
pH	3,78	3,94	3,95	4,10	4,10	Y=3,97	-	3,83

167 ¹ Com base na matéria natural; ² Com base na matéria seca

168

169 A utilização do resíduo da acerola proporcionou aumento da MS (P<0,05) de 10,7
170 pontos percentuais, quando os níveis variaram de 0 a 20%. O aumento nos teores de MS,
171 tabela 2, foram determinados pela equação de regressão em 0,54 pontos percentuais para cada

172 unidade de acerola adicionada na ensilagem. Essa elevação pode ser explicada pelo alto teor
173 de MS presente no resíduo, como visto na tabela 1, com 90,48%.

174 Os resultados encontrados por Gonçalves et al. (2004) que trabalharam com a inclusão
175 do resíduo da acerola na ensilagem de capim elefante, aumentou em 0,55 pontos percentuais a
176 cada 1% de adição na MS, sendo semelhantes ao encontrado neste estudo. Como o capim
177 elefante, geralmente é indicado para a prática da ensilagem e apresenta baixo teor de MS, o
178 uso dos resíduos desidratados da acerola mostraram boas alternativas para minimizar esse
179 problema.

180 O nível de adição de 15% de inclusão do resíduo da acerola na ensilagem de capim
181 elefante, proporcionaram à silagem teor de MS de 29,80%. Esse valor está no nível de 28 a
182 35% de MS necessário para ocorrência de fermentação láctica (PACHECO et al. 2013).
183 Gonçalves et al. (2004) adicionaram resíduos de acerola e goiaba na ensilagem de capim
184 elefante e relataram que o valor mínimo foi atingido com a utilização de 12% de inclusão do
185 resíduo de acerola e 17% para o resíduo de goiaba.

186 Pompeu et al. (2006) trabalharam com a adição de resíduos de frutas tropicais e
187 observaram, que com 20% de inclusão do resíduo de abacaxi e maracujá, resultados de 29,73
188 e 26,61% de MS, respectivamente, inferiores a este estudo. Os mesmos autores utilizaram o
189 melão na ensilagem e obteve-se resultado superior, de 33,08% de MS. Os resultados podem
190 ser explicados devido à utilização do capim elefante mais novo, com menos MS, para o
191 abacaxi e o maracujá, com 50 e 70 dias de colheita respectivamente, e com mais MS para o
192 melão, mas com mesma idade deste estudo, 80 dias.

193 Neste trabalho o teor de MO do capim elefante foi de 89,47%, esse resultado pode ser
194 explicado pela possível contaminação do capim elefante por areia na hora do corte e
195 transporte, e a partir da adição do resíduo da acerola com 96,25% de MO houve aumento
196 linear ($P < 0,05$) nos teores de MO como visto na Tabela 2, proporcionando aumentos de 0,16
197 pontos percentuais a cada 1% de resíduo adicionado.

198 Os teores de EE das silagens aumentaram ($P < 0,05$) em 0,03 pontos percentuais a cada
199 1% de inclusão do resíduo da acerola na ensilagem de capim elefante. Pereira et al. (2011)
200 relataram que a utilização de lipídeos na dieta de ruminantes tem sido bem vista pelo fato de
201 promover a redução na produção de metano e do incremento calórico, podendo interferir
202 negativamente na digestão da fibra. Kozloski (2011) comenta que a fermentação ruminal será
203 inibida quando o teor de lipídeos for superior a 7% da matéria seca total da dieta. Os teores de

204 EE apresentados pelas silagens não limitam o desenvolvimento microbiano no rúmen e está
205 de acordo com os níveis relatados pelos autores.

206 Os lipídeos também fazem parte das exigências nutricionais dos animais, quando se
207 aproxima de 1% de lipídeos na matéria seca da ração (2% da energia metabolizável) supre as
208 carências de ácidos graxos dos animais (PALMQUIST; MATTOS, 2006).

209 Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) nos teores dos CT das silagens em função da
210 adição do subproduto da acerola. Os teores obtidos do CT para o capim elefante e o resíduo
211 da acerola foram aproximados, 84,00 e 86,22% respectivamente, desta forma não era de se
212 esperar que a adição do subproduto da acerola provocasse alterações nos valores.

213 Verificou-se efeito quadrático ($P<0,05$) nos tratamentos com menor teor de 51,43% de
214 NDT ao nível de 12,4% de inclusão. Pereira et al. (2010) observaram que entre os muitos
215 componentes químicos que são relacionados à concentração de energia disponível de um
216 alimento, o extrato etéreo e proteína bruta, têm sido positivamente correlacionados ao NDT,
217 enquanto que as frações fibrosas têm apresentado correlações negativas com a disponibilidade
218 energética dos alimentos. Esta resposta quadrática pode ser explicada pela pequena variação
219 dos teores de FDN, e um aumento dos teores de lignina, que nas equações de NDT utilizam-se
220 esses teores para estimar o FDN verdadeiramente digestível.

221 Para os teores de FDN das silagens houve efeito linear decrescente ($P<0,05$) com
222 reduções de 0,11 pontos percentuais a cada 1% de adição do resíduo na silagem de capim
223 elefante. Esta redução pode ter acontecido pelo elevado teor de FDN do capim elefante
224 (77,87%) e da acerola (73,77%). As silagens de capim elefante com adição de resíduo da
225 acerola ultrapassaram o nível recomendado por Van Soest (1965) de 55 a 60% para que não
226 haja limitação do alimento por efeito físico do enchimento do rúmen, atingindo teores de
227 FDN de 75,77 a 73,58%, nos tratamentos de 0 a 20% de adição respectivamente.

228 Gonçalves et al. (2004) estudando o efeito da inclusão de resíduos da acerola e goiaba
229 na ensilagem do capim elefante, não observaram diferenças entre os tratamentos, relatando
230 que as concentrações de FDN do capim e do resíduo foram muito próximas por isso não
231 esperou diferenças nos níveis utilizados.

232 Pompeu et al. (2006), avaliando o valor nutritivo de silagens com adição de resíduos de
233 frutas tropicais observaram reduções nos teores da FDN do abacaxi e do maracujá, em 0,35 e
234 0,62 pontos percentuais a cada 1% de resíduo adicionado, respectivamente.

235 Os teores de FDA observados nas silagens de capim elefante com resíduo da acerola
236 obtiveram resultados 53,99 a 57,76% nos níveis de 0 a 20% respectivamente, com efeito

237 linear crescente ($P < 0,05$) de 0,19 pontos percentuais a cada 1% de resíduo da acerola
238 adicionado.

239 Gonçalves et al. (2004) utilizaram resíduo da acerola na ensilagem com capim elefante
240 obtiveram aumentos de 0,32 unidades percentuais, os autores explicam esse aumento devido
241 as maiores concentrações de FDA no resíduo do que no capim, com um aumento total de
242 5,03% do tratamento controle ao 20% do resíduo. Ferreira et al. (2010) utilizando níveis
243 crescentes do resíduo da acerola na ensilagem observaram aumento de 9,18%, do nível 0 ao
244 14% de inclusão.

