

Alternativas para gestão do bagaço de laranja

Robert de Souza Teixeira ^{(1)*}, Antônio Carlos Machado da Rosa ⁽²⁾.

⁽¹⁾ Estudante de graduação do curso de Agronomia da Universidade Federal de Santa Catarina, Rod. Admar Gonzaga, 1346, Bairro Itacorubi, Caixa Postal 476, CEP 88010-970, Florianópolis, SC, Brasil.

⁽²⁾ Professor do departamento de Zootecnia e Desenvolvimento Rural da Universidade Federal de Santa Catarina, Rod. Admar Gonzaga, 1346, Bairro Itacorubi, Caixa Postal 476, CEP 88010-970, Florianópolis, SC, Brasil.

*Autor correspondente – Email: souza.robert@gmail.com

Resumo

O objetivo da pesquisa foi buscar alternativas de atividades econômicas envolvendo a gestão do bagaço de laranja, resíduo da indústria de suco. A pesquisa foi feita através do método de revisão de literatura. O bagaço de laranja possui diversos benefícios na alimentação de ruminantes, pois reduz o risco de acidose ruminal. O bagaço de laranja *in natura* deve ser armazenado de forma adequada, para manter suas características nutricionais e livre de contaminação, na forma de silagem ou desidratado e peletizado. Os custos na produção da silagem do bagaço de laranja mostram que é uma ótima alternativa para os produtores, pois seu preço foi 4,5 vezes menor em comparação com a silagem de milho. A inclusão na alimentação humana, das fibras do bagaço de laranja em sorvetes e bolos reduziu o teor de lipídeos e valor calórico das receitas. Além do seu uso na alimentação animal e humana, se pode obter também biocombustíveis (bioóleo e etanol), e fazer utilização industrial de óleos essenciais e D-limoneno, que correspondem juntos a 2,71% da laranja inteira.

Palavras chave: Casca de laranja, *Citrus sinensis* L. Osbeck, polpa cítrica

Orange Residue Management in Food Cattle

Abstract

The goal of this research was to find alternatives for economic activities involving the management of a juice's industry residue, the Orange peel. This work was based on a literature review method. The orange peel has several benefits in ruminant feed as it reduces the risk of ruminal acidosis. In order to keep its nutritional characteristics and to be free of

contamination, the fresh orange peel should be properly stored. It should be stored as silage or dehydrated and pelletized. Comparing costs with corn silage, the orange peel silage appears to be a great alternative for producers, being 4.5 times cheaper than corn silage. Adding orange peel's fibers in human diet, in products such as ice creams and cakes, reduces the lipid rate and also lower the amount of calories in those recipes. In addition to the use in human diet and animal feed, from the orange peel, it is possible to obtain biofuel (ethanol and bio oil), also it can be made industrial use out of essential oils and the substance D-limonene which together corresponds to a percentage of 2.71% from the whole orange.

Key words: Orange peel, *Citrus sinensis* L. Osbeck, citrus pulp.

Introdução

A laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck) é originária do sul da Ásia, seu cultivo no Brasil iniciou logo após a colonização, pois encontrou melhores condições para produzir e vegetar que em seu centro de origem (NEVES *et al.*, 2010).

A expansão da produção de laranja no Brasil inicia em 1920, com a criação do núcleo citrícola nacional, promovendo o início da exportação de laranja, porém em 1940, houve uma queda drástica nas exportações devido ao pós guerra, dando início a industrialização da laranja no país com a implantação da primeira fábrica de suco concentrado em 1959 e posteriormente a exportação de suco concentrado em 1960 (NEVES *et al.*, 2010). Na década de 1980 o Brasil assume a liderança na produção mundial de laranja no lugar dos Estados Unidos, após a queda de produtividade da Flórida (EUA) devido a fortes geadas que devastaram seus pomares (NEVES *et al.*, 2010). Após a recuperação dos pomares da Flórida e aumento no estoque mundial de laranja, os preços caíram, mas de 2003 a 2005 a Flórida teve sua produção prejudicada em razão dos furacões que devastaram seus pomares, e após a crise mundial de 2008 os preços voltaram a cair devido a diminuição do consumo de laranja e seus derivados (NEVES *et al.*, 2010).

No ano de 2016, estima-se um aumento na produção mundial de suco de laranja, sendo que haverá queda da produção nos Estados Unidos e México (CONAB, 2015). O Brasil, hoje o maior produtor mundial de laranja com cerca de 5.832.159 toneladas/ano, terá um aumento na produção de suco de laranja, tendo como responsável o aumento das exportações para compensar a queda na produção e atender a demanda dos Estados Unidos (CONAB, 2015). Esse crescimento na produção nacional para exportação do suco, nos deixa

com uma grande quantidade de resíduo do esmagamento denominado de polpa fresca, composto por: casca, película, membranas internas e sementes que se não aproveitados, podem se tornar um resíduo poluidor do ambiente e um habitat para multiplicação e disseminação de moscas (LIMA, 2001), após o esmagamento da laranja.

Santa Catarina com uma produção aproximada de 52.102 toneladas de laranja por ano, ocupa a 10ª colocação no ranking nacional de produção de laranja (IBGE, 2014). Este estado possui também, um papel importante na indústria do suco de laranja, principalmente próximos à grandes centros urbanos, um exemplo disso é a localização de uma indústria de suco de laranja na cidade de São José/SC na região da Grande Florianópolis, nesses casos, o resíduo do esmagamento pode vir a ser um incômodo para a vizinhança se não houver o acondicionamento adequado devido ao seu forte odor.

