



Gestão de Resíduos

João Baptista Chieppe Júnior



**Inhumas - GO
2012**

Presidência da República Federativa do Brasil
Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica

© Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Este Caderno foi elaborado em parceria entre o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/IFG-Inhumas e a Universidade Federal de Santa Maria para o Sistema Escola Técnica Aberta do Brasil – Rede e-Tec Brasil.

Equipe de Elaboração – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/IFG-Inhumas

Reitor
Paulo César Pereira/IFG-Inhumas

Diretor Geral
Cleiton José da Silva/IFG-Inhumas

Coordenador Institucional
Daniel Aldo Soares/IFG-Inhumas

Professor-autor
João Baptista Chieppe Júnior/IFG-Inhumas

Equipe Técnica
Renata Luiza da Costa/IFG-Inhumas
Rodrigo Cândido Borges/IFG-Inhumas
Shirley Carmem da Silva/IFG-Inhumas
Viviane Margarida Gomes/IFG-Inhumas

**Comissão de Acompanhamento e Validação
Colégio Técnico Industrial de Santa Maria/CTISM**

Coordenador Institucional
Paulo Roberto Colusso/CTISM

Coordenação Técnica
Iza Neuza Teixeira Bohrer/CTISM

Coordenação de Design
Erika Goellner/CTISM

Revisão Pedagógica
Andressa Rosemárie de Menezes Costa/CTISM
Francine Netto Martins Tadielo/CTISM
Marcia Migliore Freo/CTISM

Revisão Textual
Lourdes Maria Grotto de Moura/CTISM
Vera da Silva Oliveira/CTISM

Revisão Técnica
Eduardo Lehnhart Vargas/CTISM
Maria Isabel da Silva Aude/UFSM

Diagramação
Gustavo Schwendler/CTISM
Leandro Felipe Aguilar Freitas/CTISM
Máuren Fernandes Massia/CTISM

Ficha catalográfica elaborada por Maria Aparecida Rodrigues de Souza CRB 1/1497 e Maria Aparecida Castro CRB 1/2599 – bibliotecárias – IFG Campus Inhumas

C533g Chieppe Júnior, João Baptista
Gestão de resíduos / João Baptista Chieppe Júnior. – Inhumas: IFG; Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2011.
48 p. : il.
Bibliografia.

Caderno elaborado em parceria entre o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/IFG-Inhumas e a Universidade Federal de Santa Maria para o Sistema Escola Técnica Aberta do Brasil – e-Tec Brasil.

1. Cana-de-açúcar – Processamento industrial. 2. Resíduo agrícola – Subprodutos. 3. Agroindústria sucroalcooleira. I. Título.

CDD 628.746

Apresentação e-Tec Brasil

Prezado estudante,

Bem-vindo ao e-Tec Brasil!

Você faz parte de uma rede nacional pública de ensino, a Escola Técnica Aberta do Brasil, instituída pelo Decreto nº 6.301, de 12 de dezembro 2007, com o objetivo de democratizar o acesso ao ensino técnico público, na modalidade a distância. O programa é resultado de uma parceria entre o Ministério da Educação, por meio das Secretarias de Educação a Distância (SEED) e de Educação Profissional e Tecnológica (SETEC), as universidades e escolas técnicas estaduais e federais.

A educação a distância no nosso país, de dimensões continentais e grande diversidade regional e cultural, longe de distanciar, aproxima as pessoas ao garantir acesso à educação de qualidade, e promover o fortalecimento da formação de jovens moradores de regiões distantes dos grandes centros geograficamente ou economicamente.

O e-Tec Brasil leva os cursos técnicos a locais distantes das instituições de ensino e para a periferia das grandes cidades, incentivando os jovens a concluir o ensino médio. Os cursos são ofertados pelas instituições públicas de ensino e o atendimento ao estudante é realizado em escolas-polo integrantes das redes públicas municipais e estaduais.

O Ministério da Educação, as instituições públicas de ensino técnico, seus servidores técnicos e professores acreditam que uma educação profissional qualificada – integradora do ensino médio e educação técnica, – é capaz de promover o cidadão com capacidades para produzir, mas também com autonomia diante das diferentes dimensões da realidade: cultural, social, familiar, esportiva, política e ética.

Nós acreditamos em você!

Desejamos sucesso na sua formação profissional!

Ministério da Educação
Janeiro de 2010

Nosso contato
etecbrasil@mec.gov.br



Indicação de ícones

Os ícones são elementos gráficos utilizados para ampliar as formas de linguagem e facilitar a organização e a leitura hipertextual.



Atenção: indica pontos de maior relevância no texto.



Saiba mais: oferece novas informações que enriquecem o assunto ou “curiosidades” e notícias recentes relacionadas ao tema estudado.



Glossário: indica a definição de um termo, palavra ou expressão utilizada no texto.



Mídias integradas: sempre que se desejar que os estudantes desenvolvam atividades empregando diferentes mídias: vídeos, filmes, jornais, ambiente AVEA e outras.



Atividades de aprendizagem: apresenta atividades em diferentes níveis de aprendizagem para que o estudante possa realizá-las e conferir o seu domínio do tema estudado.



Sumário

Palavra do professor-autor	9
Apresentação da disciplina	11
Projeto instrucional	13
Aula 1 – Diversificação do setor sucroalcooleiro	15
1.1 Tecnologia usada no processamento industrial da cana-de-açúcar.....	15
1.2 A diversificação do setor sucroalcooleiro.....	16
Aula 2 – Principais subprodutos	21
2.1 Bagaço da cana-de-açúcar.....	21
2.2 Materiais compósitos.....	24
2.3 Torta de filtro.....	27
2.4 Leveduras.....	28
2.5 Melaço ou mel final.....	29
2.6 Vinhaça.....	29
2.7 Óleo fúsel (álcoois superiores).....	30
2.8 Gás carbônico (CO ₂).....	30
2.9 Produção de bioetanol (segunda geração).....	30
2.10 Plástico biodegradável.....	31
Aula 3 – Subprodutos da cana-de-açúcar na alimentação animal	33
3.1 Conceitos em alimentação animal.....	33
3.2 Principais características da cana-de-açúcar.....	36
3.3 Composição química da cana-de-açúcar.....	38
3.4 Anatomia do trato digestivo dos ruminantes.....	38
3.5 Formas de utilização da cana-de-açúcar na alimentação animal.....	42
Referências	46
Currículo do professor-autor	48



Palavra do professor-autor

Na economia brasileira de hoje os setores de produção primária de alimentos, fibras e fontes de energia juntamente com a indústria de insumos e a agroindústria de processamento, constituem um dos principais segmentos com importância tanto no abastecimento interno, como no desempenho exportador do país. Os resíduos gerados, se bem aproveitados, representam lucros para o setor produtivo, maior bem-estar para a sociedade e condições de preservação do meio ambiente.

O setor sucroalcooleiro tem mostrado experiências bem sucedidas na gestão de resíduos das usinas e destilarias, visando a integração das atividades para a sua correta utilização.

É importante e necessário ter conhecimentos gerais do sistema de produção, para identificar as possibilidades de integração na reutilização dos resíduos gerados no setor sucroalcooleiro.

O objetivo principal da disciplina de Gestão de Resíduos é estudar o processamento industrial da cana-de-açúcar e a utilização de seus subprodutos e derivados como alternativa para o ganho de capital das agroindústrias sucroalcooleiras.

Tendo o domínio desse conteúdo, você poderá ajudar a responder indagações em relação ao mercado interno e externo, para o país enfrentar os desafios da gestão de resíduos como parte do negócio, considerando os aspectos econômicos, ecológicos e sociais.

João Baptista Chieppe Júnior



Apresentação da disciplina

Nesta disciplina, serão estudados os principais subprodutos da cana-de-açúcar, suas características, vantagens e desvantagens, suas formas de utilização na alimentação animal dos ruminantes. Esses conhecimentos são fundamentais para compreender o processamento industrial da cana-de-açúcar e o aproveitamento dos resíduos gerados no sistema de produção.



Projeto instrucional

Disciplina: Gestão de Resíduos (carga horária: 90h).

Ementa: Estudo da diversificação do setor sucroalcooleiro. Principais subprodutos. Subprodutos da cana-de-açúcar na alimentação animal.