245 Os resultados obtidos neste trabalho para os teores da FDA das silagens de capim
246 elefante com resíduos de acerola podem fazer com que o valor nutritivo das silagens diminua
247 sendo explicado pelo alto teor encontrado no resíduo da acerola relacionado ao do capim
248 elefante, 58,35 e 53,97% respectivamente. Segundo Van Soest (1994) há uma correlação
249 negativa entre os teores de FDA e a digestibilidade. Macedo Junior et al. (2007) comentam
250 que a FDA não é uma boa estimativa da fibra com definição estrutural, simplesmente por não
251 conter todos os polissacarídeos parcialmente digestíveis do alimento.

252 Nos teores de Lignina (LIG) das silagens de capim elefante com resíduo da acerola foi
253 observado aumento linear ($P < 0,05$) de 0,29 pontos percentuais a cada 1% de adição do
254 resíduo da acerola. Esse aumento de 5,74% do nível 0 a 20% pode ter acontecido pelo elevado
255 teor de LIG encontrado no resíduo da acerola que foi de 22,19%, muito alto comparado aos
256 9% de LIG do capim elefante.

257 As silagens de capim elefante com resíduo da acerola obtiveram comportamento
258 quadrático ($P < 0,05$) para celulose com ponto mínimo em 12,5% de inclusão e 41,35% de
259 CEL. Esse resultado pode ser explicado pelos aumentos nos teores de FDA e Lignina das
260 silagens de capim elefante com resíduo da acerola o que pode ter ocasionado esse efeito.

261 A hemicelulose (Hcel) apresentou efeito linear ($P < 0,05$) com reduções de 0,29 pontos
262 percentuais a cada 1% de adição do resíduo da acerola. Esse efeito pode ter acontecido pelo
263 seu elevado teor no capim elefante e inferior a este no resíduo da acerola, 23,90 e 15,42%
264 respectivamente, com uma redução total de 5,96% do nível 0 ao 20% de inclusão do resíduo
265 da acerola na silagem.

266 Gonçalves et al. (2004) trabalhando com silagens de capim elefante acrescidos do
267 subproduto da acerola observaram que não houve diferença nas silagens estudadas,
268 constatando que mesmo obtendo percentual de Hcel menor no subproduto da acerola

269 (17,75%) em comparação ao capim elefante (30,51%), não reduziu os percentuais de Hcel das
270 silagens produzidas.

271 Ferreira et al.(2010) trabalhando com acréscimo do resíduo da acerola na ensilagem de
272 capim elefante observaram reduções de 5,97% do nível 0 ao 14% de inclusão, resultado
273 semelhante ao encontrado neste estudo, 5,96% de Hcel, utilizando os níveis de 0 a 20%.

274 Os resultados dos teores de PB nas silagens de capim elefante acrescidas de resíduos da
275 acerola aumentaram linearmente ($P<0,05$) a 0,13 pontos percentuais a cada 1% de acréscimo.
276 Van Soest (1994) preconiza que o nível mínimo de 7% de PB deve ser alcançado sendo
277 necessários para um bom funcionamento ruminal, os níveis estudados não atingiram o valor
278 mínimo estipulado pelo autor.

279 Ferreira et al. (2010) observaram com o acréscimo do resíduo da acerola na ensilagem
280 de 0 a 14% obtiveram um aumento de 4,56% de PB, muito superior ao encontrado neste
281 trabalho que foi utilizado os níveis de 0 a 20% com aumento de 2,46%. Gonçalves et al.
282 (2004) trabalhando com acerola obtiveram aumentos nos valores para PB de 0,22 pontos
283 percentuais a cada 1% de adição do resíduo com total de 1,85% para as silagens de 0 a 20%
284 de inclusão.

285 Para as proteínas insolúveis, em detergente neutro e detergente ácido, PIDN e PIDA
286 respectivamente, foram observados aumentos lineares de 0,13 pontos percentuais a cada 1%
287 de adição dos resíduos nas silagens. Esses aumentos podem ser explicados pelos elevados
288 teores PIDN e PIDA do resíduo da acerola comparando-se com as do capim elefante.

289 Ferreira et al. (2010) relataram que com a inclusão do resíduo da acerola na ensilagem
290 de capim elefante houve melhora em algumas características químicas das silagens, a PB por
291 exemplo, mas essas alterações não permitiram um aproveitamento dos alimentos pelos
292 animais. Segundo Van Soest (1994) o PIDN e PIDA são de uso limitado pelos
293 microrganismos ruminais.

294 De acordo com Silva et al. (2013) relataram que a análise dos teores de PIDA no
295 alimento é importante, pois representa a fração proteica indisponível ao animal, uma vez que
296 é oriunda da complexação de compostos proteicos com a FDA. Os mesmos autores relataram
297 quanto menor for a PIDN e PIDA, principalmente a PIDA, maior será a disponibilidade de
298 PB.

299 Para o nitrogênio amoniacal houve efeito linear crescente quando as silagens avaliadas
300 obtiveram um aumento de 0,1 pontos percentuais a cada 1% de adição do resíduo. Os baixos
301 valores apresentados para o $N-NH_3$ representam reduções da proteólise. McDonald, (1981)

302 relatou que acima de 12% de N-NH₃ indica proteólise, ocasionando perdas de nutrientes e
303 baixa qualidade das silagens.

304 Nos valores de pH foi observado que a utilização do resíduo de acerola não interferiu
305 (P>0,05) na estabilização do processo fermentativo, obtendo valor médio de 3,97 ficando na
306 margem de 3,8 a 4,2 recomendada por McDonald (1981), a qual é a faixa de inibição de
307 fermentações secundárias e indesejáveis pelas bactérias do gênero *Clostridium*, produtoras do
308 ácido butírico.

309 Gonçalves et al (2004) trabalharam com a inclusão do subproduto da acerola na
310 ensilagem de capim elefante e observaram no pH diminuições de 0,02 pontos percentuais a
311 cada 1% de resíduo adicionado.

312 As silagens de capim elefante com resíduo da acerola apresentaram boa qualidade à
313 avaliação sensorial, Tabela 3 e Tabela 4, possuindo um odor ácido típico, o que sugere
314 quantidades adequadas de ácidos desejáveis para uma boa fermentação com coloração
315 tipicamente esverdeada e com poucas perdas por deterioração, esses resultados podem ser
316 explicados pela compactação e vedação adequada.

317

318 Tabela 3. Avaliação sensorial das silagens de capim elefante com níveis de resíduos da
319 acerola, quanto às características associadas ao valor nutritivo.

Silagens	Pontuação total	Classificação	Parâmetro
0%	22	Boa a Muito Boa	21 a 25
5%	22	Boa a Muito Boa	21 a 25
10%	24	Boa a Muito Boa	21 a 25
15%	22	Boa a Muito Boa	21 a 25
20%	21	Boa a Muito Boa	21 a 25

320

321 Tabela 4. Avaliação sensorial das silagens de capim elefante com níveis de resíduos da
322 acerola, quanto às características associadas ao aspecto sanitário.

