



Processos de produção do açúcar de cana e os possíveis reaproveitamentos dos subprodutos e resíduos resultantes do sistema

Silvana Mezaroba¹ (FECILCAM) silvana_mez@hotmail.com

Claudio Cezar Meneguetti² (FECILCAM) ccmenguetti@hotmail.com

Profa. Dra. Andréa Machado Groff³ (FECILCAM) andrea_groff@hotmail.com

Resumo: Este trabalho tem como principal objetivo fornecer as informações necessárias ao entendimento dos processos de produção limpa do açúcar na busca por um produto de qualidade. Destaca-se em todo o contexto a importância do reaproveitamento dos subprodutos e resíduos resultantes do sistema, seguindo a área de conhecimento da Engenharia da Sustentabilidade com o intuito de maximizar os lucros da empresa e minimizar os custos de produção e impactos ambientais. Todas as etapas da produção do açúcar apresentam-se em ordem no trabalho desde a recepção da cana-de-açúcar até a estocagem do produto final. A temática aborda também a diferenciação entre os tipos de açúcar e os critérios de análise dos mesmos, além dos aspectos microbiológicos que influenciam na qualidade do produto final. O método de abordagem do tema foi o qualitativo. Ao término do trabalho concluiu-se que quando a indústria segue todas as etapas de produção do açúcar de maneira adequada, promovendo o reaproveitamento dos subprodutos e resíduos resultantes do sistema, ela estará dessa forma aumentando seus lucros e evitando impactos ambientais.

Palavras-chave: Industrialização; Qualidade; Aspectos microbiológicos.

1. Introdução

A cana-de-açúcar é a principal matéria-prima para a indústria açucareira brasileira. É nesse aspecto da importância deste setor agroindustrial que se justifica a necessidade do conhecimento e disseminação das informações pertinentes aos processos de produção de um açúcar de qualidade evitando qualquer tipo de risco químico, físico ou biológico (GROFF 2010). Este trabalho também é justificado pela importância de se evitar impactos ambientais decorrentes dos resíduos da produção do açúcar.

A produção do açúcar envolve etapas que começam ainda na recepção, como a pesagem e amostragem, processo importante para a classificação do produto pela indústria e atribuição de valor para o produtor pela qualidade da cana fornecida. Essa conexão entre a

¹ Graduanda em Engenharia de Produção Agroindustrial pela Universidade Estadual do Paraná (UEPR) campus Campo Mourão.

² Graduando em Engenharia de Produção Agroindustrial pela Universidade Estadual do Paraná (UEPR) campus Campo Mourão.

³ Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal do Paraná, mestre em Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá e doutora em Agronomia pela Universidade Federal do Paraná e INRA (França). Professora da Faculdade Estadual de Ciências e Letras de Campo Mourão.



indústria e o produtor na busca pela qualidade através de uma produção limpa pode gerar lucros para ambos.

Entre as áreas de conhecimento da Engenharia de Produção este trabalho enquadra-se na área de Engenharia da Sustentabilidade. A qual é definida como “Planejamento da utilização eficiente dos recursos naturais nos sistemas produtivos diversos, da destinação e tratamento dos resíduos efluentes destes sistemas, bem como da implantação de sistema de gestão ambiental e responsabilidade social.” (ABEPRO, 2010).

Quanto as sub-áreas de conhecimento relacionadas a Engenharia da Sustentabilidade, o presente trabalho apresenta seu foco, segundo (ABEPRO, 2010), voltado para sub-área de Produção mais Limpa e Ecoeficiência.

Este trabalho foi desenvolvido dentro da disciplina de Fatores de Produção Agropecuária (GROFF, 2010), no curso de Engenharia de Produção Agroindustrial da FECILCAM, durante o ano de 2010, tendo como objetivo fornecer as informações necessárias para o desenvolvimento de um processo industrial que vise a otimização da produção do açúcar de maneira a alcançar um produto de qualidade, mostrando a importância do reaproveitamento dos resíduos e subprodutos resultantes do sistema na obtenção da maximização dos lucros e diminuição dos custos de produção e impactos ambientais (MEZAROBÁ e MENEGUETTI., 2010).

O presente artigo apresenta-se dividido em quatro seções. Na primeira seção aborda-se brevemente o tema, seguindo na segunda seção sua teoria de base, sendo na terceira seção abordada a metodologia e na quarta as considerações finais.