AULA	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	MATERIAIS	CARGA HORÁRIA (horas)
1. Diversificação do setor sucroalcooleiro	Reconhecer a importância da cana-de-açúcar no processo industrial e a diversificação do aproveitamento de seus resíduos para gerar novos produtos.	Ambiente virtual: plataforma <i>moodle</i> . Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	26
2. Principais subprodutos	Reconhecer os principais subprodutos: bagaço de cana-de-açúcar e seus derivados, torta de filtro, leveduras, melação, vinhaça, óleo fúsel, gás carbônico, produção de bioetanol e plástico biodegradável, como alternativa para ganho de capital das agroindústrias sucroalcooleiras.	Ambiente virtual: plataforma <i>moodle</i> . Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	28
3. Subprodutos da cana-de-açúcar na alimentação animal	Compreender a utilização dos principais subprodutos da cana-de-açúcar através de sua composição química na alimentação animal. Identificar o funcionamento do trato digestivo dos ruminantes na digestão, absorção e síntese dos alimentos. Reconhecer e utilizar os principais subprodutos da cana-de-açúcar na alimentação dos animais ruminantes.	Ambiente virtual: plataforma <i>moodle</i> . Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	26

Aula 1 – Diversificação do setor sucroalcooleiro

Objetivos

Reconhecer a importância da cana-de-açúcar no processo industrial e a diversificação do aproveitamento de seus resíduos para gerar novos produtos.

1.1 Tecnologia usada no processamento industrial da cana-de-açúcar

Não só pela importância do ponto de vista ambiental, mas pela necessidade de evitar desperdícios e gerar lucros, a utilização e o processamento dos resíduos da cana-de-açúcar na produção de açúcar e álcool, que hoje já são em larga escala, tendem a aumentar consideravelmente nos próximos anos, com a expansão das lavouras de cana e com a implementação de novas unidades agroindustriais.

No processamento industrial da cana-de-açúcar, obtém-se subprodutos como o bagaço, o mel, o vinhoto ou vinhaça, a torta de filtro, o óleo fúsel, o gás carbônico, a produção de bioetanol e o plástico biodegradável.

Com o domínio da tecnologia, os resíduos industriais do setor sucroalcooleiro passaram a não ser tratados como rejeitos industriais. O bagaço tinha de ser queimado, e a vinhaça era despejada nos córregos e rios, causando grandes problemas ao meio ambiente. Somente depois de diversos estudos descobriu-se a viabilidade da utilização desses resíduos industriais que se transformaram em fonte de receita, ampliando os limites dos produtos advindos da cana, planta cujo aproveitamento é praticamente total.

A redução cada vez maior da oferta de materiais fibrosos, para serem utilizados como matéria-prima na indústria de derivados, e o caráter renovável da cultura da cana-de-açúcar, estimularam nas últimas décadas, a utilização do bagaço nas produções de polpa, papel e produtos aglomerados. (FURTADO et al., 2009).

1.2 A diversificação do setor sucroalcooleiro

A cultura da cana-de-açúcar no Brasil e no mundo pode ter diferentes usos, partindo da hipótese de explorá-la em forma reacional. Essa cultura, além de produzir açúcar e álcool num período de tempo é flexível, podendo sofrer mudanças com diferentes fins.

Segundo Taupier (1999), as características fundamentais da indústria sucroalcooleira diversificada são as seguintes:

- A transformação da indústria deverá produzir-se utilizando ao máximo as instalações tecnológicas disponíveis, que serão adequadas aos novos propósitos. Da mesma forma, deve ser aproveitado o solo destinado à cana e ser feita sua exploração, levando em conta as novas formas de produção que terá a indústria;
- Os esquemas de processos tecnológicos que forem adotados devem permitir, além da produção de açúcar e álcool, a obtenção de méis enriquecidos, sucos diluídos, bagaço em excesso e excedentes de energia elétrica. Tudo isso é concebido em forma de esquemas flexíveis que permitam dirigir a geração de um produto ou outro, segundo a conveniência do mercado, os preços dos produtos e a estratégia de comercialização da empresa;
- Devem ser consideradas preferencialmente para a reestruturação as agroindústrias que estejam próximas de fábricas de derivados consumidoras de bagaço, ou agroindústrias que possam utilizar bagaço para as suas termoelétricas;
- As produções primárias obtidas (produtos e subprodutos) deverão ser convertidas em produtos com o maior valor acrescentado possível, para que a rentabilidade da nova empresa seja ainda mais vantajosa;
- Estas transformações devem ser feitas de forma compatível com o meio ambiente, para que todos os resíduos e residuais da indústria e da agricultura possam ser reciclados na própria usina, na cultura da cana ou em novas produções;
- A gerência e a estrutura de direção deverão ser adequadas às características de flexibilidade e de integração produtiva que terá a indústria.

O objetivo estratégico que deve nortear as ações de reestruturação é o de conseguir a maior eficiência econômica através de custos de produção ínfimos, maior valor acrescentado das produções e menos consumo energético. Suas características principais são as seguintes:

- Os sucos mais concentrados procedentes da primeira moagem irão diretamente ao processo, sem ser diluídos com outros sucos menos concentrados;
- Os sucos diluídos do resto dos moinhos serão destinados a alimento animal ou a substratos para a produção de levedura forrageira ou produção de álcool;
- De acordo com a necessidade dos produtos, serão feitas uma ou duas produções de açúcar e de álcool, de diferentes qualidades e características, segundo a demanda do mercado;
- Os méis finais obtidos com maior pureza serão destinados a alimento animal ou eventualmente a mercados de exportação que os procurem e paguem preços correspondentes;
- Com esses esquemas tecnológicos, haverá um incremento substancial do bagaço excedente, podendo-se destinar simultânea e indistintamente às fábricas de derivados, para alimento animal ou para geração elétrica;
- A co-geração ou geração de energia elétrica crescerá significativamente e se tornará uma das opções de maior rentabilidade;
- Deverão se realizar safras de maior tempo possível, dependendo das condições do solo, do clima do lugar, da possibilidade de utilizar a irrigação e da racionalidade econômica;
- Será conveniente utilizar variedades de maturação precoce, capazes de desenvolver grande quantidade de massa verde, com relação aceitável de fibra-pol. Além disso, devem possuir flexibilidade de colheita em ciclos de idade de 10 a 16 meses, utilizando um conjunto entre 5 e 8 variedades comerciais nas áreas agrícolas, onde é possível combinar variedades mais produtivas de açúcar, outras maiores produtoras de fibras e variedades intermédias;

- A cana deve ser manipulada como a cultura principal, mas sem excluir a possibilidade de se utilizarem leguminosas e outras gramíneas usadas como forragem para alimentação animal. As opções de alternância e rotação de culturas, principalmente, devem ser levadas em conta;
- Devem ser utilizados os residuais da agroindústria para a fertilização, como água de irrigação ou a compostagem dos resíduos agrícolas, da torta menos poluente. Deve ser incluída a possibilidade da fertilização biológica;
- Toda a manipulação agrônômica deve contribuir para que a touceira das plantas dure o maior tempo possível (colheitas), pois a atividade de reposição é a mais cara na agricultura da cana;
- O uso máximo e racional tanto da maquinaria agrícola como dos meios automáticos para dirigir todo o processo é altamente aconselhável.

1.2.1 Características da diversificação

Pela diversidade de produtos e subprodutos é difícil atender o universo completo de oportunidades do setor sucroalcooleiro, em virtude das suas diferentes escalas e graus de complexidade. Taupier (1999), classifica o setor em cinco grandes grupos:

- Tecnologias simples.
- Tecnologias convencionais.
- Tecnologias de média complexidade.
- Produções especiais associadas.
- Produções de tecnologia avançada.

Essas categorias constituem um guia geral, que de nenhuma forma, substitui os estudos que devem ser feitos em cada caso para a tomada de decisão pelo setor.

1.2.1.1 Tecnologias simples

Nesse grupo estão os produtos que constituem opções de emprego, de satisfação de necessidades sociais e de diversificação da oferta no mercado. Corresponde à alternativa de fácil implementação por apresentar um baixo

investimento e também baixo valor de produção. Destacam-se: rapadura, caldo de cana, mel rico como adoçante, vinho de caldo de cana, palmito de cana, alimentação animal, biogás comum, entre outros.

1.2.1.2 Tecnologias convencionais (estabelecida)

Nesse grupo estão os produtos que constituem a indústria sucroalcooleira já conhecida e instalada em diferentes países. Caracteriza-se por apresentar complexidade média, valor da produção de acordo com a escala e o produto, escala determinada por equipamento típico, produtos semielaborados e elaborados. Destacam-se nesse grupo: açúcar, etanol, aguardentes populares e runs, leveduras de recuperação, tabuleiros de fibras, gás carbônico, melado desidratado enriquecido, glicose e xarope de frutose, balas duras e moles, furfural, fúsel, biogás industrial, entre outros.