Silagens	Pontuação total	Classificação	Parâmetro
0%	-1	Boa a Muito Boa	0 a -5
5%	-1	Boa a Muito Boa	0 a -5
10%	0	Boa a Muito Boa	0 a -5
15%	0	Boa a Muito Boa	0 a -5
20%	0	Boa a Muito Boa	0 a -5

323

324

325 **3.6. CONCLUSÃO**

326

327 A adição do resíduo da acerola na ensilagem de capim elefante promoveu aumentos nos
328 teores de MS, MO, EE, NDT, FDA, LIG e frações proteicas, ocasionando também reduções
329 nos teores de FDN e Hcel. Desta forma, pode-se recomendar a adição de resíduo de acerola na
330 ensilagem, até o nível de 20%, uma vez que sua utilização melhorou as características
331 nutricionais das silagens permitindo boa fermentação das mesmas.

332

333

334 **REFERÊNCIAS**

335

336 CANDIDO, M. J. D. **Qualidade e valor nutritivo de silagens de híbridos de sorgo**
337 **(Sorghum bicolor (L.) Moench) sob doses crescentes de recomendação de adubação.** 55
338 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2000.

339

340 CARVALHO, S.; VERGUEIRO A.; KIELING, R. et al. Avaliação da suplementação
341 concentrada em pastagem de Tifton-85 sobre os componentes não carcaça de cordeiros;
342 Avaliação da suplementação. **Ciência Rural**, v.35, n,2, p.435-439, 2005.

343

344 DETMANN, E. et al. **Métodos para análise de alimentos.** Visconde do Rio do Branco, MG.
345 Suprema, p. 214, 2012.

346

347 FAO stat, **Produção brasileira de frutas 2010.** Disponível em: < <http://faostat.fao.org/>>
348 Acesso em 20/09/2014.

349

350 FERREIRA, A. C. H. et al. Consumo e digestibilidade de silagens de capim-elefante com
351 diferentes níveis de subproduto da agroindústria da acerola. **Revista Ciência Agronômica**, v.
352 41, n. 4, p. 693-701, out-dez, 2010.

353

354 FERREIRA, A. C. H. et al. Desempenho produtivo de ovinos alimentados com silagens de
355 capimelefante contendo subprodutos do processamento de frutas. **Revista Ciência**
356 **Agronômica**, v. 40, n. 2, p. 315-322, abr-jun, 2009.

357

358 GONÇALVES, J.S. et al. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum*
359 *purpureum* Schum.) com adição de diferentes níveis dos subprodutos do processamento de

360 acerola (*Malpighia glabra* L.) e de goiaba (*Psidium guajava* L.). **Revista Ciência**
361 **Agrônômica**, v.35, n.1, p.131-137, 2004.

362

363 KOZLOSKI, G. V.; **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria. Ed. UFSM. 216p. 2011.

364

365 LUNA, J.V.U.; RAMOS JUNIOR, D. de S.; Banco de germoplasma de fruteiras nativas e
366 exóticas. **Bahia Agrícola**, v.7, n.1, set. 2005

367

368 MACEDO JÚNIOR, G. L. et al. QUALIDADE DA FIBRA PARA A DIETA DE
369 RUMINANTES. **Ciência Animal**, Fortaleza/ CE. 17(1):7-17,2007.

370

371 McDONALD, P. **The biochemistry of silage**. New York: Ed. John Wiley, 1981, 226p.

372

373 MEYER, H.; BRONSCH, K.; LIEBETSEDER, J. Supplemente zu Vorlesungen und bungen
374 in der Tierernhrung. Verlag M. e H. Schaper, Hannover, 1989.

375

376 PACHECO, W. F. et al Perdas fermentativas de silagens de capim-elefante com níveis
377 crescentes de feno de gliricídia.. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.7, n.4,
378 p.69-75, dez. 2013.

379

380 PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELLI, T. T.
381 et al. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 299-322.

382

383 PEREIRA, E. S. et al. Torta de girassol em rações de vacas em lactação: produção
384 microbiana, produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite. **Acta Scientiarum.**
385 **Animal Sciences** Maringá, v. 33, n. 4, p. 387-394, 2011.

386

387 PEREIRA, E. S. et al. Determinação das frações proteicas e de carboidratos e estimativa do
388 valor energético de forrageiras e subprodutos da agroindústria produzidos no Nordeste
389 Brasileiro. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 1079-1094, out./dez. 2010.

390

391 POMPEU, R. C. F. F. et al. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum*
392 *purpureum* Schum.) com adição de subprodutos do processamento de frutas tropicais. **Revista**
393 **Ciência Agrônômica**, v.37, n.1, p.77-83, 2006.

394

395 R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. R foundation
396 for statistical computing. Vienna – Austria. 2013.

397

398 REGO, M. M. T. et al. Chemical and bromatological characteristics of elephant grass silages
399 containing a mango by-product. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.81-87, 2010.

400

401 REIS, P. M. C. L. **Extração e avaliação do potencial antioxidante dos extratos obtidos da**
402 **semente do tamarindo doce (*Tamarindus indica*)**. Universidade Federal de Santa Catarina.
403 Dissertação Mestrado. 125p. 2013.

404

405 SANTOS, C. E. et al. **Anuário brasileiro da fruticultura 2013**. Santa Cruz do Sul : Editora
406 Gazeta Santa Cruz, 140p. 2013.

407

408 SILVA, M. A. et al. Valor nutricional de resíduos da agroindústria para alimentação de
409 ruminantes. **Comunicata Scientiae** Bom Jesus, 5(4): 370-379, Out./Dez. 2014.

410

411 SILVA, M. S. J. Estimativa de produção e valor nutritivo do feno de estilosantes cv. Campo
412 Grande. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 3, p. 1363-1380, maio/jun. 2013.

413

414 SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2.
415 ed. Vicosa: UFV, 2002. 165 p.

416

417 SNIFFEN, C. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II.
418 Carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, v.70, n.12 , 1992.

419

420 VAN SOEST, P.J. Symposium on factors influencing the voluntary intake in relation to
421 chemical composition and digestibility. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.24, n.3,
422 p.834-843, 1965.

423

- 424 VAN SOEST. **Nutritional ecology of the ruminant.** Washington, Cornell University Press,
425 1994. 476p.
426
427 VIEIRA, P. F. et al. Digestibilidade da matéria seca e proteína bruta do resíduo seco de
428 padaria em ovinos. **ARS Veterinaria**, v.24, n.1, 053-058, 2008.