2. Teoria de base

2.1. Processos de fabricação do açúcar

2.1.1. Recepção

De acordo com PAYNE (1989) a recepção da cana segue os seguintes procedimentos:

- 1- **Pesagem:** O peso da cana recebida será a diferença entre o peso do veículo antes e depois da descarga da cana. Este peso é relacionado com a indicação do local da colheita e o número do veículo;
- 2- **Amostragem:** Nesse processo é utilizado um amostrador por sonda horizontal ou vertical. O tubo é introduzido 2 m na cana retirando uma amostra que será analisada laboratorialmente para a determinação dos açúcares totais recuperáveis (ATR), ou seja, o tanto de açúcar que a cana possui.
- 3- **Estocagem:** A estocagem é feita para suprir possíveis faltas por motivo de chuva ou por falha no transporte, e também por poder haver eventuais quebras e avarias nos silos e nas mesas alimentadoras.

2.1.2. Limpeza da cana

PAYNE (1989) também informa que as etapas essenciais na limpeza efetiva da cana colhida manualmente são:

- 1- **Abertura do feixe:** Esta ação é geralmente efetuada por um tambor nivelador situado acima da passagem da cana, formando um colchão de cana de aproximadamente 2 ou



3 colmos de espessura. Esta operação é realizada para garantir uma boa limpeza dos colmos;

- 2- Remoção de pedras, seixos e areia: A limpeza da cana para retirada dessas impurezas é feita através de banho hidráulico, no qual as pedras os seixos e a areia por possuir maior densidade vão para o fundo;
- 3- Lavagem: Nesse processo a cana é lavada em uma esteira por um fluxo turbulento de água eliminando a terra pelas ranhuras da rampa;
- 4- Remoção de impurezas fibrosas: A redução de ponteiros, folhas e raízes é feita por meio de rolos eliminadores de impurezas.

A cana colhida mecanicamente segue diretamente para o picador.

2.1.3. Preparo para moagem ou difusão

Segundo ANDRADE e CASTRO (2006), o objetivo desta etapa é aumentar a capacidade das moendas através da diminuição do tamanho da cana e rompimento da estrutura da cana facilitando a extração do caldo e moagem. As vantagens da etapa de preparo da cana no desempenho do processo são:

- Aumento do rendimento da usina;
- regularidade de alimentação das moendas;
- redução do consumo de energia;
- homogeneização do teor de fibras nas canas;
- redução do desgaste e quebra das moendas.

Os equipamentos necessários para preparação da cana são:

- picador: são geralmente usados picadores de facas do tipo niveladoras (regulariza e uniformiza a carga de cana) e cortadoras (reduz a massa heterogênea de cana em massa uniforme e homogênea);
- Desfibrador: consta de um carter cilindro em fundição provido em seu interior de um rotor com série de martelos oscilantes que trabalham sobre barras desintegradoras. A cana picada é alimentada no equipamento pela parte superior e é descarregada triturada pela parte inferior.

2.1.4. Extração do caldo

Segundo ALCARDE (2007) a extração do caldo da cana consiste no processo físico de separação da fibra (bagaço), sendo feito, fundamentalmente, por meio de dois processos: moagem ou difusão.

Na extração por moagem, a separação é feita por pressão mecânica dos rolos da moenda sobre o colchão de cana desfibrada, durante a passagem do bagaço de uma moenda para outra é realizada a adição de água para auxiliar na extração da sacarose. Na difusão, a separação é feita pelo deslocamento da cana desintegrada por um fluxo contracorrente de água.

Com a utilização de difusores obtém-se eficiência de extração da ordem de 98%, contra os 96% conseguidos com a extração por moendas. A desvantagem do uso dos difusores



é que estes carregam mais impurezas com o bagaço para as caldeiras, exigindo maior limpeza das mesmas devido à pior qualidade do bagaço.

2.1.5. Tratamento do caldo

Segundo ANDRADE e CASTRO (2006) para remover as impurezas grossas, o caldo é inicialmente peneirado, e em seguida tratado com agentes químicos, para coagular parte da matéria coloidal (ceras, graxas, proteínas, gomas, pectinas, corantes), precipitar certas impurezas (silicatos, sulfatos, ácidos orgânicos, Ca, Mg, K, Na) e modificar o pH.