1.2.1.3 Tecnologias de média complexidade

Nesse grupo estão produtos com tecnologias comprovadas e que estão limitadas basicamente por aspectos relacionados com a própria organização dos abastecimentos e de comercialização, de indefinições de mercado e pela situação precária das fábricas existentes. Destacam-se nesse grupo: álcool fino, álcool furfuralico, sorbitol, derivados do fúsel, aguardentes, runs e vodcas especiais, leveduras de vinhaça, isolantes térmicos, ceras modificadas, papéis nobres, cartões filtrantes, entre outros.

1.2.1.4 Produções especiais associadas

Nesse grupo estão os produtos que utilizam matéria-prima canavieira secundária. Estes exigem de forma apurada a definição de aspectos de mercado para vários produtos que justifique o investimento em fábricas de múltiplos propósitos. Destacam-se nesse grupo na linha biológica: hormônios vegetais, dextranase, protease, inoculante de leguminosas (*Rhizobium*), nematicidas, etc. Destacam-se nesse grupo, na linha química: álcool reativo, maturador de cana-de-açúcar, esterilizador de solos, raticidas, sulfato de nicotina, entre outros.

1.2.1.5 Produções de tecnologia avançada

Nesse grupo estão os produtos com tecnologia mais avançada e de mais alta revalorização. Paralelamente, os investimentos são mais elevados e as tecnologias mais complexas que, em muitos casos, deverão ser importadas. Destacam-se nesse grupo: ácido cítrico, lisina, xantano, xilitol, plásticos derivados do álcool, polpas quimiomecânicas, tabuleiros MDF, herbicidas hormonais, etc.

A estratégia no desenvolvimento dos derivados da cana-de-açúcar deverá ser dirigida à obtenção de produtos com maior valor agregado, a partir de critérios tecnológicos e de produções flexíveis que utilizem, além dos subprodutos, diferentes produtos intermediários do processo sucroalcooleiro. Segundo Taupier (1999), podem-se enumerar seis critérios básicos que poderão ser utilizados para a seleção das alternativas mais convenientes de produção de derivados da cana-de-açúcar: alternativas de alta resposta econômica, desenvolvimento compatível com o meio ambiente, esquemas tecnológicos integrados, eficiência energética, economia de escala flexível e desenvolvimento prioritário da alimentação animal.

Resumo

Nesta aula foram estudadas a importância da cana-de-açúcar no processo industrial e a diversificação do setor sucroalcooleiro e suas respectivas alternativas.



Atividades de aprendizagem

1. O que se entende por diversificação do setor sucroalcooleiro?
2. Comente as alternativas de diversificação do setor sucroalcooleiro.

Aula 2 – Principais subprodutos

Objetivos

Reconhecer os principais subprodutos: bagaço de cana-de-açúcar e seus derivados, torta de filtro, leveduras, melação, vinhaça, óleo fúsel, gás carbônico, produção de bioetanol e plástico biodegradável, como alternativa para ganho de capital das agroindústrias sucroalcooleiras.

2.1 Bagaço da cana-de-açúcar

O bagaço da cana-de-açúcar é o maior resíduo da agroindústria brasileira. É um resíduo fibroso da extração do caldo pelas moendas. A quantidade produzida depende do teor de fibra da cana processada que apresenta, em média, 46% de fibra e 50% de umidade, resultando, aproximadamente, em 280 quilos de bagaço por tonelada de cana processada. Pela proporção em que é produzido e devido à sua composição, o bagaço (Figura 2.1) constitui-se em um dos mais importantes subprodutos para a indústria sucroalcooleira. Suas principais aplicações são: combustível para caldeira, produção de celulose e na alimentação de gado confinado. (ALCARDE, 2009).



Figura 2.1: Depósito de bagaço para co-geração de energia elétrica

Fonte: Alcarde, 2009

As próprias usinas utilizam de 60% a 90% desse bagaço como fonte energética (para substituir o óleo combustível no processo de aquecimento das caldeiras) e para a geração de energia elétrica. O bagaço como combustível veio substituir a lenha que era a fonte energética usada há alguns anos na evaporação do caldo.

Em torno de 95% de todo o bagaço produzido no Brasil são queimados em caldeiras para geração de vapor produzindo, como resíduo, a cinza de bagaço cuja disposição não obedece, na maior parte dos casos, a práticas propícias, podendo configurar sério problema ambiental. Constituída basicamente de sílica (SiO_2) a cinza do bagaço de cana-de-açúcar (CBC) tem potencial para ser utilizada como adição mineral, substituindo parte do cimento em argamassas e concretos. (FURTADO et al., 2009).

2.1.1 Derivados do bagaço da cana-de-açúcar

O crescente desenvolvimento da indústria dos derivados de cana-de-açúcar e o tradicional compromisso energético do bagaço começam a adquirir relevante significado econômico.

A existência cada vez menor de matéria fibrosa para ser utilizada como matéria-prima na indústria dos derivados e seu caráter renovável estimularam o uso acelerado do bagaço nas produções de polpa, papel e produtos aglomerados.

2.1.1.1 Polpa celulósica de cana-de-açúcar

Denomina-se de polpa celulósica o resíduo fibroso proveniente da deslignificação total ou parcial da matéria-prima vegetal empregada. A sua obtenção constitui a primeira etapa na produção de papel. A trituração prévia do colmo no processamento da cana-de-açúcar apesar de eliminar o processo mecânico que se faz necessário ao utilizar madeira na obtenção de polpas celulósicas, apresenta a desvantagem de resultar em fibras de longitude menor.

Os processos para a fabricação da polpa podem ser mecânicos, térmicos, químicos ou a combinação deles, através dos quais é separada a lignina (deslignização), a celulose e a hemicelulose. Os processos mecânicos e quimiomecânicos utilizam menor quantidade de reagentes químicos, no entanto consomem maior energia. Os processos químicos empregam menor quantidade de energia, mas apresentam um maior risco de contaminação ao meio ambiente, necessitando de tratamento de efluentes.

a) Polpa quimiomecânica

É mais opaca e menos brilhante do que a química.

Papel de menor peso básico, ou seja, o rendimento é maior e o custo do papel é reduzido.

b) Polpa química

O bagaço de cana é misturado com substâncias químicas e cozido a altas pressões em digestores, dissolvendo a lignina e separando-a das fibras, sem, no entanto, danificar a sua morfologia.

As fibras são separadas inteiras, completamente individualizadas, proporcionando papéis de maior qualidade, porém, com maior agressão ao meio ambiente devido aos efluentes. (KLOCK, 2008).

2.1.1.2 Pasta alfa de bagaço de cana-de-açúcar

Também chamada de pasta especial ou pasta solúvel.

É utilizada na obtenção de celulose microcristalina para fabricação de comprimidos, carboximetilcelulose de tipo farmacêutico e alimentar. Também é utilizada na fabricação de raiom, fio empregado na indústria têxtil e de artigos sanitários absorventes.

2.1.1.3 Utilização do bagaço da cana-de-açúcar na fabricação de papel

A utilização das fibras de celulose e pasta, principais fornecedoras de matéria-prima para a fabricação do papel, resume-se na fabricação da polpa, no alveijamento, na formação da folha e no acabamento.

a) Papel artesanal

A separação das fibras e eliminação de componentes indesejáveis como açúcares, amido, lignina e outros, pode ser feita artesanalmente sem envolver processos industriais no tratamento das fibras.

O processo é simples, e o papel resultante pode ser utilizado em rótulos e embalagens para produtos artesanais da cana-de-açúcar (méis, cachaças, rapaduras, etc.), cartões e peças decorativas. (MARTINEZ, 2006).

b) Papel de jornal

Pode ser fabricado substituindo 71% da polpa utilizada por polpa quimiomecânica de bagaço de cana-de-açúcar.

c) Papel para imprimir e escrever

Utilizando 60% de polpa quimiomecânica de bagaço e 25% de polpa química de madeira, produz-se diversos tipos de papel para imprimir e escrever que requerem boa impressão e se destinam a produtos de rápida circulação e não necessitem de um tempo de vida muito longo.

d) Papéis estucados (revestidos)

Revestidos em uma ou ambas as superfícies, com uma mistura composta fundamentalmente de pigmentos e adesivos.

Os pigmentos mais utilizados são os caulins, os carbonatos de cálcio e os dióxidos de titânio e representam entre 80 e 90% da mistura.

Apresentam alta qualidade no contraste e brilho da tinta, sendo utilizados na produção de revistas, livros, folhetos comerciais, etc. (GUTIÉRREZ et al., 1999).

e) Papel miolo

Nome dado ao papel fabricado especificamente para confeccionar a onda do papelão corrugado (ondulado), constituindo sua camada central.