4. CAPÍTULO III

**COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA, NITROGÊNIO AMONÍACO, pH
E AVALIAÇÃO SENSORIAL DE SILAGENS DE CAPIM ELEFANTE COM NÍVEIS
DE RESÍDUOS DO TAMARINDO (*Tamarindus indica*)**

**Publicação de acordo com as normas da
REVISTA CIENCIA RURAL - UFSM:
<http://coral.ufsm.br/cerrevista/normas.htm>**

1 **Composição químico-bromatológica, nitrogênio amoniacal, pH e avaliação sensorial de**
2 **silagens de capim elefante com níveis de resíduos do tamarindo (*Tamarindus indica*)¹**

3 **Nutritional value of elephant grass silages with residue levels of tamarind (*Tamarindus***
4 ***indica*)**

5 **Isaac Sydney Alves da Silva Maia^{2*}, Alexandre Paula Braga³, Danillo Glaydson Farias**
6 **Guerra⁴, Jesane Alves de Lucena³, Liz Carolina da Silva Lagos Cortês Assis³, Márcia**
7 **Marcila Fernandes Pinto²**

8 **4.1. RESUMO**

9 O objetivo deste estudo foi avaliar a composição químico-bromatológica, nitrogênio
10 amoniacal, pH e avaliação sensorial de silagens de capim elefante com adição do resíduo do
11 tamarindo. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado em cinco níveis de inclusão,
12 0; 5; 10; 15 e 20%, com quatro repetições. Os silos foram abertos com 90 dias e feitas as
13 avaliações do N-NH₃, sensorial, pH, colhidas amostras para análises químico-bromatológicas
14 e determinação do NDT. Os teores de MS, MO, EE e NDT foram elevados em 0,45; 0,13;
15 0,08 e 0,39 pontos percentuais, respectivamente, a cada 1% de inclusão do resíduo. Houve
16 efeito quadrático com ponto mínimo em 20% de inclusão e teor de 79,86% do CT. Os teores
17 de FDN, FDA, CEL e Hcel obtiveram reduções de 13,7; 9,42; 8,65 e 4,28% dos níveis de 0 a
18 20% de inclusão, respectivamente. Enquanto que a LIG apresentou valor médio de 9,18%
19 para as silagens. Para a PB, PIDN e PIDA, houve aumentos respectivos de 0,27; 0,21 e 0,12 a
20 cada 1% de inclusão do resíduo. O N-NH₃ das silagens apresentou aumento de 0,01 pontos
21 percentuais a cada 1% de resíduo adicionado. O pH apresentou valor médio de 4,05. A
22 avaliação sensorial quanto às características nutricionais das silagens foram “Satisfatórias” a
23 partir do nível de 5% de inclusão. Já as características organolépticas das silagens foram

1 Parte da dissertação do primeiro autor.

2* Mestrando de Pós-Graduação em Produção Animal-UFERSA e-mail: isaacsydney10@gmail.com

3 Professor Departamento de Ciências Animais - UFERSA

4 Doutorando do Programa Integrado em Zootecnia - UFPB

1 classificadas em “Boa a Muito Boa”. Conclui-se que a adição do resíduo do tamarindo
2 melhorou o valor nutritivo das silagens avaliadas mantendo suas características fermentativas
3 podendo ser adicionada até o nível de 20%.

4 **4.1.1. PALAVRA CHAVE:** Aditivo, alternativa, subproduto, fermentação, ensilagem

5

6 **4.2. ABSTRACT**

7 The aim of this study was to evaluate the chemical composition, ammonia nitrogen,
8 pH and sensory evaluation of elephant grass silages with addition of residue of Tamarind. The
9 design was completely randomized in five levels of inclusion, 0; 5; 10; 15, and, 20%, with
10 four replications. The silos were opened with 90 days and it were made the evaluations of
11 NH₃-N, sensory, pH, samples for chemical-bromatological analysis and determination of the
12 TDN. The DM, OM and EE were elevated in .45; .13 and .08 percentage points, respectively,
13 for each 1% inclusion of the residue. There was quadratic effect with minimum point in 20%
14 of inclusion and content of 79.86% of CT. The NDF, ADF, CEL and HCEL have obtained
15 reductions of 13.7; 9.42; 8.65 and 4.28% levels of 0 to 20% inclusive, respectively. While the
16 lignin presented medium value for 9.18% for silage. For CP, IPND and IPAD, there were
17 respective increases of .27; .21 and .12 for each 1% inclusion of waste. The NH₃-N of the
18 silage increased by .01 percentage points for each 1% of added waste. The pH presented
19 medium value for 4.05. The sensory evaluation as to the nutritional characteristics of the
20 silages were "Satisfactory" from the level 5% of inclusion. Already the organoleptic
21 characteristics of silages were classified as "Good to Very Good". It is concluded that addition
22 of the tamarind residue improved the nutritive value of silage fermentation characteristics
23 evaluated keeping their may be added to the 20% level.

24 **4.2.1. KEYWORDS:** Additive, alternative, by-product, fermentation, silage

25

1 **4.3. INTRODUÇÃO**

2 Com destaque no cenário mundial como grande produtor de frutas frescas, o Brasil é
3 o país favorecido pela potencialidade de produzir alimentos, devido sua vasta extensão
4 territorial, diversidade climática e de solos sendo a região Nordeste responsável pela maior
5 parte da produção de frutas tropicais (SANTOS et al., 2013).

6 De acordo com a FAO (2014), o Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do
7 mundo e é líder na produção de frutas tropicais. Como consequência do aumento das
8 agroindústrias e produção de frutas, houve considerável aumento na geração de resíduos, o
9 que para a indústria e órgãos competentes se tornou grande problema, em função de danos
10 ambientais, já que estes resíduos não têm mercado definido para sua comercialização
11 (CARVALHO et al., 2005).

12 O capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.), está bastante difundido no
13 Nordeste, por apresentar fácil implantação e possuir elevada produção de forragem, além de
14 ser bem adaptado à região. No entanto, PACHECO et al. (2013), afirmaram que o teor de
15 matéria seca quando se encontra abaixo de 28 a 35%, as silagens são propensas a
16 fermentações secundárias, ocasionando elevadas perdas de nutrientes e a formação de
17 produtos que depreciam o seu valor nutritivo. Uma das formas para a redução do teor de
18 umidade das silagens é a inclusão de aditivos com teores elevados de matéria seca.

19 A busca por alimentos que proporcionem menores custos e a necessidade de
20 contornar o problema ocasionado pela estacionalidade da produção de forragem no Nordeste,
21 como consequência a melhoraria da produção animal com a utilização de resíduos do
22 processamento de frutas (CRUZ et al. 2010).

23 Na época seca a forragem apresenta baixa produção e qualidade tornando-se
24 necessário a utilização de práticas de conservação de alimentos produzidos no período

1 chuvoso. A ensilagem é uma boa opção para o aproveitamento do excesso de forragem
2 produzida no período chuvoso (REGO et al, 2010).

3 Os resíduos gerados pelo processamento de frutas são constituídos basicamente de
4 matéria orgânica como casca, caroço, semente e bagaços ricos em açúcares e fibras. No
5 entanto, podem variar em termo de composição química e valor nutritivo, dependendo da sua
6 origem. É comum a utilização de subprodutos na alimentação animal, com a capacidade dos
7 ruminantes em aproveitar alimentos com alto teor de fibra (VIEIRA et al., 2008; SILVA et
8 al., 2014).

9 De acordo com REIS (2013), a semente do tamarindo é uma potencial fonte de
10 proteínas, devido a sua riqueza em aminoácidos sulfurados. No entanto, a baixa
11 digestibilidade dificulta a sua utilização na alimentação. Com isso, o presente trabalho
12 objetivou avaliar valor nutricional de silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum*,
13 schum) com níveis de resíduos do tamarindo.