Após o esmagamento da laranja para separação de suco e do bagaço, a proporção suco:bagaço é de 1:1, o que gera uma grande quantidade de resíduos diariamente (ABECITRUS, 2008 *apud* REZZADORI & BENEDETTI, 2009).

De acordo com a Lei 12.305/2010, denominada Política Nacional dos Resíduos Sólidos, toda a cadeia produtiva é responsável pela destinação ambientalmente adequada de seus resíduos, incluindo como forma de destinação destes, a sua reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação, aproveitamento energético, entre outras alternativas desde que admitidas pelos órgãos competentes do Sistema Nacional do Meio Ambiente, do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária e do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária, visando minimizar os impactos ambientais (BRASIL, 2010).

Há diversas alternativas para a utilização do bagaço de laranja, a forma mais simples de ser utilizada é *in natura*, pois não há transformação do mesmo. Há registros literários da utilização do bagaço de laranja *in natura* na alimentação de bovinos por pecuaristas norte-americanos desde 1922, e no Brasil especificamente em São Paulo, em 1962 (LIMA, 2001).

Em propriedades em que seja necessário fazer o armazenamento do bagaço de laranja, por não ter demanda o suficiente, ou devido a sazonalidade da produção, o armazenamento deste resíduo em forma de silagem pode ser uma boa alternativa para a sua conservação, pois este material possui características fermentativas positivas, embora seu alto teor de umidade crie opiniões controversas quanto a qualidade da silagem (SANTOS et al., 2001).

Um dos métodos mais comuns de aproveitamento do bagaço de laranja na indústria é proceder a secagem e a peletização desse material erroneamente denominado como “polpa

de citrus” (ÍTAVO et al., 2000). O processo de secagem do bagaço de laranja para produção comercial iniciou-se na indústria norte americana na década de 1930, sendo que no Brasil tem-se registro de seu início nos anos de 1970, acabando com os confinamentos aos arredores das fábricas de suco (LIMA, 2001).

Além da grande utilização desse resíduo na alimentação animal, o bagaço de laranja pode também ser convertido em alimentos funcionais para seres humanos devido seu alto teor de fibras. O pó de albedo, que é um pó feito com a camada branca interna da casca de laranja extraído do resíduo da indústria de suco, pode ser considerado um produto rico em pectina, podendo ser utilizado como suplemento rico em fibras solúveis na fabricação de alimentos, aumentando o consumo de fibras solúveis e diminuindo as taxas de colesterol sanguíneos colaborando para diminuição de doenças cardiovasculares (GONÇALVES et al., 2001).

O aproveitamento do bagaço de laranja, vai além da alimentação animal e humana, e pode ser utilizada para geração de energia, como por exemplo o bioóleo, pois conforme Benevides (2015), o bagaço de laranja recebeu bons indicativos para a formação de produtos no processo de pirólise. Além das alternativas para utilização do bagaço, também não se deve deixar de lado a extração de óleos essenciais e D-limoneno componentes mais expressivos na casca da laranja (YAMANAKA, 2005).

No primeiro semestre de 2016, foi realizado o programa de estágio de conclusão de curso em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Catarina, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo. O estágio foi realizado em um laticínio da Grande Florianópolis. A empresa preocupa-se com a preservação ambiental, e além de fazer o tratamento de efluentes, também reutiliza seu subproduto, o soro de queijo, na alimentação de bovinos de corte. Com a valorização dos imóveis, o valor para compra ou arrendamento de pastagens na região da grande Florianópolis é alto e muitas vezes inviável para o produtor engordar os animais na modalidade semiextensiva com pastagem e soro de queijo. Na região há uma empresa que produz suco de laranja e o bagaço pode ser adquirido a um preço baixo por tonelada somado ao frete até a propriedade, mas um grande entrave para a utilização do bagaço, é a sua armazenagem a fim de conservar as suas características físicas e químicas. Diante desse problema a orientação foi realizar esse trabalho como parte do estágio.

O objetivo deste trabalho foi buscar alternativas de atividades econômicas envolvendo a gestão do bagaço de laranja, subproduto da indústria de suco.

Metodologia

A metodologia utilizada para a realização do trabalho foi a Revisão de Literatura.

Resultados e discussão

Bagaço de laranja na alimentação de ruminantes

O resíduo da indústria de suco de laranja, o bagaço, é um alimento com diversos benefícios para a alimentação de animais ruminantes. É um excelente material, rico em energia mas pobre em proteína, pois a proteína contida nele é de baixo valor biológico. Devido ao seu alto valor energético, pode substituir com vantagem no preço os grãos na alimentação de ruminantes (LIMA, 2001). Diferente dos grãos, por ser um alimento rico em pectina, resulta em maior proporção de ácido acético no rúmen, reduzindo o risco de acidose ruminal (LIMA, 2001). Os alimentos ricos em pectina não permitem a produção de ácido láctico no ambiente do rúmen, possuindo uma fermentação favorável a manutenção do pH ruminal (MÜLLER & PRADO, 2005). É um alimento benéfico não só para animais destinados a corte, mas também para vacas leiteiras, pois seus constituintes auxiliam na manutenção da gordura do leite, um atributo muito importante para a indústria, e também o aumento do volume de leite produzido por ser um alimento de alta energia, resultando em ótimos resultados para vacas em lactação (LIMA, 2001).