Existem cinco métodos utilizados no processo de clarificação do caldo de cana. Eles são os seguintes:

1. Caleação ou calagem (uso de cal virgem (CaO)): O objetivo da caleação é a reação com o sulfito e com o ácido fosfórico (P₂O₅), formando sulfito e fosfato de cálcio, que são insolúveis em pH neutro. Após a adição de leite de cal, a mistura é aquecida com vapor d'água a alta pressão e as impurezas contidas no caldo formam uma borra que é separada do caldo, através de decantadores, que fazem a separação através das diferenças de densidades. O pH do caldo atinge a faixa de 7,2 a 7,8;
2. Sulfitação (uso de anidrido sulfuroso (SO₂)): Auxilia na redução do pH, diminuição da viscosidade do caldo, formação de complexos com açúcares redutores, preservação do caldo contra alguns microrganismos, prevenção do amarelamento do açúcar (cristal branco) por algum tempo durante o armazenamento.
3. Fosfatação (uso de ácido fosfórico (P₂O₅)): A fosfatação auxilia na remoção de materiais corantes e parte dos colóides do caldo;
4. Carbonatação (uso de anidrido carbônico (CO₂)): É um método usado na produção de açúcar de beterraba e muito pouco citado para açúcar de cana. Nesse processo há precipitação de carbonato de cálcio, que englobará as matérias primas corantes e as gomas, tornando um complemento da clarificação;
5. Uso de óxido de magnésio: Estes agentes químicos sob efeito da temperatura, provocam a formação de precipitados que promovem a remoção das impurezas sem afetar o teor de sacarose.

As conseqüências do emprego do caldo tratado de forma deficiente são: problemas de incrustação na etapa de evaporação e formação de cristais de sacarose impuros. É necessário submeter a borra a uma filtragem adicional, para isso são empregados filtros prensa ou filtros rotativos. O pH do caldo varia de 5 a 6. A acidez aumenta nas canas queimadas, doentes, praguejadas, cortadas a mais de 24 horas, verdes e passadas.

2.1.6. Evaporação do caldo

De acordo com ANDRADE e CASTRO (2006) a evaporação do caldo é feita para que a concentração do xarope fique entre 60 e 70° brix, sendo recomendado 65° brix (valor do teor de sólidos solúveis contidos no caldo). A quantidade de água removida na evaporação é cerca de 80% em peso do caldo ou aproximadamente 70 – 80% do peso da cana.

2.1.7. Cozimento

ANDRADE E CASTRO (2006) explicam que o xarope resultante dos evaporadores passa então para os cozedores, também chamados de vácuos, vasos muito semelhantes aos



evaporadores em simples efeito, ou seja, cada vaso recebe independentemente uma carga de vapor, através de um distribuidor de vapor, levando o xarope até a supersaturação tomando consistência de mel. Ao começar a se formar os cristais de açúcar que após crescerem em tamanho e aumentarem o volume da massa cozida é descarregado nos cristalizadores, onde se completa a cristalização do açúcar. O principal objetivo do cozimento é produzir a maior porcentagem possível de cristais e produzir um açúcar uniforme com cristais do tamanho desejado.

2.1.8. Cristalização

ALCARDE (2007) informa que os cristalizadores são todos basicamente iguais, providos de um elemento que gira lentamente, uma espécie de parafuso que movimenta a massa faz com que o açúcar dissolvido no mel entre continuamente, em contato com os cristais, aumentando o volume enquanto também se processa o resfriamento. Dependendo da quantidade de massas, os cristalizadores também, são empregados em conjunto. Após a cristalização a massa cozida é centrifugada.

2.1.9. Centrifugação

Como informa PAYNE (1989), o objetivo da centrifugação consiste basicamente na separação do melaço que envolve os cristais de açúcar. Sob a força centrífuga o melaço sai através das perfurações e dirige-se à caixa dos méis.

A centrifugação do açúcar é uma etapa fundamental para obtenção de um produto de qualidade. O conhecimento das máquinas, equipamentos e técnicas corretas envolvidas é fundamental para obter desta operação o máximo de eficácia, qualidade e segurança. As centrífugas podem ser:

- Em batelada: É normalmente utilizada na produção de açúcar cristal, demerara e VHP. Nesse processo ocorre primeiramente a remoção do mel em excesso, depois a expulsão adicional do mel e por último a redução do filme de mel ao redor dos cristais.
- Contínuas: É geralmente utilizada para açúcares intermediários que são refundidos. Possui a desvantagens de quebrar os cristais de açúcar, produzindo poeiras que passam com o melaço através da tela.

2.1.10. Secagem do açúcar

ANDRADE e CASTRO (2006) explicam que nessa fase o melaço é enviado para a fabricação de álcool, enquanto o açúcar é destinado ao secador para a retirada da umidade contida nos cristais. O processo de secagem consiste basicamente das etapas de evaporação e, resfriamento até a temperatura de ensaque por uma corrente de ar contrária ao deslocamento do açúcar, formada por um ventilador de capacidade adequada.

O ar servido carregado de pó de açúcar é enviado por meio de dutos a um sistema de separação de pó, onde poderá haver perdas de açúcar para a atmosfera. A temperatura do açúcar na saída dos secadores deve ser mantida preferencialmente na faixa de 30 a 40°C para que não ocorra amarelamento e empedramento do açúcar no período de estocagem. Os secadores mais utilizados são: Secador de Tambor Rotativo (Secador Horizontal) e Secador Vertical de Bandejas.