14

15 **4.4. MATERIAL E METODOS**

16 O experimento foi conduzido na Universidade Federal Rural do Semi-Árido, campus de
17 Mossoró. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado em cinco tratamentos 0, 5, 10,
18 15 e 20%, com base na matéria natural, e quatro repetições.

19 O resíduo desidratado do tamarindo foi obtido em uma indústria de despolpa de frutas
20 onde passou por extração da polpa restando a casca e sementes. O material desidratado foi
21 processado em triturador estacionário para facilitar a homogeneização com o capim. O capim
22 elefante utilizado no processo de ensilagem foi cortado manualmente em idade de 80 dias
23 triturados e processados em triturador de forragem obtendo partículas em torno de dois a três
24 centímetros.

1 O material foi levado a um galpão e a silagem foi confeccionada. Utilizaram-se baldes
2 plásticos com diâmetro de 30 cm e altura de 30 cm, e capacidade para aproximadamente 15
3 litros como silos experimentais. O resíduo do processamento da polpa de suco e o capim
4 foram pesados separadamente e misturados no momento da ensilagem, nos níveis de 0, 5, 10,
5 15 e 20% com base na matéria verde, compactadas sob pisoteio, a fim de obter uma densidade
6 de 600kg/m³.

7 Os silos foram devidamente fechados e vedados com fitas adesivas, e, armazenados em
8 local fresco e arejado até o momento da abertura. Decorridos 90 dias após a ensilagem, os
9 silos foram abertos, tendo a porção superficial de aproximadamente 10 cm descartada e o
10 restante do seu conteúdo despejado e homogeneizado sobre lona plástica, retirando-se três
11 amostras de cada unidade experimental para análises posteriores de nitrogênio amoniacal
12 (CÂNDIDO, 2000) e pH (SILVA; QUEIROZ, 2002).

13 No momento de abertura procedeu-se a avaliação sensorial das silagens de acordo com
14 os critérios estabelecidos por Meyer et al. (1989), quanto aos aspectos de odor, coloração e
15 manipulação (teor de matéria seca) das silagens, para os quais receberam pontuações, e a
16 partir da soma dos itens as silagens foram então classificadas em boa a muito boa, satisfatória,
17 regular e insatisfatória.

18 As amostras pré-secas das silagens de capim elefante com o resíduo do tamarindo, e do
19 material original utilizado na ensilagem foram submetidas às análises de matéria seca (MS),
20 proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), de acordo com a metodologia
21 proposta por DETMANN et al. (2012). Para a determinação da matéria orgânica foi feito por
22 diferença de 100 pela MM; MO= 100-MM. A porcentagem de carboidratos totais (CT) foi
23 obtida pela equação (SNIFFEN et al., 1992):

24 (vii) $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%cinzas)$.

1 As análises de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA),
2 celulose e lignina (em ácido sulfúrico 72%), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e
3 proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) foram determinadas de acordo com
4 metodologia adaptada de DETMANN et al. (2012). Os teores de hemicelulose (HCEL) foram
5 calculados como a diferença entre os teores de FDN e a FDA (Tabela 1).

6 A partir da composição químico-bromatológica das silagens, foram estimados os
7 valores de nutrientes digestíveis totais (NDT), seguindo equações sugeridas pelo NRC (2001):

8 (viii) $NDT = CNFD + PBD + (AGD \times 2,25) + FDND - 7,$

9 sendo:

10 (ix) $CNFD = 0,98 \{100 - [(FDN - PIDN) + PB + EE + CIN]\};$

11 (x) $PBD = PB * \exp[-1,2 \times (PIDA/PB)];$

12 (xi) $AGD = AG = EE - 1$ (se $EE < 1$, $AG = 0$);

13 (xii) $FDND = 0,75 \times (FDN - LIG) \times [1 - (LIG/FDN) \times 0,667];$

14 em que:

15 CNFD – carboidratos não-fibrosos verdadeiramente digestíveis; PBD – proteína bruta
16 verdadeiramente digestível; AGD – ácidos graxos verdadeiramente digestíveis; FDND – FDN
17 verdadeiramente digestível; PBFDN – proteína bruta ligada à FDN; FAP – fator de ajuste de
18 processamento, nesse caso igual a 1; PBFDA – proteína bruta ligada à FDA; LIG – lignina.

19 Os resultados foram submetidos à análise de variância, com base no teste de média
20 Tukey ao nível de 5%, utilizou a análise de regressão quando o resultado foi significativo
21 estatisticamente, tomando como base o valor do coeficiente de determinação utilizando o
22 pacote estatístico R (R CORE TEAM, 2013).

23

24 **4.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

1 Os dados referentes à composição químico-bromatológica, valores de pH, N-NH₃,
2 equações de regressão e coeficiente de determinação das silagens com adição do resíduo do
3 tamarindo estão na Tabela 2.

4 A utilização do resíduo do tamarindo proporcionou aumento na MS (P<0,05) de 0,45
5 pontos percentuais na MS a cada 1% de resíduo adicionado, obtendo aumento de 8,1%,
6 quando os níveis variaram de 0 a 20%. Essa elevação pode ser explicada pelo alto teor de MS
7 presente no resíduo do tamarindo, como visto na tabela 1 de 90,51%.

8 O aumento nos teores de MS também foi observado por RÊGO et al (2010), na qual
9 trabalharam com a inclusão de manga na ensilagem de capim elefante observaram que a cada
10 um por cento de aumento do resíduo ocasionou um aumento de 0,49 pontos percentuais no
11 teor de MS da silagem.

12 Ao nível de 20% de inclusão do resíduo de tamarindo na ensilagem de capim
13 elefante apresentou teor de MS de 30,20% esse valor encontra-se na margem necessária para
14 ocorrência de fermentação láctica, 28 a 35% de MS (PACHECO et al. 2013).

15 Os resultados encontrados por CYSNE et al. (2006) que trabalharam com a inclusão
16 do resíduo da graviola na ensilagem de capim elefante ocasionou elevações de 0,80 pontos
17 percentuais a cada 1% de inclusão na MS. Os mesmos autores citam que devido o capim
18 elefante ter sido cortado com idade de 50 dias a MS e aumento de 15,97% nos tratamentos de
19 0 a 20% de inclusão, ainda não ficaram no nível estabelecido por PACHECO et al. (2013).

20 Os teores de MO das silagens com resíduo do tamarindo obtiveram crescimento
21 linear (P<0,05) em 0,13 pontos percentuais a cada 1% de adição. Esse aumento pode ser
22 explicado pela influência do baixo teor de MO do capim elefante de 89,47% comparado ao
23 resíduo do tamarindo com teor de 96,53%.

24 Os teores de EE das silagens aumentaram (P<0,05) 0,08 pontos percentuais a cada
25 1% de inclusão do resíduo do tamarindo na ensilagem de capim elefante. KOZLOSKI (2011)

1 comenta que a fermentação ruminal será inibida quando o teor de lipídeos for superior a 7%
2 da matéria seca total da dieta. Os teores de EE apresentados pelas silagens não limitam o
3 desenvolvimento microbiano no rúmen e está de acordo com o nível relatado pelo autor.