Bagaço de laranja (*in natura*)

O bagaço de laranja *in natura* é a maneira mais simples de se manejar, embora o seu armazenamento seja complexo. Seu baixo teor de matéria seca (Tabela 1), indica a alta proporção de água contida no bagaço de laranja *in natura*, sendo que o seu consumo na propriedade deve ser rápido para que não ocorra a degradação e contaminação, pois de acordo com Lima (2001), quando armazenado a céu aberto, pode perder até 35% dos nutrientes em apenas uma semana. Deve-se ter a preocupação quanto ao armazenamento nas fazendas devido a contaminação por fungos e conseqüentemente micotoxinas, e também por bactérias (MENEGUETTI & DOMINGUES, 2008). Ao comparar os teores de matéria seca do bagaço *in natura* e a silagem de milho (Tabela 1), se pode observar que a silagem de milho possui maior proporção de matéria seca, entretanto valores de proteína bruta próximos

e baixos de 7,24% contra 7,13%, na silagem de milho e no bagaço de laranja *in natura* respectivamente, pois não são alimentos altamente proteicos, mas sim altamente energéticos.

Tabela 1. Composição química de bagaço de laranja *in natura* e silagem de milho expressa em % da matéria seca, segundo Valadares Filho et al., (2016).

Nutrientes	Alimentos	
	Bagaço de laranja <i>in natura</i>	Silagem de milho
MS	14,33	31,11
MO	-	94,23
PB	7,13	7,24
EE	5,99	2,84
FDN	19,64	54,41
FDA	16,03	29,15

MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido.

No nordeste, a utilização do bagaço de laranja *in natura* acontece por parte dos produtores de gado de corte e leite, sendo que os animais após o consumo estimulado e a utilização de palatabilizantes, consomem com facilidade em poucos dias e sentem falta se o fornecimento for descontinuado (LIMA, 2001). O bagaço de laranja *in natura* é uma alternativa a substituição de grande parte da silagem de milho empregada em dietas de ruminantes pois, em um experimento feito com cordeiros da raça Santa Inês, confinados com uma dieta a base de bagaço de laranja *in natura*, silagem de milho, milho grão, farelo de soja e sal mineral, a silagem de milho pôde ser substituída em até 75% pela polpa cítrica *in natura*, não afetando as características de carcaça (PEREIRA *et al.*, 2007). Na alimentação de animais confinados com altas proporções de concentrado, o bagaço *in natura* pode ser usado parcialmente, pois de acordo com Rodrigues, G., *et al.*, (2011), tanto *in natura* ou na forma de silagem, o bagaço de laranja semidespectinado pode substituir em até 30% a proporção de matéria seca de polpa cítrica peletizada, sem haver prejuízos quanto a desempenho, digestibilidade aparente da matéria seca, fermentação ruminal e balanço de nitrogênio de ovinos.

Silagem de bagaço de laranja

A qualidade do bagaço de laranja *in natura* cai rapidamente quando armazenada a céu aberto e frente a essa dificuldade, a forma mais barata e conveniente para preservar as

características deste subproduto é a conservação em silos (LIMA, 2001). Ensilar é um dos métodos mais práticos e baratos para se conservar produtos e subprodutos aquosos, onde a silagem é o produto da fermentação natural anaeróbica, que transforma carboidratos solúveis em ácido lático (LIMA, 2001).

O bagaço de laranja *in natura* contém 14,33% de matéria seca (Tabela 1), e de acordo com Lima (2001), para que ocorram menos perdas de nutrientes e se tenha uma silagem de qualidade deve ter por volta de 30% de matéria seca enquanto para Pinto *et al.* (2007) o bagaço de laranja pode ser bem conservado com um teor de 26%. Para elevar esse teor de matéria seca, as empresas tem utilizado hidróxido de cálcio que de acordo com Pinto *et al.* (2007) facilita o desprendimento da água o que deve facilitar a conservação na forma de silagem, pois gera um material com maior teor de matéria seca. Para obter uma silagem de qualidade é necessário um teor de água de 55 a 70% e baixo poder tampão (LIMA, 2001). A adição do hidróxido de cálcio aumenta o poder tampão da silagem do bagaço de laranja. De acordo com Pinto *et al.* (2007), que mediu os efeitos do armazenamento da silagem de bagaço de laranja com a adição de hidróxido de cálcio, apesar de haver produção de ácido lático até 70 dias após o fechamento do silo, houve redução do pH apenas até os 40 dias de ensilagem devido a elevada capacidade tampão da silagem obtida pela adição do hidróxido de cálcio. Conforme resultados obtidos no estudo, os silos podem ser abertos desde dez dias de ensilado até 110 dias, período avaliado no experimento.

Em regiões em que há viabilidade econômica, pode-se adicionar ao bagaço de laranja cama de frango, feno, capim, entre outros materiais ricos em matéria seca que contribuirão para o balanço entre a umidade do bagaço de laranja e os aditivos, obtendo assim uma silagem de melhor qualidade, com melhor preservação de nutrientes, aroma mais agradável, melhor qualidade física, consistência e maior teor de matéria seca (LIMA, 2001). Já a adição de aditivos ácidos tais como ácido fórmico, ácido acético e propiônico ou também aditivo enzimático microbiano, no bagaço de laranja não demonstrou melhora significativa nos parâmetros fermentativos da silagem a ponto de serem recomendados ao produtor (ÍTAVO *et al.*, 2000).