2.2 Materiais compósitos



Material composto por dois ou mais tipos de materiais. São classificados:

Matrizes – responsáveis pelo preenchimento dos vazios entre o material reforço, mantendo-o em posições fixas e proporcionando resistência ao compósito, podendo ser de origem orgânica ou inorgânica;

Reforços – responsáveis por maximizar as propriedades mecânicas, eletromagnéticas ou químicas do material resultante.

Os materiais compósitos à base de fibras vegetais como bagaço de cana são utilizados em diversas áreas, desde a indústria moveleira à automobilística e construção civil, por apresentarem baixo custo, serem fontes renováveis, possuírem baixa densidade, tecnologia simples para processamento e permitirem a confecção de produtos moldados. (FURTADO et al., 2009).

Os produtos mais conhecidos são os painéis industriais.

2.2.1 Painéis industriais

Compensados – são folhas de madeira coladas uma sobre as outras. A orientação das fibras de cada camada distorce em 90° da camada anterior com a finalidade de aumentar a resistência mecânica.

MDP (*Medium Density Particleboard* – Painéis de Partículas de Média Densidade) – são utilizadas partículas de madeira.

AFB (*Agricultural Fiberboard* – Painéis de Fibras Agroindustriais) – são fibras de resíduos agroindustriais aglutinados por meio de adesivos. Têm as características mecânicas semelhantes ao do MDP (Figura 2.2).



Figura 2.2: Paineis AFB utilizando bagaço de cana

Fonte: Furtado et al., 2009

OSB (*Oriented Strand Board* – Painéis de Tiras de Madeira Orientadas) – são lascas ou sobras da marcenaria industrial dispostas em forma de camadas cruzadas (Figuras 2.3 e 2.4).



Figura 2.3: Paineis OSB de bagaço de cana

Fonte: Silva, 2006

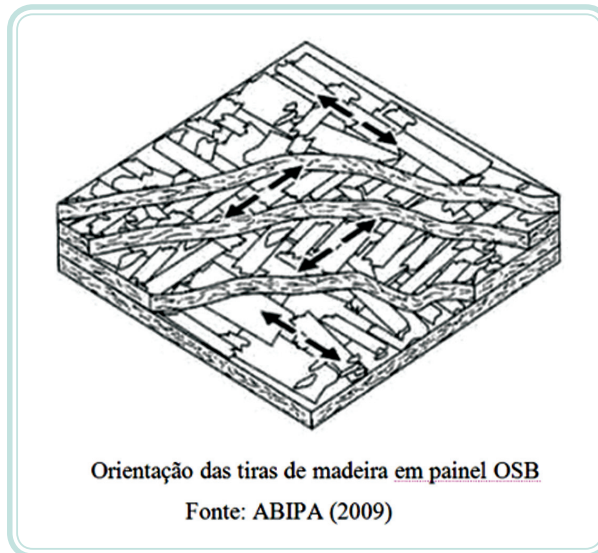


Figura 2.4: Orientação das tiras de madeira em painel OSB

Fonte: ABIPA, 2009

MDF (Medium Density Fiberboard – Painéis de Fibras de Média Densidade) – são painéis de fibra de madeira aglutinada por meio de adesivos (Figura 2.5);



Figura 2.5: Painéis de MDF

Fonte: Furtado, 2010

Painéis com aglutinantes inorgânicos – são aqueles que utilizam substâncias inorgânicas (cimento, gesso, magnésita, etc.) em substituição às resinas sintéticas (Figura 2.6 e 2.7).



Figura 2.6: Painéis aglutinantes inorgânicos

Fonte: Furtado, 2010



Figura 2.7: Painéis aglutinantes inorgânicos

Fonte: Furtado, 2010

2.3 Torta de filtro

Ao caldo resultante do esmagamento da cana-de-açúcar são adicionados cal e enxofre, deixando-se decantar para a retirada de impurezas. O precipitado que se forma, chamado corpo de chão ou “lodo” é outro subproduto importante: a torta de filtro. A torta de filtro (Figura 2.8) é assim o resíduo do tratamento da clarificação do caldo de cana (filtração mecânica do lodo), e é produzida, em média, na proporção de 20 a 40 kg por tonelada de cana. Apresenta o teor médio de 75%.

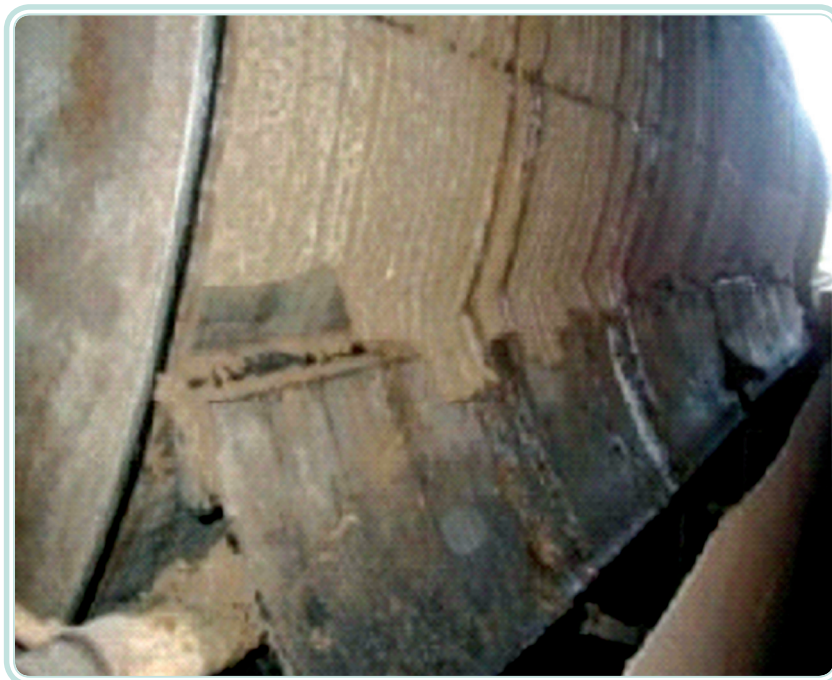


Figura 2.8: Torta de filtro

Fonte: Alcarde, 2009

Rica em matérias orgânicas e minerais (nitrogênio, fósforo e cálcio), utilizada na alimentação de gado bovino, previamente exposta ao sol, com bons resultados, ainda que apresente baixo teor alimentar; na preparação de rações a partir dos resíduos da agroindústria da cana.

Outra aplicação da torta é a extração de cera com solventes orgânicos para substituir diferentes tipos de ceras naturais e derivadas do petróleo. (FURTADO et al., 2009).

2.4 Leveduras

2.4.1 Levedura de recuperação

Na produção de álcool o caldo da cana deve ser resfriado e, logo depois, com ajustes químicos específicos, submetido à fermentação em recipientes de 300.000 litros chamados dornas. Em seguida, o fermento é retirado por centrifugação, resultando a levedura de fermentação alcoólica, também chamada levedura de recuperação ou levedura seca. Esse subproduto é composto por 62% de proteína e libera nitrogênio gradativamente, o que o transforma numa excelente fonte proteica.

Da combinação do bagaço com a levedura desidratada resulta uma ração completa que substitui o farelo de soja com vantagem, na alimentação animal.

2.4.2 Levedura para panificação

A produção de levedura para a fabricação de pão realiza-se a partir do melaço da cana, o qual é diluído, clarificado e tratado termicamente.



2.5 Melaço ou mel final

É o líquido que se obtém como resíduo de fabricação do açúcar cristalizado resultante da centrifugação do qual não pode ser extraída mais sacarose pelos métodos convencionais. É o licor-mãe da cristalização final do açúcar, considerado o principal subproduto da indústria do açúcar, apresentando em média, de 40 a 60 kg por tonelada de cana moída.

Por apresentar concentrações elevadas de Açúcares Redutores Totais (ART), é utilizado, principalmente, na produção de álcool etílico em destilarias anexas e autônomas. É também matéria-prima na produção de fermento (levedura) industrial prensado para panificação, bem como em processos biotecnológicos na produção de enzimas (celulase, xilanase, alfa-amilase, dextranase), antibióticos e ácidos como ácido cítrico e ácido lático.

2.6 Vinhaça

É o resíduo final da destilação do vinho de fermentação para se obter etanol.

A matéria orgânica é o principal constituinte da vinhaça, basicamente sob a forma de ácidos orgânicos e, em menor quantidade, por cátions como o K, Ca e Mg.