4 Os lipídeos fazem parte das exigências nutricionais dos animais, em termos gerais, o
5 quando se aproxima de 1% de lipídeos na matéria seca da ração (2% da energia
6 metabolizável) supre as carências de ácidos graxos dos animais (PALMQUIST & MATTOS,
7 2006).

8 Observa-se que houve efeito quadrático ($P < 0,05$) para os CT com ponto mínimo ao
9 nível de 20% de inclusão, com resultado de 79,86% de CT. Essa diminuição pode ter ocorrido
10 pelos teores de CT do capim elefante e o resíduo de tamarindo que são de 84 e 79,33% de CT.

11 O NDT apresentou comportamento linear crescente ($P < 0,05$) de 0,39 pontos
12 percentuais a cada 1% de adição do resíduo na ensilagem de capim elefante, com aumento de
13 7,87% do nível 0 ao 20% de inclusão. PEREIRA et al. (2010) observaram que entre os muitos
14 componentes químicos que são relacionados à concentração de energia disponível de um
15 alimento, o extrato etéreo e proteína bruta, têm sido positivamente correlacionados ao NDT,
16 enquanto que as frações fibrosas têm apresentado correlações negativas com a disponibilidade
17 energética dos alimentos.

18 Os teores fibrosos FDN, FDA, CEL e Hcel das silagens de capim elefante com
19 resíduo de tamarindo obtiveram comportamento linear decrescente ($P < 0,05$) com reduções
20 respectivos de 0,67; 0,45; 0,43 e 0,22 pontos percentuais a cada 1% de aumento nos níveis de
21 inclusão. Essa diminuição do FDN pode ter ocorrido pelo baixo teor do resíduo, 46,10%,
22 comparando-se com o capim elefante, 77,81%.

23 Os níveis testados não atingiram o máximo recomendado por VAN SOEST (1965)
24 que é de 55 a 60%. Acima desta percentagem ocorre limitação do alimento por efeito físico do
25 enchimento do rúmen. A utilização do resíduo de tamarindo na ensilagem do capim elefante

1 só ocorrerá limitação até 23% de inclusão, pois níveis acima apresentariam teores de FDN de
2 acordo com a margem relatada pelo autor.

3 Essa diferença obtida pelos teores de FDA da silagem de capim elefante com resíduo de
4 tamarindo, redução de 9,42% do nível 0 ao 20% de inclusão, pode fazer com que aumente o
5 valor nutritivo das silagens, explicado por Van Soest (1994) que há uma correlação negativa
6 entre os teores de FDA e a digestibilidade, pois quanto maior for seu FDA menor será a
7 digestibilidade do alimento. Essa redução pode ser explicada pelo baixo teor de FDA
8 encontrado no resíduo de tamarindo, de 29,82%.

9 Para os teores de HCEL a diminuição de 21,78 a 17,50% de Hcel nos níveis de 0 a 20%
10 podem ser explicados pelo alto teor no capim comparado com o resíduo. CYSNE et al. (2006)
11 trabalharam com a inclusão do resíduo da graviola na ensilagem de capim elefante e
12 observaram reduções de 0,22 pontos percentuais totalizando 4,4% entre os tratamentos de 0 e
13 20% de inclusão.

14 Não foi observado significância ($P > 0,05$) nos teores de lignina da silagem de capim
15 elefante com resíduo do tamarindo apresentando em média 9,18% de lignina. A média de
16 lignina encontrado no resíduo de tamarindo e capim elefante, na tabela 1, foram próximos,
17 8,77 e 9,00% respectivamente, por isso não era de se esperar diferenças nos níveis.

18 Na tabela 2 encontra-se os teores proteicos das silagens de capim elefante contendo
19 níveis do resíduo do tamarindo, para proteína bruta (PB), houve diferença significativa
20 ($P < 0,05$) onde se explica um aumento de 0,27 unidades percentuais a cada 1% de acréscimo
21 do resíduo.

22 VAN SOEST (1994) preconiza que o nível mínimo de 7% de PB deve ser alcançado
23 sendo necessários para um bom funcionamento ruminal, os resultados obtidos não estão de
24 acordo com o autor, pois nos níveis de adição utilizados para acerola não atingiu o mínimo
25 preconizado.

1 Foram observados aumentos lineares ($P < 0,05$) para o PIDN e PIDA de 0,21 e 0,12
2 pontos percentuais a cada 1% de adição na silagem. O PIDN e PIDA são de uso limitado
3 pelos microrganismos ruminais segundo VAN SOEST (1994).

4 Para o nitrogênio amoniacal, houve diferença significativa ($P < 0,05$) com efeito linear
5 crescente nas silagens de capim elefante com resíduo do tamarindo com acréscimo de 0,01% a
6 cada 1% adicionado. Os baixos valores apresentados para o $N-NH_3$ evidenciam que as
7 silagens são de boa qualidade. REGO et al. (2010) observaram a diminuição dos percentuais
8 de $N-NH_3$ com adição do resíduo de manga em 0,91% a cada unidade adicionada.
9 MCDONALD, (1981) relataram que acima de 12 % de $N-NH_3$ indica proteólise, ocasionando
10 perdas de nutriente e baixa qualidade de silagens.

11 O pH deste estudo ficou entre a margem recomendada por MCDONALD et al.
12 (1981), onde os valores adequados do pH deve-se estar entre 3,8 a 4,2, na qual é a faixa de
13 inibição de fermentações secundárias e indesejáveis que ocorre devido a ação de bactérias do
14 gênero *Clostridium*, produtoras do ácido butírico.

15 A avaliação sensorial das silagens de capim elefante com o resíduo do tamarindo
16 obtiveram menor qualidade a partir de 5% como visto na Tabela 3 foram “satisfatórias”, as
17 quais apresentaram coloração típica esverdeada e odor ácido. As silagens de uma forma geral
18 apresentaram uma boa qualidade para as características sanitárias, Tabela 4, classificando-as
19 em “boa a muito boa”, observando em sua superfície “pontos brancos”, podendo ser do
20 desenvolvimento de colônia de fungos, mesmo em baixa quantidade, já que foi obedecida a
21 densidade de compactação.

22

23 **4.6. CONCLUSÃO**

24 A adição do resíduo do tamarindo na ensilagem de capim elefante promoveu
25 aumentos nos teores de MS, MO, EE, NDT e frações proteicas, ocasionando reduções nos

1 teores de FDN, FDA, CEL e Hcel. Desta forma, pode-se recomendar a adição na ensilagem,
2 até o nível de 20%, uma vez que sua utilização melhorou as características nutricionais das
3 silagens e que permite boa fermentação das silagens.