A silagem do bagaço de laranja possui uma alta digestibilidade *in vitro* da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro, e comparada a silagem de milho apresenta bons padrões de fermentação com pouca alteração nos valores nutricionais (PINTO *et al.*, 2007). Na tabela 2 tem-se os custos da ensilagem de uma carga fechada, aproximadamente 28 toneladas de bagaço de laranja, na densidade de 550 kg/m³ proposta por Costa *et al.*,

(2016) totalizando 51m³, na qual descontou-se os custos, com a compra do bagaço, frete, hora de máquina, ajudantes e lona plástica, chegando no valor de R\$ 0,09 centavos/kg de silagem. Comparado ao preço de se adquirir a silagem de milho, o custo por quilo da silagem de bagaço de laranja (preço referente a região da Grande Florianópolis/SC), é quatro vezes e meio menor sendo uma ótima alternativa para os produtores da região que dispõem dessa matéria prima para adquirir (Tabela 2).

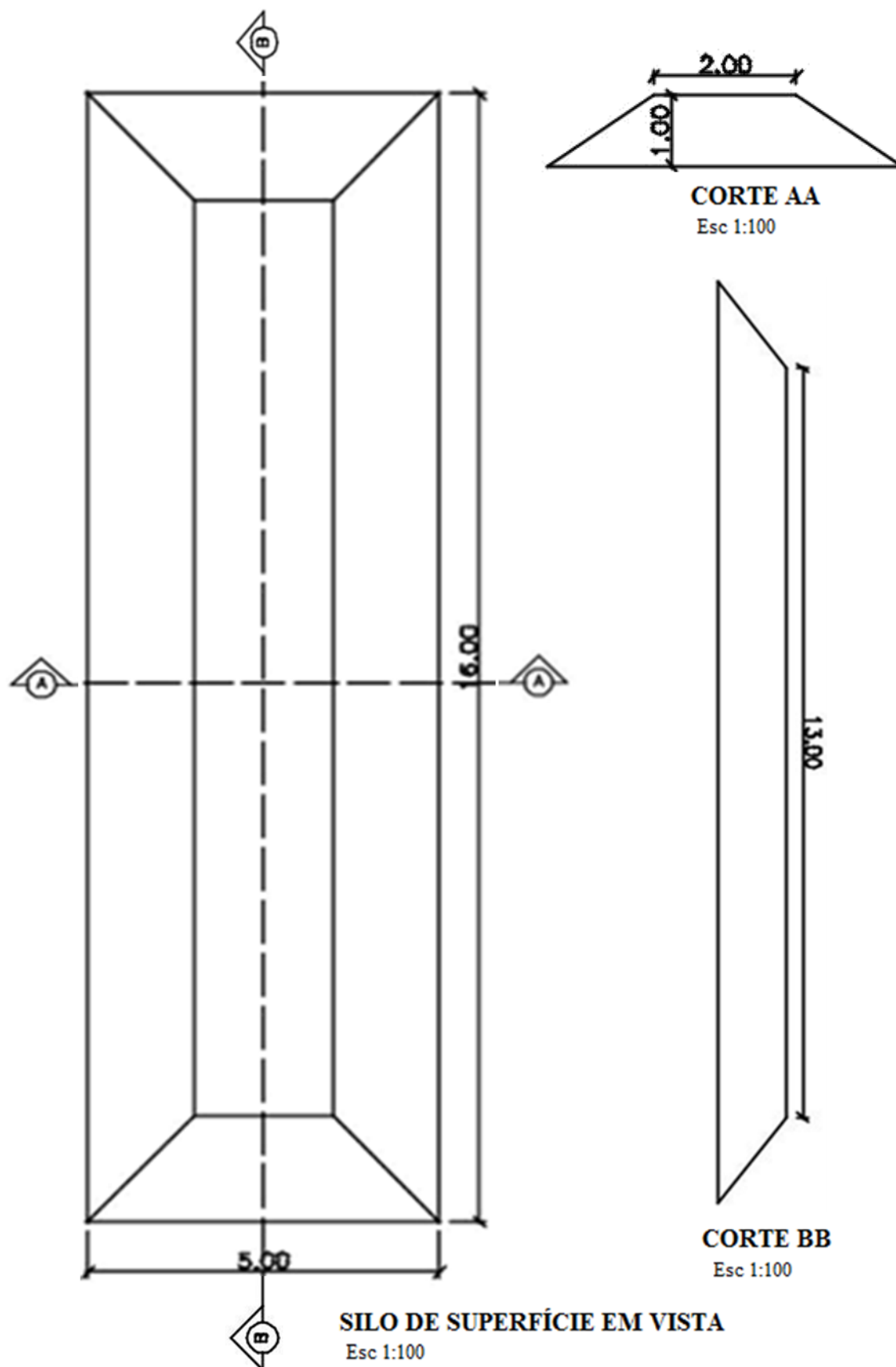
Tabela 2. Custo total para ensilar uma carga fechada de aproximadamente 26 toneladas de bagaço de laranja e comparativo de preços por quilo, da silagem de milho com a silagem de bagaço de laranja produzida na propriedade. Custos da região da Grande Florianópolis no ano de 2016.