A vinhaça apresenta alta demanda química de oxigênio, baixo pH e elevado conteúdo de sais minerais, por isso representa um perigo potencial ao meio ambiente se não for corretamente tratada. (FURTADO et al., 2009).

Na coluna destilação, a média de retirada de vinhaça ou vinhoto é de 10 a 14 litros por litro de álcool etílico hidratado produzido.

Vista antigamente como fonte poluidora, hoje ela tem um grande valor econômico na lavoura da própria cana-de-açúcar, diluída na água de irrigação, constituindo moderno processo chamado fertirrigação. Outros nutrientes presentes na vinhaça são: nitrogênio, enxofre, cálcio, magnésio e micronutrientes essenciais às plantas.



A nova norma paulista para vinhaça é a Norma Técnica CETESB - P4.231 versão janeiro/2005 Vinhaça – Critérios e Procedimentos para Aplicação no Solo Agrícola.

2.7 Óleo fúsel (álcoois superiores)

É a mistura de álcool etílico e álcoois superiores, furfural, aldeídos, ácidos graxos, entre outros. O óleo fúsel é um subproduto da destilação do álcool etílico, retirado lateralmente da coluna referente à zona de retificação. É produzido na proporção de 0,05 a 0,2 litros para 100 litros de álcool, apresentando uma composição variável em função da natureza e da qualidade da matéria-prima, bem como da qualidade do álcool produzido.

Utilizado na produção, é matéria-prima para a indústria de tintas, de solventes e de fibras sintéticas; para processamento de refinação, de onde se extraem álcoois com diversos graus de pureza e para obtenção de outras substâncias químicas, como solventes, aditivação como tensoativos de alastramento, de vernizes de cura térmica. (FURTADO et al., 2009).

2.8 Gás carbônico (CO₂)

Durante a fermentação alcoólica há formação de etanol e CO₂. É usado para produção de fertilizantes, em extintores de incêndio, entre outras aplicações.

2.9 Produção de bioetanol (segunda geração)



Bioetanol de cana-de-açúcar -
energia para o desenvolvimento
sustentável.
(Resumo executivo BNDES,
CGEE, FAO e CEPAL 2008)

Há um novo conceito de etanol, o bioetanol que corresponde a sua produção utilizando como matérias-primas a biomassa lignocelulósica, proveniente de resíduos da agroindústria e culturas vegetais. (BASTOS, 2007). Para a produção do bioetanol utilizando biomassa lignocelulósica, são necessárias três etapas de operação, diferentemente de matérias-primas açucaradas como cana-de-açúcar e frutas.

No Brasil, com a trajetória de sucesso de trinta anos do etanol combustível, as atenções também se voltam para o etanol químico e para a alcoolquímica, como caminhos para a ampliação da produção química no país com as instalações de biorrefinarias, mas dentro de um enfoque e de uma estratégia própria decorrente da especificidade de cada biomassa, em termos de custos e balanço energético positivo. (BASTOS, 2007).

A instalação de biorrefinarias capazes de transformar vários tipos de biomassa a preços competitivos em relação as atuais fontes fósseis, em combustíveis, produtos químicos, eletricidade e fonte de calor, contemplam a consolidação mundial dos pesquisadores, de tal forma que as biorrefinarias e

o uso da biomassa celulósica emergem como fundamentais para alcançar as metas de produção/consumo de etanol, em função das limitações das fontes atualmente empregadas. (FURTADO et al., 2009).

No novo cenário mundial, as atenções voltadas para o etanol não estão mais restritas ao etanol combustível, mas incorporam o etanol grau químico, fonte de matérias-primas (químicas) utilizadas em diversos setores da indústria de transformação. A alcoolquímica é o segmento da indústria química que utiliza o álcool etílico como matéria-prima para fabricação de diversos produtos químicos. Com efeito, boa parte dos produtos químicos derivados do petróleo podem ser obtidos também do etanol, em particular o eteno, matéria-prima para resinas, além de produtos hoje importados derivados do etanol como o acetato e o éter etílico. Da mesma forma, muitos produtos químicos eram obtidos de outras fontes fósseis como o carvão, até serem suplantados pela petroquímica como fonte principal de matéria-prima. (BASTOS, 2007).

2.10 Plástico biodegradável

São culturas bacterianas alimentadas por açúcares (sacarose, glicose). Os microrganismos transformam os açúcares em grânulos (pequenas bolinhas) intracelulares que são, na realidade, poliésteres.



Em 2002, foi desenvolvido um processo que proporciona a obtenção de PHB através de bagaço de cana hidrolisado, utilizando a xilose (substância açucarada presente no bagaço). As características físicas e mecânicas do plástico biodegradável são semelhantes às de alguns polímeros sintéticos que utilizam o petróleo como matéria-prima, mas oferecem o benefício de se decompor muito mais rapidamente depois de descartados. O custo do PHB produzido com bagaço de cana ainda é superior ao do plástico convencional, porém apesar da diferença de preço é bastante competitivo principalmente no mercado externo. O *tubet* em PHB evita também a contaminação por manuseio, pois as mudas são plantadas sem a retirada do invólucro que irá se decompor em aproximadamente 1 ano. (FURTADO et al., 2009).

Os campos de aplicação em desenvolvimento para PHB envolvem embalagens para defensivos agrícolas, vasilhames e filmes para alimentos, produtos injetados, tais como brinquedos e material escolar, materiais descartáveis, como, pentes, escovas, barbeadores e embalagens para produtos de uso agrícola. Esse novo material dura mais de quatro anos em prateleiras e armá-

rios e leva menos de seis meses para se transformar em água e gás carbônico quando depositados em ambientes ricos em bactérias, como os aterros sanitários. (SOTERO, 2000).

Resumo

Nesta aula foram apresentados os principais subprodutos da cana-de-açúcar e sua importância no processamento industrial.



Atividades de aprendizagem

1. Quais as principais diferenças entre as polpas celulósica, a quimiomecânica e a química?
2. Descreva a produção do bioetanol a partir dos resíduos da cana-de-açúcar.
3. Comente o plástico biodegradável e sua importância para o meio ambiente.
4. Quais as principais características dos materiais compósitos e suas principais utilizações?
5. Comente a importância da vinhaça na produção do canavial.

Aula 3 – Subprodutos da cana-de-açúcar na alimentação animal

Objetivos

Compreender a utilização dos principais subprodutos da cana-de-açúcar através de sua composição química na alimentação animal.

Identificar o funcionamento do trato digestivo dos ruminantes na **digestão**, **absorção** e síntese dos alimentos.

Reconhecer e utilizar os principais subprodutos da cana-de-açúcar na alimentação dos animais ruminantes.

A-Z

digestão

Ato de digerir; hidrólise ou quebra de compostos químicos complexos em simples, por meio de enzimas ou por ação química.

absorção

Processo de passagem pelo epitélio intestinal.

3.1 Conceitos em alimentação animal

Alimento – toda substância que, consumida pelo animal, é capaz de contribuir para a manutenção de sua vida e sobrevivência da espécie.

Todo material que, após a ingestão pelos animais, é capaz de ser digerido, absorvido e utilizado. Possui valor nutricional.

Dieta – é o conjunto de alimentos que o animal ingere em 24 horas, capaz de cobrir ou não suas necessidades.

Digestibilidade – é a fração do alimento consumido que não é recuperado nas fezes.

Ingredientes – qualquer matéria-prima utilizável na composição de uma ração ou suplemento.

Nutriente – é todo constituinte ou grupo de constituintes do alimento com uma mesma composição química geral que participa da manutenção da vida.

Nutriente digestível – diz respeito àquela porção do nutriente que é absorvida e digerida pelo animal.

3.1.1 Classificação dos alimentos

Alimentos concentrados são aqueles com menos de 18% de fibra bruta na matéria seca e podem ser classificados como protéicos (quando têm mais de 20% de proteína na matéria seca), como é o caso das tortas de algodão, de soja, etc., ou energéticos (com menos de 20% de proteína na matéria seca) como é o milho, trigoilho, farelo de arroz, etc.

- Conservado (fenos e silagens).
- Frescos (pastagens).
- Secos (palhadas, bagaços e folhas secas).
- Cana-de-açúcar.

Classificação dos alimentos: (CHAMPTON, 1956 apud FURTADO, 2010).

3.1.1.1 Concentrados (<18% de fibra bruta)



I – Energéticos (<16% de proteína bruta);

II – Proteicos (>16% de proteína bruta).

Os alimentos concentrados podem ser usados separadamente ou na ração animal.