4

5 REFERÊNCIAS

- 6 CANDIDO, M. J. D. **Qualidade e valor nutritivo de silagens de híbridos de sorgo**
7 **(Sorghum bicolor (L.) Moench) sob doses crescentes de recomendação de adubação.** 55
8 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2000.
- 9 CARVALHO, S.; et al. Avaliação da suplementação concentrada em pastagem de Tifton-85
10 sobre os componentes não carcaça de cordeiros. **Ciência Rural**, v.35, n.2, p.435-439, 2005.
11 Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782005000200030&script=sci_arttext)
12 [84782005000200030&script=sci_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782005000200030&script=sci_arttext)> Acesso em: 20 setem. 2014. Doi: 10.1590/S0103-
13 84782005000200030.
- 14 CRUZ, B. C. C. et al. Composição bromatológica da silagem de capim-elefante com
15 diferentes proporções de casca desidratada de maracujá (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa*).
16 Revista brasileira de ciências agrárias, v.5, n.3, p.434-440, 2010. Disponível em:
17 <http://www.agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=viewArticle>
18 [&path%5B%5D=agraria_v5i3a853](http://www.agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=viewArticle)> Acesso: 3 jan 2015. Doi: <10.5039/agraria.v5i3a853>
- 19 CYSNE, J.R.B.; et al. Composição químico-bromatológica e características fermentativas de
20 silagens de capim elefante contendo níveis crescentes do subproduto da Graviola. **Revista**
21 **Ciência Agrônômica**, v.37, n.3, p.376-380, 2006. Disponível em:
22 <http://www.ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/185/179>> Acesso em: 18
23 dezem. 2014. Doi:
- 24 DETMANN, E. et al. **Métodos para análise de alimentos.** Visconde do Rio do Branco, MG.
25 Suprema, p. 214, 2012.

1 FAO stat, **Produção brasileira de frutas 2010**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>
2 Acesso em 20/09/2014.

3 KOZLOSKI, G. V.; **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria. Ed. UFSM. 216p. 2011.

4 McDONALD, P. **The biocheminstry of silage**. New York: Ed. John Wiley, 1981, 226p.

5 MEYER, H.; BRONSCH, K.; LIEBETSEDER, J. **Supplemente zu Vorlesungen und**
6 **bungen in der Tierernhrung**. Verlag M. e H. Schaper, Hannover, 1989.

7 NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7 ed.
8 Washington, D.C. National Academy Press. 381p. 2001.

9 PACHECO, W. F. et al Perdas fermentativas de silagens de capim-elefante com níveis
10 crescentes de feno de gliricídia.. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.7, n.4,
11 p.69-75, dez. 2013. Disponível em:
12 <http://www.emepa.org.br/revista/volumes/tca_v7_n4_dez/tca7412.pdf> Acesso em: 12 Jul.
13 2014.

14 PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELLI, T. T.
15 et al. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 299-322.

16 PEREIRA, E. S. et al. Determinação das frações proteicas e de carboidratos e estimativa do
17 valor energético de forrageiras e subprodutos da agroindústria produzidos no Nordeste
18 Brasileiro. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 1079-1094, out./dez. 2010.
19 Disponível: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/3254/6709>>
20 Acesso em: 10 out. 2014. Doi: <[10.5433/1679-0359.2010v31n4p1079](https://doi.org/10.5433/1679-0359.2010v31n4p1079)>

21 R CORE TEAM. **R: a language and evironment for statistical computing**. R foundation
22 for statistical computing. Vienna – Austria. 2013.

23 REGO, M. M. T. et al. Chemical and bromatological characteristics of elephant grass silages
24 containing a mango by-product. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.81-87, 2010.
25 Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-

1 [35982010000100011&lng=en&nrm=iso&tlng=en](https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000100011)> Acesso em: 24 agos. 2014. Doi:
2 <10.1590/S1516-35982010000100011>
3 REIS, P. M. C. L. **Extração e avaliação do potencial antioxidante dos extratos obtidos da**
4 **semente do tamarindo doce (Tamarindus indica)**. Universidade Federal de Santa Catarina.
5 Dissertação Mestrado. 125p. 2013.
6 SANTOS, C. E. et al. **Anuário brasileiro da fruticultura 2013**. Santa Cruz do Sul : Editora
7 Gazeta Santa Cruz, 140p. 2013.
8 SILVA, A. M. et al. Valor nutricional de resíduos da agroindústria para alimentação de
9 ruminantes. **Comunicata Scientiae** Bom Jesus, 5(4): 370-379, Out./Dez. 2014. Disponível
10 em: <<http://comunicatascientiae.com.br/comunicata/article/viewFile/870/275>> Acesso: 13
11 Fev. 2015.
12 SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2.
13 ed. Vicososa: UFV, 2002. 165 p.
14 SNIFFEN, C. J.; et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II.
15 Carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, v.70, n.12, p.3562-3577,
16 1992.
17 VAN SOEST, P.J. Symposium on factors influencing the voluntary intake in relation to
18 chemical composition and digestibility. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.24, n.3,
19 p.834-843, 1965.
20 VAN SOEST. **Nutritional ecology of the ruminant**. Washington, Cornell University Press,
21 1994. 476p.
22 VIEIRA, P. F. et al. Digestibilidade da matéria seca e proteína bruta do resíduo seco de
23 padaria em ovinos. **ARS Veterinaria**, v.24, n.1, 053-058, 2008. Disponível em:
24 <<http://www.arsveterinaria.org.br/index.php/ars/article/viewFile/171/139>> Acesso em: 12
25 agos. 2013. Doi: <10.15361/2175-0106.2008v24n1p53-58>.

1 Tabela 1. Composição químico-bromatológica do capim elefante e tamarindo antes da
2 ensilagem, em porcentagem da matéria seca.

3

	Capim Elefante	Tamarindo
Matéria Seca (MS)	19,51 ¹	90,51 ²
Matéria Orgânica (MO) ²	89,47	96,53
Extrato Etéreo (EE) ²	1,54	4,51
Proteína Bruta (PB) ²	3,93	12,69
Fibra em Detergente Neutro (FDN) ²	77,87	46,10
Fibra em Detergente Ácido (FDA) ²	53,97	29,82
Celulose (CEL) ²	43,61	19,55
Hemicelulose (Hcel) ²	23,90	16,28
Lignina (LIG) ²	9,00	8,77
PIDN	1,40	8,01
PIDA	0,77	7,28
Carboidratos Totais (CT)	84,00	79,33
NDT	53,32	73,19

4

5 ¹Com base na matéria natural; ²Com base na matéria seca; PIDN = proteína insolúvel em
6 detergente neutro; PIDA = proteína insolúvel em detergente ácido; NDT = Nutrientes
7 digestíveis totais.