Despesas	Qtd	Valor Unitário	Valor Total	
Lona Dupla Face 200 micras 8x50m	1	R\$568,40	R\$568,40	
Hora de máquina	4	R\$100,00	R\$400,00	
Ajudante 1/2 diária	2	R\$50,00	R\$100,00	
Frete Fábrica - Propriedade	1	R\$300,00	R\$300,00	
Bagaço de Laranja <i>in natura</i> com cal (tonelada)	28	R\$30,00	R\$840,00	
TOTAL	-	-	R\$2.208,40	

Forragem	Qtd Ensilada	Perda 10% (COSTA <i>et al.</i> , 2016)	Total	Valor/kg
Silagem de Bagaço de Laranja Produzida (tonelada)	28	2,8	25,2	R\$0,09
Silagem de Milho*	-	-	-	R\$0,41

*Valores de compra de silagem de milho comercializada na região da Grande Florianópolis.

Figura 1. Croqui em escala 1:100 do silo de superfície recomendado para a armazenagem de bagaço de laranja em forma de silagem.



O modelo de silo proposto é o silo de superfície, por seu baixo custo, funcionalidade e durabilidade (NOVAES *et al.*, 2005). O material deve ser espalhado e compactado em camadas sobre a lona plástica, com declividade nas bordas para favorecer a compactação, até atingir a de 1,20 a 1,50 m para a silagem de milho, que após atingir a altura, o silo é coberto com a lona plástica esticada com cuidado, depois se cobrem as pontas com terra para vedar a penetração de oxigênio, é aconselhável colocar uma fina camada de terra sobre a lona e cercar para impedir a entrada de animais (NOVAES *et al.*, 2005).

Os custos levantados na tabela 2 são referentes a um silo com cálculo em anexo, com base de 16 x 5 m, altura de 1,0 m e topo com 13 x 2 m (Figura 1), e mostram a grande vantagem econômica para a utilização da silagem de bagaço de laranja em comparação com a silagem de milho. A altura do silo proposto é menor que a recomendada por Costa *et al.*, (2016) devido a disparidade física dos materiais, por isso recomendação foi de 1,0 m. Para o silo proposto foi calculado 36,6 m de lona com 7,6 m de largura, suficientes para forração, paredes e enterramento das pontas para realizar a vedação de oxigênio.

Bagaço de laranja desidratado e peletizado

A produção de bagaço de laranja desidratado e peletizado requer a utilização de cal. Tanto o bagaço de laranja desidratado e peletizado quanto o cal, utilizado na fabricação de produtos destinados a alimentação animal devem ser registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Para se dar a concessão do registro de cal e do bagaço desidratado e peletizado para a comercialização como alimento animal, análises periódicas devem ser feitas, sendo a sua periodicidade determinada de acordo com o tamanho do volume produzido e as análises realizadas por profissionais e laboratórios do MAPA ou credenciados, conforme estabelecido na Instrução normativa 5/2003 (MAPA, 2003). Em grandes empresas de fabricação de suco de laranja, devido ao alto volume de bagaço de laranja produzido, é viável a implantação de uma unidade de secagem e peletização (LIMA, 2001).

A utilização nas propriedades do bagaço de laranja desidratado é maior do que a utilização do bagaço de laranja *in natura* (pela sua dificuldade de armazenamento), e maior do que a utilização da silagem do bagaço de laranja (devido as dificuldades operacionais) (LIMA, 2001). A sua utilização está diretamente ligada à substituição de grãos de cereais. A proporção da substituição é dependente dos preços de mercado e também dos preços dos constituintes do leite. Por ser altamente higroscópico deve ser armazenado em locais

cobertos e bem ventilados para evitar a contaminação por micotoxinas, as quais um possível causador é o *Penicillium citrinum*. (MACHADO *et al.*, 2012). Os cuidados no armazenamento e ventilação do ambiente são de extrema importância pois há casos inclusive no Brasil de combustão espontânea em armazéns, resultando em perda de armazéns e toneladas do produto (MENEGUETTI & DOMINGUES, 2008). É bastante utilizado na alimentação de bovinos leiteiros, sendo que a quantidade deve ser limitada de 20 a 30% da matéria seca em animais adultos, ou no máximo 4 kg por animal/dia, pois o bagaço desidratado e peletizado possui um nível elevado de cálcio, devido a adição de hidróxido de cálcio na prensagem pré-secagem, podendo causar um desbalanço na relação cálcio e fósforo quando utilizado em grandes quantidades (MACHADO *et al.*, 2012).

O bagaço de laranja desidratado e peletizado pode ser substituído como fonte energética ao milho sendo que a eficiência alimentar não é afetada com a inclusão de polpa cítrica em níveis crescentes em animais em confinamento, podendo ser uma opção a composição energética da dieta pois a sua maior demanda ocorre no período de escassez do milho (HENRIQUE *et al.*, 2004), da mesma maneira que a polpa fresca. Mas devido ao alto custo dos equipamentos e energia para que o procedimento de desidratação aconteça, acaba por desestimular as indústrias locais (LIMA, 2001). Quando comparado ao milho ensilado na alimentação de bovinos leiteiros, a substituição parcial da silagem de milho pelo bagaço desidratado e peletizado manteve os índices de produtividade do volume diário, e obteve o aumento dos teores de gordura do leite, enquanto com o milho ensilado houve a redução de gordura, mas um aumento na proteína. (COSTA *et al.*, 2014). É recomendada para alimentação não só para o gado leiteiro mas também para o gado de corte, pois segundo Prado *et al.* (2000) em um experimento feito com bovinos machos inteiros (F1 Angus x Nelore), em que foi feita a substituição do milho em 40, 60, 80 e 100% por bagaço de laranja desidratado e peletizado, não havendo alteração de ganho de peso, consumo de matéria seca, energia bruta, rendimento de carcaça e acabamento de gordura, assim sendo recomendada em substituição ao milho parcial ou total.