Energético ≠ Proteico → Teor de proteína bruta

a) Origem animal

b) Origem vegetal

3.1.1.2 Volumosos (>18% de fibra bruta)

Alimentos volumosos são aqueles que possuem teor de fibra bruta superior a 18% na matéria seca, como é o caso dos capins verdes, silagens, fenos, palhadas, etc.

a) Alimentos secos (fenos, palhas e outros)

Os alimentos são usualmente descritos ou classificados com base na matéria seca, de forma a poderem ser comparados quanto as suas características

nutricionais, custo de nutrientes, etc. A matéria seca (MS) é a fração do alimento excluída a umidade natural deste.

Assim, por exemplo, uma partida de milho em grão que tenha 13% de umidade natural tem, por diferença, 87% de matéria seca. O teor de umidade entre alimentos é muito variável (cerca de 75% para gramíneas frescas, por exemplo, até 10% para tortas ou fenos). Na matéria seca é que estão contidos os nutrientes: carboidratos, proteínas, minerais, etc.

b) Alimentos suculentos (silagem, pastos, raízes, tubérculos, frutos, etc.)

Os mais usados para os bovinos de corte são as pastagens naturais ou artificiais (braquiárias e panicuns em sua maioria), capineiras (capim elefante), silagens (capim, milho, sorgo), cana-de-açúcar, bagaço de cana hidrolisado; entre os menos usados estão: milheto, fenos de gramíneas, silagem de girasol, palhadas de culturas, etc. As leguminosas e as gramíneas são as principais fontes de forragem para bovinos. Forragens de alta qualidade podem suprir a maioria dos nutrientes dependendo da categoria animal em questão, da espécie forrageira, do tipo de solo e fertilidade, da idade da planta, entre outros.

3.1.1.3 Outros alimentos

Suplementos minerais, vitamínicos, aditivos, etc.

3.1.2 Divisão de energia

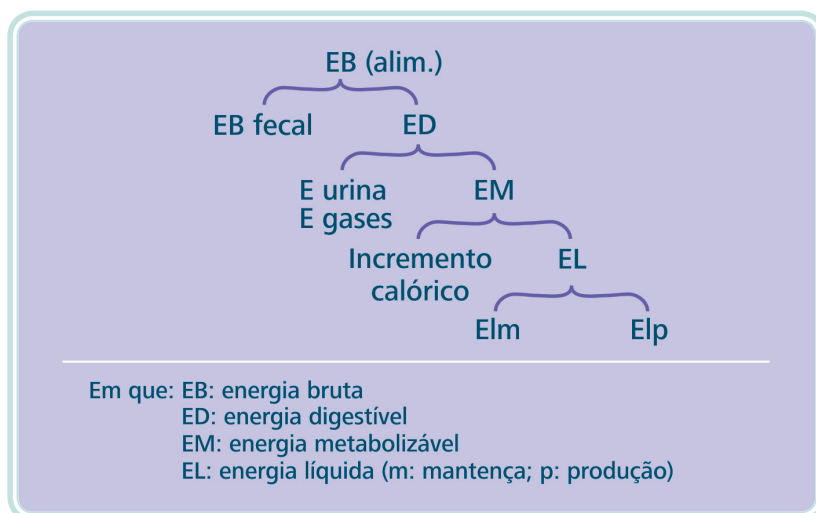


Figura 3.1: Alimentos utilizados pelos animais

Fonte: CTISM, adaptado de Furtado, 2010

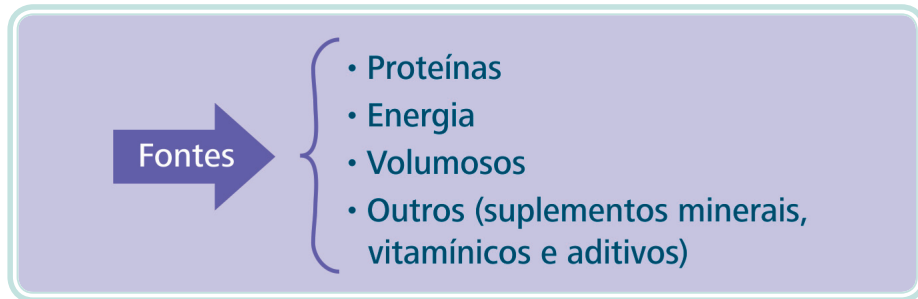


Figura 3.2: Fontes de energia

Fonte: Autor

3.2 Principais características da cana-de-açúcar

O Brasil apresenta excelentes condições para a criação de bovinos, caprinos e ovinos em pastagens, porém, em determinadas regiões, a dificuldade de se produzirem alimentos volumosos em épocas secas tem sido a principal limitação imposta a muitos produtores. O custo de produção de alimentos é de 50 a 70% na atividade pecuária, por isso a busca por alimentos alternativos tem sido frequente.

Dentre os alimentos volumosos disponíveis nos trópicos, a cana-de-açúcar (*Sacharum officinarum*, L.) destaca-se pela elevada produção anual de matéria seca por hectare, por sua pouca alteração do valor nutricional com a variação da maturidade da planta, oferta durante a época da seca e elevado teor de carboidratos não-fibrosos. No entanto, por apresentar na sua composição fibra de baixa qualidade, há uma redução do consumo de matéria seca e do desempenho de animais de alta produção. (FILHO; CABRAL, 2002).

Para estimar o tamanho do canavial deve-se levar em conta a produção média por hectare, o consumo diário por animal e o período médio de estiagem característico na região. É muito importante que o consumo de cana-de-açúcar seja bem próximo da necessidade de produção no ano, pois o manejo do canavial com mais de um ano é bastante limitado. Existe ampla disponibilidade de variedades disponíveis para alimentação animal. Da mesma forma a adubação e tratamentos culturais vão depender de condições específicas que vão variar conforme região e necessitam de acompanhamento especializado. (FURTADO et al., 2009).

A cana-de-açúcar apresenta algumas vantagens sobre outras plantas utilizadas como recurso forrageiro como:

- Rusticidade.
- Adaptação às diversas condições edafoclimáticas.
- Fácil manejo.
- Boa capacidade de rebrota.
- Alto rendimento.
- Boa aceitação pelos animais.

A cana apresenta época de safra coincidente com o período de escassez de forragens verdes, possui um longo período de utilização, tanto para forragem como para a indústria. Por ficar armazenada no campo, justifica-se sua escolha como alternativa de volumoso para ruminantes.

Outro fator a ser destacado quanto ao uso da cana como forrageira, além de sua riqueza em energia, é o autoarmazenamento e a manutenção constante de seu valor nutricional durante todo o ano, fato que não ocorre com qualquer outra forrageira.

Em contrapartida, apresenta teor de proteína muito baixo por isso não é aconselhável o seu uso como alimento exclusivo. No entanto, merece atenção especial, suas limitações nutricionais devem ser consideradas e corrigidas para permitir que os animais apresentem desempenho similar ao obtido com outros volumosos, e com menor custo. (FURTADO et al., 2009).

Quadro 3.1: Principais produtos para alimentação animal a partir de subprodutos da cana-de-açúcar*

Produto	Espécie animal de destino	Resultados reportados (animal/dia)	Observações
Cana direta	Bovino	0,6-0,7 kg	Suplementação necessária com sulfato de amônia ou uréia.
Resíduos agrícolas verdes	Bovino	0,2-0,4 kg	Complexidade adicional por colheita e moagem.
Caldo de cana	Suíno	0,6-0,7 kg	Requer contribuição proteica.
Mel "B"	Suíno	0,55-0,6 kg	Requer contribuição proteica.
Melaço + Ureia	Bovino	0,8-0,9 kg	Diferentes estratégias de uso.

Produto	Espécie animal de destino	Resultados reportados (animal/dia)	Observações
Melaço + Ureia + Bagaço	Bovino	6,0-9,0 kg	Ração própria para períodos secos.
Bagaço auto-hidrolisado	Bovino	0,8-1,0 L	Requer contribuição proteica e pressão de vapor acima de 15 kg/cm ² .
Bagaço tratado com NaOH	Bovino	8,0-12,0 L	Alto custo.
Torta desidratada	Bovino	8,0-10,0 L	No máximo 20% da ração.
Mel proteico (levedura torula ou levedura destilaria)	Leitões	0,6-0,7 kg	Pode constituir até 95% da ração de ceva. Requer adicional suplemento de metionina, minerais e vitaminas.
Levedura forrageira	Bovino	0,8-1,0 kg	Os resultados dependem da espécie e do nível de inclusão.
	Suíno	0,5-0,6 kg	
	Aves	-----	

*Adaptado de Taupier, 1999

3.3 Composição química da cana-de-açúcar

Segundo Furtado et al. (2009), a cana-de-açúcar possui um comportamento fisiológico diferente das outras gramíneas tropicais, pois sua digestibilidade total aumenta com a maturidade da planta, apresentando uma composição química relativamente estável dentro de um período de tempo limitado em que o conteúdo de sacarose chega ao máximo com o amadurecimento. Após essa época, o conteúdo em sacarose diminui com o aumento de açúcares redutores, o que reduz o potencial para a produção de açúcar, sem que haja uma queda acentuada no valor para a alimentação animal.