1 Tabela 2. Composição químico-bromatológica, pH e N-NH₃ das silagens de capim elefante
 2 com resíduos do tamarindo.
 3

Resíduos	NÍVEIS DE INCLUSÃO					Equação	R ²	CV(%)
	0	5	10	15	20			
MS ¹	22,10	22,50	25,70	28,90	30,20	Y=21,38+0,45*X	0,9552	3,60
MO ²	89,82	89,94	91,46	91,48	92,27	Y=89,71+0,13*X	0,9079	0,41
EE ²	1,56	2,49	2,77	3,05	3,34	Y=1,82 + 0,08*X	0,9116	3,01
CT ²	85,35	80,91	81,41	80,21	79,15	Y=0,01*X ² -0,40*X+83,86	0,8526	0,58
NDT ²	54,52	56,59	59,19	60,14	62,39	Y=54,71+0,39*X	0,9855	2,53
FDN ²	75,77	73,66	69,51	67,56	62,07	Y=76,41-0,67*X	0,9724	1,73
FDA ²	53,99	52,54	51,39	48,85	44,57	Y=54,776-0,45*X	0,9269	2,94
CEL ²	43,37	42,71	40,66	38,61	34,72	Y=44,292-0,43*X	0,9354	3,46
Hcel ²	21,78	21,11	18,12	18,72	17,50	Y=21,64-0,22*X	0,8389	8,10
Lig ²	8,75	8,36	9,02	9,63	10,13	Y=9,18	-	9,50
PB ²	3,91	6,54	7,27	8,23	9,78	Y=4,46+0,27*X	0,9546	3,81
PIDN ²	1,10	2,46	3,50	4,14	5,64	Y=1,22+0,21*X	0,9859	15,15
PIDA ²	0,73	2,03	2,60	2,34	3,46	Y=1,08+0,12*X	0,8451	16,23
N-NH ₃ ²	0,47	0,33	0,41	0,57	0,59	Y=0,38+0,01*X	0,4709	8,53
pH	3,78	4,28	4,18	4,07	4,07	Y=4,05	-	3,79

4

5 ¹base na matéria natural; ²base na matéria seca.

1 Tabela 3. Avaliação sensorial das silagens de capim elefante com níveis de resíduos do
2 tamarindo, quanto às características associadas ao valor nutritivo.

3

Silagens	Pontuação total	Classificação	Parâmetro
0%	22	Boa a Muito Boa	21 a 25
5%	20	Satisfatória	15 a 20
10%	18	Satisfatória	15 a 20
15%	20	Satisfatória	15 a 20
20%	19	Satisfatória	15 a 20

4

5

6 Tabela 4. Avaliação sensorial das silagens de capim elefante com níveis de resíduos do
7 tamarindo, quanto às características associadas ao aspecto sanitário.

8

Silagens	Pontuação total	Classificação	Parâmetro
0%	-1	Boa a Muito Boa	0 a -5
5%	-1	Boa a Muito Boa	0 a -5
10%	-3	Boa a Muito Boa	0 a -5
15%	-1	Boa a Muito Boa	0 a -5
20%	-3	Boa a Muito Boa	0 a -5

9

ANEXOS

ANEXO A

DETERMINAÇÃO DO NITROGÊNIO AMONÍACAL

Modificado por BOLSEN et al. (1992) e VIEIRA (1980).

Adaptado por CÂNDIDO (2000).

PROCEDIMENTO

I. Solubilização do N-NH₃ e coleta do sobrenadante

1. Pesar 25 g de amostra in natura de silagem em becker de 250 mL;
2. Adicionar 200 mL de ácido sulfúrico (H₂SO₄) 0,2 N;
3. Vedar o becker com filme plástico ou similar e levar à geladeira por 48 horas;
4. Filtrar o sobrenadante em papel-filtro de filtragem rápida, recepcionando-o em frasco plástico com tampa hermética;
5. Conservar os frascos em congelador até poucas horas antes da destilação.

II. Destilação

1. Pipetar uma alíquota de 4,0 mL do filtrado e levar ao aparelho do tipo micro-kjeldahl;
2. Adicionar 10 mL de hidróxido de potássio (KOH) 2 N;
3. Adicionar água destilada até um volume aproximado de 20,0 mL;
4. Adaptar recipiente contendo 10,0 mL de ácido bórico 2%, para receber o destilado;
5. Destilar por 3 a 4 minutos, até um volume de aproximadamente 100,0 mL.

III. Titulação

1. Titular o destilado com ácido clorídrico (HCL) 0,005N.

IV. Reagentes e material

Ácido sulfúrico

Hidróxido de potássio

Ácido bórico

Ácido clorídrico

Balança analítica

“Beckers” com capacidade para 250 mL

Filme plástico

Papel-filtro de filtragem rápida

Frascos plásticos de no mínimo 50 mL, com tampa hermética

Pipeta volumétrica para 4,0 mL

“Erlenmeyers” com capacidade para 100 mL

Destilador micro-kjeldahl

CÁLCULO DO PERCENTUAL DE N-NH₃/ N-TOTAL

$$\%N \text{ amoniacal na MST} = \frac{mL \text{ HCl} \times N \text{ HCl} \times fc \times 14 \times 100}{500mg \times ASA \times ASE}$$

$$\%N \text{ amoniacal}/N \text{ total} = \frac{\%N \text{ amoniacal na MST} \times 100}{\%N \text{ total na MST}}$$

Em que:

mL HCl = volume de ácido gasto na titulação;

N HCl = normalidade do ácido utilizado na titulação;

fc = fator de correção do ácido utilizado na titulação; e

MST (matéria seca total) = ASA (amostra seca ao ar) x ASE (amostra seca na estufa).

ANEXO B

Quadro A - Avaliação da qualidade da silagem por meio de análise sensorial

Parâmetro	Caracterização	Pontos
Odor	- Agradável, ácido/aromático (típico)	17
	- Traços de ácido butírico, excessivamente ácido ou cheiro agradável de queimado	12
	- Teores moderado de ácido butírico, cheiro intenso de Queimado	6
	- Odor intenso de ácido butírico, traços de odor amoniacal	2
Coloração	- Típica (esverdeada)	2
	- Mais clara ou escura	1
	- Muito clara	0
Através da manipulação	Teor de MS:	
	- adequado	6
	- inadequado	2
Aspectos sanitários: (olfato)	- Presença de algumas leveduras	-2
	- Presença de leveduras, natureza alcoólica da silagem	-4
	- Presença de fungos, cheiro de bolor	-6
	- Presença de grande quantidade de fungos, odor fecal	-10
(Manipulação)	- Material ligeiramente morno ou aquecido (fermentação secundária)	-2 ou -4
	- Perda da estrutura típica por ação de microrganismos, consistência pegajosa ou pastosa	-2 ou -10
(Cor)	Pontos brancos, esverdeados ou escuros característicos por fungos de diferentes gêneros:	
	- Pouco frequentes	-4
	- Muito frequentes	-10

A pontuação obtida pelas silagens avaliadas pela metodologia da análise sensorial é então somada e classificada no Quadro B.

Quadro B - Classificação das silagens conforme pontuação obtida na análise sensorial

Características associadas ao valor nutritivo	Pontos	Características associadas ao estado sanitário	Pontos
Boa a muito boa	21-25	- Boa a muito boa	-0 a -5
Satisfatória	15-20	- Avaliar as possibilidades de risco	-6 a -10
Regular	10-14	- Inadequada	-11 a -20
Insatisfatória	≤ 9	- Deteriorada	Abaixo -20

Fonte: MEYER et al. (1989)