Bagaço de laranja na alimentação humana

A busca pela adição de fibras na alimentação humana é uma necessidade nos dias atuais, pois há uma grande preocupação com a obesidade decorrente do consumo de carboidratos simples (féculas, farinhas). A substituição de carboidratos simples por fibras e

a inclusão de fibras em alimentos podem ser alternativas para redução de problemas de saúde provocados pela obesidade.

A associação do pó de albedo, que é um pó feito com a camada branca interna da casca de laranja, com a fécula de mandioca na composição de ingredientes para a fabricação de biscoitos, gera um enriquecimento com alto teor de fibras e um baixo custo associado (SANTOS et al., 2010). A adição de fibras provenientes do bagaço de laranja nas receitas de sorvete de chocolate reduziram em 75% a gordura do sorvete, sem alteração no descongelamento e com alta aceitação sensorial, a adição na receita de bolo reduziu em 90% o teor de lipídeos e 27% o valor calórico, não diferindo sensorialmente do bolo convencional (CRIZIEL, 2013).

Bioóleo e etanol de segunda geração

O bioóleo é a transformação da biomassa feita a partir da queima desse material por um método chamado de pirólise rápida, em que ocorre a conversão termoquímica da biomassa, e pode ser utilizado como combustível para a geração de energia termoelétrica, pois atende as especificações de motores, caldeiras, turbinas, etc (RODRIGUES, T., et al., 2011). Além da geração termoelétrica, pode ser usado também como insumo químico para resinas e aditivos, como fungicida, e ainda em estudo para produção de gás para sintetizar e produzir fertilizantes, combustíveis e derivados semelhantes ao do petróleo, mas diferente do petróleo, desta vez por via renovável (COLLARES, 2011).

O bagaço de laranja e a madeira de eucalipto são as melhores alternativas de biomassa para obtenção do bioóleo e do carvão vegetal (COLLARES, 2011).

Dentro dos parâmetros do conceito “Química Verde”, que visa substituir matérias primas tradicionais e não renováveis por derivados de biomassa menos poluentes, como o bioóleo e a geração de etanol (COLLARES, 2011). A tecnologia de geração de etanol 2g (segunda geração) tem por objetivo retirar o açúcar “aprisionado” em estruturas complexas dos vegetais, sendo inicialmente colocada em contato com enzimas do tipo celulase produzidas principalmente por fungos, liberando açúcares que serão fermentados pela levedura *Saccharomyces cerevisae* e convertido em etanol (EMBRAPA, 2011). O procedimento é diferenciado do etanol de primeira geração, pois as matérias primas utilizadas no etanol de 2ª geração são sólidas e não solúveis, sendo utilizados bagaços, palhas e demais materiais ricos em celulose (EMBRAPA, 2011), pode-se viabilizar a produção de etanol a partir da casca de laranja devido as suas características não diferirem do bagaço de

cana de açúcar em relação a quantidade de açúcares redutores (MILLER *et al.*, 2012). A produção de etanol de 2ª geração a partir de subprodutos, bagaços e materiais ricos em celulose, vem a ser uma alternativa a geração de energia renovável no país, energia renovável aproveitando resíduos que precisam de um descarte afim de não gerar poluentes, e complementar a produção de etanol (COLLARES, 2011).

Óleo essencial e D-limoneno

O óleo essencial da casca de laranja é o maior responsável pela produção nacional de óleos essenciais (BIZZO *et al.*, 2009). Este é obtido industrialmente pelo método de arraste de vapor e pode ser empregado na fabricação de cosméticos, perfumaria, sabonetes, indústria farmacêutica em geral, materiais de limpeza, balas e bebidas (YAMANAKA, 2005).

O D-limoneno é retirado a partir do beneficiamento do óleo essencial e este composto é utilizado em produtos de limpeza e também como solvente (BIZZO *et al.*, 2009). O limoneno é um composto largamente utilizado, e está presente em mais de 300 vegetais, entre plantas medicinais e aromáticas, ocasionando um alto custo de produção devido ao elevado valor de mercado de sua matéria prima. O D-limoneno, composto obtido da casca de laranja, tem um baixo custo em larga escala, utilizando um resíduo caracterizado muitas vezes de rejeito industrial. O D-limoneno pode ser utilizado também em síntese de outros compostos químicos, aplicações em borracha, tintas, agente dispersante de óleo e na síntese química do mentol (MARÓSTICA JÚNIOR & PASTORE, 2007).

O rendimento teórico de óleo essencial é de 1,79% por unidade de laranja, enquanto o do D-limoneno é de 0,92% por unidade de laranja (RODRIGUES & OLIVEIRA, 2006 *apud* BORGES, 2011), ou seja, pouco mais da metade da proporção de óleo essencial, valor altamente significativo se observado o valor agregado do produto.