Portanto, a cana a ser usada como forragem, pode ficar no campo por maior tempo mantendo seu valor nutritivo, diferentemente do que acontece com a maioria das espécies forrageiras tropicais.

3.4 Anatomia do trato digestivo dos ruminantes

A digestão dos ruminantes ocorre por um mecanismo particular, diferenciado dos demais animais. Os ruminantes se alimentam basicamente de vegetais (folhagem), portanto, são considerados herbívoros (consumidores de primeira ordem).

Ao longo do aparelho digestivo, coexistem bactérias e protozoários que processam a digestão da celulose, o polissacarídeo responsável pela estruturação da parede celulósica das células vegetais, conferindo maior aproveitamento energético aos ruminantes.

Os órgãos envolvidos neste processo digestivo realizam a digestão mecânica, proporcionando a fragmentação dos alimentos ingeridos, inicialmente por meio da mastigação efetivada na cavidade bucal, apresentando dentição homodonte (dentes com igual formato e função – maceração). Em seguida o alimento é conduzido até o rúmen (ou pança) por intermédio do esôfago.

Após o processamento do alimento no rúmen, o bolo alimentar formado é transportado até o próximo compartimento denominado por retículo (ou barrete), o qual se comunica com outra cavidade, o omaso (ou folhoso) e deste em direção ao abomaso (ou coagulador).

Portanto, toda a extensão do aparelho digestório desses animais é formada por um conjunto contendo 4 cavidades, assim caracterizada: rúmen, retículo, omaso e abomaso, e funcionamento subdividido em duas etapas.

Na primeira etapa o alimento é mastigado e enviado para o rúmen e o retículo. Na segunda, o bolo alimentar regurgitado retorna à boca através de contrações similares às que provocam o vômito, sendo novamente mastigado e posteriormente deglutido em direção ao omaso e abomaso.

3.4.1 Classificação dos animais quanto ao hábito alimentar

- a) Carnívoros (carne – proteína animal. Exemplo: grandes felinos).
- b) Herbívoros (vegetais – proteína vegetal. Exemplo: bovinos, equinos).
- c) Onívoros (carnes e vegetais. Exemplo: humanos, urso, suínos).

3.4.2 Estômago

Quanto à: estrutura e funções estomacais (Figura 3.3).

Animais domésticos estão divididos em:

- Ruminante. Exemplo: bovinos, ovinos, caprinos.

- Não ruminantes. Exemplo: demais animais domésticos (equinos, suínos, aves).

Não ruminantes – relativamente simples.

- Somente 1 compartimento.
- Aves: único (estudo à parte).

Ruminantes – complexo.

- 4 compartimentos.
- 1 com função secretora.

Estômago internamente forrado por camada denominada:

- **Mucosa gástrica** – responsável pela produção de muco protetor e local onde se alojam as glândulas gástricas.
- **Glândulas gástricas** – produtoras de suco gástrico, contendo: HCl e enzimas digestivas.

3.4.3 Intestino

O intestino (Figura 3.3) divide-se em:

- Intestino delgado contendo três seções: duodeno, jejuno, íleo.
- Intestino grosso.

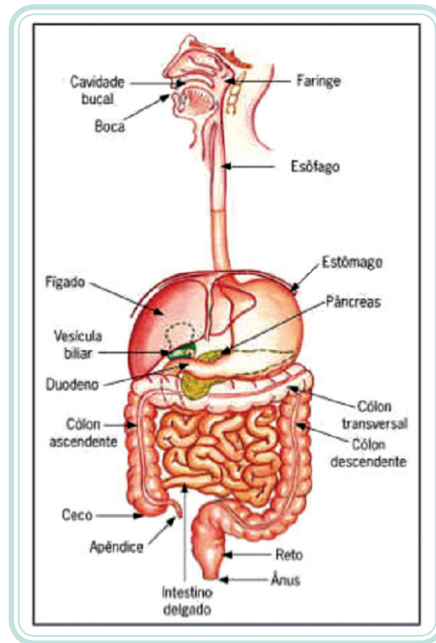


Figura 3.3: Sistema digestivo

Fonte: Furtado, 2010

Os ruminantes que também recebem a denominação de poligástricos, o contrário de monogástricos porque possuem quatro compartimentos gástricos: rúmen, retículo, omaso e abomaso, enquanto os monogástricos possuem somente um compartimento gástrico, o estômago (Figura 3.3).

O termo **ruminante** é devido o fato dos animais ruminarem, pois com a ajuda da língua eles deglutem o alimento que chega ao primeiro compartimento, o rúmen, onde vários microrganismos são encarregados de quebrar polissacarídeos, como a celulose. Depois disso, o alimento retorna para a boca, onde novamente é mastigado e deglutido para o término da digestão. Após essa deglutição, o alimento passa pelo retículo, depois passa pelo omaso e abomaso, posteriormente segue para ser absorvido no intestino delgado. (FURTADO et al., 2009).

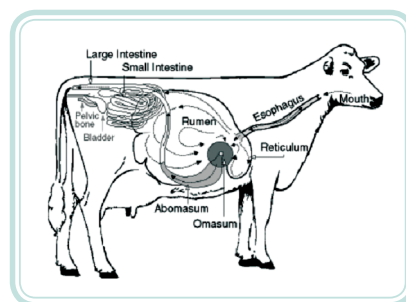


Figura 3.4: Compartimento gástrico dos ruminantes

Fonte: Furtado, 2010

3.4.4 Características do rúmen

- Câmara de fermentação.
- População de bactérias: 10^{10} .
- População de protozoários: 10^6 .
- População de fungos: 10^4 .
- Baixa concentração de oxigênio – anaerobiose.
- Bactérias anaeróbicas ou facultativas.
- pH constante, em torno de 7,0 (próximo ao da saliva).
- Temperatura constante em torno de 42°C .
- Suprimento constante de substrato.
- Remoção dos produtos fermentados.



Segundo Filho et al. (2002), a principal limitação da cana-de-açúcar é a redução de consumo, ocasionada principalmente pela baixa digestibilidade da fibra. A saída para sua utilização pode ser a redução de seu uso na dieta de acordo com o aumento da participação de concentrado. Estas mudanças podem proporcionar maiores aporte de matéria orgânica digestível, o que levaria a um aumento da concentração de energia, diminuição da concentração de fibra de baixa digestibilidade e, conseqüentemente, ao maior consumo de matéria seca para atender às exigências energéticas do animal.

3.5 Formas de utilização da cana-de-açúcar na alimentação animal

3.5.1 Silagem

Produto fermentado em meio anaeróbico onde, após acidificação, é utilizado para a preservação de produtos, tais como gramíneas e leguminosas para nutrição de animais nas épocas de escassez de alimentos. O rápido enchimento e fechamento do silo, além de uma boa compactação do material, é garantia da condição de anaerobiose (Figuras 3.5a, 3.5b, 3.6 e 3.7).



Figuras 3.5: Enchimento do silo

Fonte: Furtado, 2010



Figura 3.6: Compactação da silagem

Fonte: Furtado, 2010



Figura 3.7: Fechamento do silo

Fonte: Furtado, 2010

3.5.2 Cana-de-açúcar "in natura" com ureia

Tem a função de elevar a quantidade de proteína bruta com a adição da ureia, possibilitando maior produção de proteína microbiana pela maior disponibilidade de nitrogênio no rúmen, além de melhorar o balanço nutricional proteico para o desenvolvimento da flora bacteriana. A ureia como fonte de enxofre, ao alcançar o rúmen, libera amônia que reage com os produtos da digestão do açúcar (ácidos graxos), formando a proteína microbiana.

3.5.3 Sacarina

Subproduto resultante da fermentação aeróbica (fermentação ao ar livre) do colmo da cana-de-açúcar em estado sólido, livre de palhas, rico em proteínas e sais minerais, ideal para a alimentação de ruminantes e não ruminantes. A cana-de-açúcar que originalmente possui baixos teores de proteínas e minerais, é enriquecida com esses componentes, formando uma mistura de odor e paladar agradáveis bastante aceita pelos animais .(FURTADO et al., 2009).