Com a utilização de nanotecnologia, pode-se fazer a criação de novos materiais através da manipulação de átomos e moléculas, a partir dessa ideia nasceu o projeto Orange Fiber em parceria com o Instituto Politécnico de Milão, na Itália, foi criado um tecido que conforme o uso, libera óleos essenciais e vitamina C derivados da casca de laranja, contidos em microcápsulas para o corpo (ZIDKO, 2014).

Conclusão

Diante do cenário atual há inúmeras maneiras para utilizar o bagaço de laranja e gerar receita.

A maneira mais acessível e eficiente para o pequeno, médio e grande produtor para utilizar e armazenar o bagaço de laranja sem perder suas características nutricionais é na forma de silagem.

Referências Bibliográficas

BENEVIDES, L.C.; **Pirólise do bagaço de laranja: Análise cinética dos estágios de secagem e devolatização.** São Mateus: Universidade Federal do Espírito Santo, 2015.

BIZZO, H. R.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 588-594, 2009.

BORGES, R. J.; Indústria de ração a partir do bagaço de laranja. In: Congresso virtual brasileiro de administração. UEL. 2011. Disponível em: <http://www.convibra.com.br/upload/paper/2013/93/2013_93_8545.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2016.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 2 ago. 2010. Seção 1, p. 3.

COLARES, D.G. **Florestas Energéticas e Resíduos são fontes de bio-óleo e biocarvão.** 2011. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2011_2/BioOleo/index.htm>. Acesso em: 22 jun. 2016.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2015. **RESULTADO DO 5º LEVANTAMENTO DE INTENÇÃO DE PLANTIO DE SAFRA 2014/2015.** São Paulo, 2015. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_01_19_15_07_18_jan15.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2016.

COSTA, C.; SANTOS, I. R.; RESTLE, J.; NUSSIO, L. G. **Guia do Campo Sementes Agroceres Milho & Sorgo: Silagem.** Disponível em:

<<http://www.sementesagroceres.com.br/pages/BaixarArquivo.aspx?i=manualSilagem.pdf&t=pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2016.

COSTA, F. M.; DIAS JÚNIOR, G. S.; ZACARONI, O. F.; SANTOS, J. F.; PEREIRA, R. A. N.; PEREIRA, M. N. Silagem de grãos úmidos de milho de textura dura ou macia em dietas com polpa cítrica para vacas em lactação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n. 1, p. 203-210, 2014.

CRIZIEL, T. M.; **Aproveitamento dos subprodutos da indústria de suco de laranja para aplicação em alimentos**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013.

EMBRAPA. ETANOL LIGNOCELULÓSICO. Brasília. 2011. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/33418/1/Etanol-celulosico.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2016.

GONÇALVES, L.C.; FILIZOLA, R.G.; CONCEIÇÃO M.L.; SILVA C.C.M.; ANDRADE Y.O. Reciclagem das casca de laranja pêra na produção de suplemento alimentar de fibras solúveis (pectina). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. 21., 2001. João Pessoa: ABES. 2001. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/brasil/iii-131.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2016.

HENRIQUE, W.; SAMPAIO, A.A.M; LEME, P.R; ALLEONI, G.F.; FILHO, J.L.V.C. Desempenho e características da carcaça de tourinhos Santa Gertrudes confinados, recebendo dietas com alto concentrado e níveis crescentes de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 2, p. 463-470, 2004.

IBGE. PRODUÇÃO AGRÍCOLA MUNICIPAL 2014. Rio de Janeiro, v. 41, p.1-100, 2014.

ÍTAVO, L. C. V., SANTOS, G. D., JOBIM, C. C., VOLTOLINI, T. V., BORTOLASSI, J. R., FERREIRA, C. C. B. Aditivos na conservação do bagaço de laranja in natura na forma de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 5, p. 1474-1484, 2000.

LIMA, J.O.A. de A. A laranja e seus subprodutos na alimentação animal. 2001

MACHADO, F. S., GUIMARÃES JÚNIOR, R., TEIXEIRA, A. M., CAMPOS, M. M., PEREIRA, L. G. R. A polpa cítrica e a casca de soja na formulação de dietas para vacas de leite. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE. 6 : 2012. Belo Horizonte, MG. FEPMVZ editora. 2012. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Andre_Oliveira25/publication/259477842_Estrategias_de_Suplementao_para_Recria_Economica_de_Novilhas_em_Pastagens/links/00b4952c0c55c035f3000000.pdf#page=122>. Acesso em: 11 abr. 2016.

MAPA. Instrução Normativa 5/2003. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 21 mar. 2003. Seção 1, p. 7.

MARÓSTICA JÚNIOR, R. M.; PASTORE, G. M. Biotransformação de limoneno: uma revisão das principais rotas metabólicas. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 382-387, 2007.

MENEGHETTI, C. de C.; DOMINGUES, J. L. Características nutricionais e uso de subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 5, n. 2, p. 512-536, 2008.

MILLER, F.; CALDEIRAO, L.; MARINELLI, C. D.; SERGIO, P. Obtenção de açúcares fermentescíveis a partir da casca de laranja e bagaço de cana-de-açúcar. **Analytica**, v. 59, p. 2-6, 2012.

MULLER, M.; PRADO, I. N. Metabolismo da pectina em animais ruminantes. Uma revisão. **Revista Varia Scientia**, v. 4, n. 8, p. 45-56, 2005.

NEVES, M. F., TROMBIN, V. G., MILAN, P., LOPES, F. F., CRESSONI, F., KALAKI, R. **O retrato da citricultura brasileira**. Ribeirão Preto: CitrusBR. 2010.

NOVAES, L. P.; LOPES, F. C. F.; CARNEIRO, J. C. Silagens: oportunidades e pontos críticos. **Embrapa Gado de Leite-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2005.

PEREIRA, M. S.; RIBEIRO, E. L. A.; MIZUBUTI, I. Y.; TURINI, T.; NORO, L. Y.; PINTO, A. P. Carcaça e não-componentes da carcaça de cordeiros recebendo polpa cítrica úmida prensada em substituição à silagem de milho. **Animal Sciences**, v. 29, n. 1, p. 57-62, 2007.

PINTO, A. P.; MIZUBUTI I. Y.; RIBEIRO, E. L. A.; FEY, R.; PALUMBO, G. R.; ALVES, T. C. Avaliação da silagem de bagaço de laranja e silagem de milho em diferentes períodos de armazenamento. **Animal Sciences**, v. 29, n. 4, p. 371-377, 2007.

PRADO, I. N.; PINHEIRO, A. D.; ALCALDE, C. R.; ZEOULA, L. M.; NASCIMENTO, W. G.; SOUZA, N. E. Níveis de substituição do milho pela polpa de citrus peletizada sobre o desempenho e características de carcaça de bovinos mestiços confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 2135-2141, 2000.

REZZADORI, K.; BENEDETTI, S. Proposições para valorização de resíduos do processamento do suco de laranja. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION. 2009. p. 1-11.

RODRIGUES, G. H.; SUSIN, I.; PIRES, A. V.; NUSSIO, L. G.; GENTIL, R. S.; FERREIRA, E. M.; BIEHL, M. V.; RIBEIRO, M. F. Desempenho, características da carcaça, digestibilidade aparente dos nutrientes, metabolismo de nitrogênio e parâmetros ruminais de cordeiros alimentados com rações contendo polpa cítrica úmida semidespectinada e/ou polpa cítrica desidratada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 10, p. 2252-2261, 2011.

RODRIGUES, T.O.; ROUSSET, P.; VALE, A.T.; BROUST, F. Bioóleo: uma alternativa para valorização energética da biomassa. **Revista Brasileira de Energia**, Vol. 17, Nº.2, 2ª Sem. 2011, pp. 39-56.

SANTOS, A. A. O., SANTOS, A. J. A. O., SILVA, I. V., LEITE, M., SOARES, S., MARCELLINI, P. S. Desenvolvimento de biscoitos de chocolate a partir da incorporação de fécula de mandioca e albedo de laranja. Development of chocolate biscuits from

incorporation of cassava starch and orange albedo flour. **Alimentos e Nutrição, Araraquara**. v. 21, n. 3, p. 469-480, 2010.

SANTOS, G. T.; ÍTAVO, L.C.V.; MODESTO, E.C.; JOBIM, C.C.; DAMASCENO, J.C. Silagens alternativas de resíduos agro-industriais. In: Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas. UEM/CCA/DZO, p. 262-285. 2001.

VALADARES FILHO, S.C., MACHADO, P.A.S., CHIZZOTTI, M.L. et al. CQBAL 3.0. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos. Disponível em www.ufv.br/cqbal. Acesso em: 05 jun. 2016.

YAMANAKA, H. T. Sucos cítricos. São Paulo: **CETESB**, 2005.

ZIDKO, E. Cascas de laranja viram tecido vitaminado na Itália. **G1**, São Paulo, 02 dez. 2014. Disponível em: <<http://g1.globo.com/bemestar/noticia/2014/12/cascas-de-laranja-viram-tecido-vitaminado-na-italia.html>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

Apêndice

Memorial de cálculo das dimensões do silo de bagaço de laranja.

Volume do silo

$$V = h/3 \times (SB + (\sqrt{SB \times Sb}) + Sb)$$

$$V = 1/3 \times (80 + (\sqrt{80 \times 26}) + 26)$$

$$V = 50,54 \approx 51\text{m}^3$$

Legenda

V = Volume (m³); h = altura do silo (m); SB = área da base maior (m²); Sb = área da base menor (m²).

Memorial de cálculo do tamanho da lona.

$$\text{Comprimento da caída} = \text{hip}^2 = C^2 + C^2$$

$$\text{Comprimento da caída} = \text{hip}^2 = 1,5^2 + 1^2$$

$$\text{Comprimento da caída} = 1,8\text{m}$$

Largura lona

$$\text{Largura lona} = \text{largura base menor} + (\text{comprimento da caída} \times 2) + 1 \text{ m de cada lado}$$

$$\text{Largura lona} = 2 + (1,8 \times 2) + 2 = 2 + 3,6 + 2 = 7,6\text{m}$$

Comprimento

$$\text{Base Maior} = \text{comprimento da base maior} + 1\text{m para cada lado}$$

$$\text{Base Maior} = 16 + 2 = 18\text{m}$$

$$\text{Base menor} = \text{comprimento da base menor} + 1 \text{ m para cada lado} + (\text{comprimento da caída} \times 2)$$

$$\text{Base menor} = 13 + 2 + 3,6 = 18,6\text{m}$$

$$\text{Comprimento lona} = \text{Comprimento da base maior} + \text{Comprimento da base menor}$$

$$\text{Comprimento lona} = 18 + 18,6 = 36,6 \text{ m}$$