3.5.4 Melaço

O melaço é um subproduto da cana-de-açúcar obtido por turbinagem da massa cozida por ocasião da industrialização da cana. Trata-se de um líquido viscoso, de cor marrom-escura, denso, que contém além da sacarose, todos os produtos originais do caldo de cana. (SANTANA; SOUZA, 1984). O melaço contém cerca de 75% de matéria seca e 50% de açúcares, é rica fonte de hidratos de carbono e de sais minerais. Pulverizado sobre a forragem, diluído em água na proporção de 2:8 (melaço:água), leva os animais a comerem mais volumoso de baixa qualidade. (KIRCHOF, 2002).

3.5.5 Bagaço de cana-de-açúcar

Resultado da moagem da cana-de-açúcar, o bagaço constitui-se em alimento rico em parede celular, de baixo conteúdo celular, baixa digestibilidade, baixa densidade, pobre em proteínas e minerais.

Em média a quantidade de bagaço produzido por tonelada de cana é de 35%, ou seja, para cada tonelada de cana moída, produz-se 350 kg de bagaço. A umidade do bagaço sai das moendas, em média, com teor de umidade de 50%.

As fibras do bagaço da cana contêm, como principais componentes, cerca de 40% de celulose, 35% de hemicelulose e 15% de lignina, sendo esta última responsável pelo seu baixo aproveitamento na alimentação animal. (TEIXEIRA et al., 2007).

Todavia, a viabilidade de utilização do bagaço requer o desenvolvimento de métodos de tratamento que promovam o rompimento da estrutura de sua fração fibrosa, para torná-lo mais digestível, ou seja, mais acessível às enzimas presentes no rúmen.

É o principal resíduo da indústria da cana e representa aproximadamente 30% da cana integral moída. A utilização do bagaço de cana na alimentação

de ruminantes, está na dependência da viabilidade técnica e econômica, levando-se em consideração as vantagens e limitações do seu valor nutritivo. (CASTRO et al., 2008).

Segundo Teixeira et al. (2007), o excedente de bagaço de cana-de-açúcar pode ser utilizado pelos ruminantes desde que tratado. Dentre os tratamentos utilizados, o físico com o uso de vapor sob pressão é o que apresenta resultados mais efetivos em termos de aumento do valor nutritivo do material tratado e pode ser economicamente viável, desde que seja tratado na própria usina aproveitando a disponibilidade do vapor.

Diz-se que em bovinos de corte pode promover ganhos de peso, de quase 1 kg/animal dia, quando for suplementado de concentrado.

Resumo

Nesta aula apresentaram-se os principais subprodutos da cana-de-açúcar, conceitos de alimentação animal, principais características e composição química da cana-de-açúcar e sua forma de utilização na alimentação dos animais ruminantes.

Atividades de aprendizagem

1. Descreva as principais formas de utilização dos subprodutos da cana-de-açúcar na alimentação animal.
2. Descreva as principais características da cana-de-açúcar e suas vantagens sobre outras plantas utilizadas como recurso forrageiro.



Referências

ABIPA - Associação Brasileira da Indústria de Painéis de Madeira. **OSB (Oriented Strand Board)**. Disponível em: <http://www.abipa.org.br/produtosOSB.php>. Acesso em: 25 abr. 2011.

ALCARDE, A. R. **Processamento da cana-de-açúcar**: outros produtos. Agência de informação EMBRAPA. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_108_22122006154841.html. Acesso em: 32 ago. 2009.

BASTOS, V. D. **Etanol, alcoolquímica e biorrefinarias**. Rio de Janeiro: BNDES, n. 25, p.5-38, mar. 2007.

CASTRO, L. B. N.; OLIVEIRA, L. A.; MOREIRA, R. F. et al. Bagaço da cana-de-açúcar para alimentação de ruminantes. **PUBVET**, Londrina, v. 2, n. 30, Jul. 2008. Disponível em: <http://www.pubvet.com.br/texto.php?id=292>. Acesso em: 31 jul. 2008.

FILHO, S. C. V.; CABRAL, L. S. Aplicação dos princípios de nutrição de ruminantes em regiões tropicais. In: BATISTA, Â. M. V.; BARBOSA, S. B. P.; SANTOS, M. V. F. dos; FERREIRA, L. M. C. (Org.). Palestras da XXXIX Reunião Anual da SBZ. 1. Ed., 2002. **Anais**. Recife: Gráfica Santa Marta, v. 1, p. 514-543.

FILHO, S. C. V.; JUNIOR, V. R.; CAPPELLE, E. R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002.

FURTADO, A. D. **Utilização dos subprodutos da cana-de-açúcar na alimentação animal** – Módulo VI Curso de Especialização em Gestão na Indústria Sucoalcooleira, 1. ed. Campina Grande - PB: Centro de Tecnologia e Recursos Naturais – Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, 2010. 83 p. (Apostila apresentação forma slides)

FURTADO, A. D.; Da SILVA, F. H.; NETO, J. D.; OLIVEIRA, A. S.; De SOUZA, J. F.; RESENDE, M. L. **Subprodutos da indústria sucoalcooleira e sua utilização** – Módulo VI Curso de Especialização em Gestão na Indústria Sucoalcooleira, 1. ed. Campina Grande - PB: Centro de Tecnologia e Recursos Naturais – Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande – Cuiabá – MT: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – Departamento de Solos e Engenharia Rural da Universidade Federal do Mato Grosso, 2009. 58 p. (Apostila)

GUTIÉRREZ, A. H.; GARCIA, O. A.; GONZÁLEZ, A. A.; TOMÉ, M. R. **Papéis estucados com polpas química e quimiomecânica**. (eds.). Manual dos derivados da Cana-de-Açúcar. Brasília: ABIPTI/ICIDCA, 1999. p. 107-111.

KIRCHOF, B. **Alternativas de alimentação para bovinos de leite**. 2002. Disponível em: <http://www.emater.tche.br/docs/artigos/art16.htm>. Acesso em: 2 jul. 2008.

KLOCK, U. **Polpa e papel**. 2008. Disponível em: <<http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasklock/polpaepapel>>. Acesso em: 22 jun. 2008.

MARTINEZ, E. **Papel artesanal de bagaço de cana**. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas. 2006. Disponível em: <http://www.sbrt.ibicit.br>. Acesso em: 17 jul. 2008.

SANTANA, J.; SOUZA, S. O. **Subprodutos da cana-de-açúcar**. Belo Horizonte: Informe Agropecuário, ano 10, n.119, p.22-27, nov. 1984.

SILVA, A. J. P. **Aplicação de partículas longas e orientadas de bagaço de cana-de-açúcar na produção de painel particulado similar ao OSB**. São Carlos: USP, 2006.

SOTERO, A. P. **Plásticos biodegradáveis trazem melhoria ambiental**. Jornal de Plástico. 2000. Disponível em <<http://www.jornaldeplasticos.com.br/jpago00/ago006.html>>. Acesso em: 03 mar. 2009.

TAUPIER, L. O. G. **A diversificação da cana no novo século**. In: TAUPIER, L. O. G.; BALDIN, A. C. (eds.). Manual dos derivados da Cana-de-Açúcar. Brasília: ABIPTI/ICIDCA, 1999. p. 03-17.

TEIXEIRA, A. F.; PIRES, A. V.; NUNES, P. V. Bagaço de cana-de-açúcar na alimentação de bovinos. **REDVET**. Revista eletrônica de Veterinária, v. 8, n. 6, jun. 2007.

Currículo do professor-autor



João Baptista Chieppe Júnior é professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Campus Inhumas. É graduado em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal de Lavras, especialista em irrigação e drenagem pela Universidade Federal de Viçosa-MG, Mestre e Doutor em Agronomia área de concentração Irrigação e Drenagem pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho Botucatu-SP. Trabalhou em empresas de iniciativa privada, economia mista e de pesquisa, especialmente em projetos de irrigação e drenagem e manejo de água e solo em culturas anuais como milho, feijão, cana-de-açúcar. Foi coordenador de curso, membro de comissões de bancas de concurso para docentes, chefe do Departamento de Áreas Acadêmicas no CEFET-Rio Verde GO e IFG. Participa de bancas de Trabalhos de Conclusão de Curso, bancas de pós-graduação. Atualmente no IFG-Campus Inhumas ministra as disciplinas de Metodologia do Trabalho Científico e Biologia e coordena o Núcleo de Pesquisa de Estudos Interdisciplinares NEPEINTER. Possui participação em publicação de vários artigos científicos em congressos, simpósios, seminários e revistas científicas. É membro e revisor da revista científica IRRIGA da Unesp – Campus Botucatu-SP.