2.1.11. Estocagem

Segundo PAYNE (1989) após a secagem o açúcar é recolhido a uma moega com fundo afunilado, que o despeja diretamente no saco localizado em cima de uma balança, realizando, portanto, a operação de ensaque e pesagem.

Máquinas industriais de costura realizam o fechamento do saco geralmente de 50 kg ou contêineres (big bag's) de 1200 kg, depois o açúcar é estocado em condições adequadas de umidade e temperatura para manter a qualidade do produto.

2.2. Resíduos e subprodutos do processo de fabricação do açúcar e seus reaproveitamentos

Durante o processo de fabricação do açúcar são gerados subprodutos e resíduos da produção, podendo praticamente todos ser reaproveitados de maneira a aumentar os lucros da própria indústria e diminuir os custos de produção e impactos ambientais. De acordo com ALCARDE (2007) entre os resíduos e subprodutos que podem ser reaproveitados estão:

1- Bagaço: É um resíduo fibroso da extração do caldo pelas moendas. A quantidade produzida depende do teor de fibra da cana processada, apresentando, 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 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. A sobra de bagaço pode ser vendida para outras indústrias.

2- Torta de filtro: Resíduo da filtração mecânica do lodo na fabricação do açúcar e também na do álcool direto, quando o caldo é submetido ao tratamento de clarificação. A torta de filtro é produzida na proporção de 20 a 40 quilos por tonelada de cana, apresentando, em média, 75% de umidade e é utilizada como fertilizante na lavoura por ser uma rica fonte de fósforo.

3- Melaço (ou mel final): constitui-se no principal subproduto da indústria do açúcar, sendo produzido na proporção de 40 a 60 quilos por tonelada de cana processada. No Brasil, devido ao elevado teor de açúcares totais e demais componentes, o melaço é utilizado, principalmente, na fabricação de álcool etílico, sendo aproveitado, também, em outros processos biotecnológicos como matéria-prima para a produção de proteína, rações, levedura prensada para panificação, antibióticos, entre outros.

2.3. Tipos de Açúcar

PAQUETE (2008) informa que de acordo com o tipo de refino recebido pelo açúcar, e do resultado das análises feitas das suas amostragens, o açúcar pode ser classificado das seguintes formas:

a) Açúcar branco (tipo exportação): Há dois tipos para exportação: o branco para consumo direto (humano), com baixa cor, produzido diretamente em usina, sem refino; e o branco para reprocessamento no destino, também produzido diretamente em usina, sem refino, e possui cor mais escura.

b) Açúcar cristal: É o açúcar com cristais grandes e transparentes, difíceis de serem dissolvidos em água. Depois do cozimento, ele passa apenas por um refinamento leve.



- c) Açúcar demerara ou bruto: Ele passa por um refinamento leve e não recebe nenhum aditivo químico. Por isso, seus grãos são marrom-claros e têm valores nutricionais altos, parecidos com os do açúcar mascavo.
- d) Açúcar mascavo: É o açúcar bruto, escuro e úmido, extraído depois do cozimento do caldo de cana. Como o açúcar mascavo não passa por processo de cristalização ou refino, ele conserva o cálcio, o ferro e os sais minerais.
- e) Açúcar orgânico: Açúcar de granulação uniforme, produzido sem qualquer aditivo químico tanto na fase agrícola como na industrial. O açúcar orgânico é mais caro, mais grosso e mais escuro que o refinado, segue padrões internacionais e certificação por órgãos competentes.
- f) Açúcar refinado (granulado e amorfo) e açúcar de confeitiro: Na produção do açúcar refinado o açúcar cristal é dissolvido em água e novamente purificado, gerando uma calda que é então transferida para bate-deiras, a massa resultante é então secada e peneirada. Da parte mais fina da peneiração é extraído o açúcar de confeitiro e do restante o açúcar refinado. Ainda existe uma separação entre o açúcar refinado: O açúcar que possui cristais bem definidos e granulometria homogênea é chamado de açúcar refinado granulado e o açúcar com granulometria mais fina é titulado açúcar refinado amorfo.
- g) Açúcar VHP: O açúcar VHP (Very High Polarization) é o tipo mais exportado pelo Brasil. Mais claro que o demerara, apresenta cristais amarelados.
- h) Açúcar VVHP: O açúcar VVHP (Very Very High Polarization) possui Pol acima de 99,5°, enquanto que o VHP tem Pol abaixo de 99,3° - e cor mais baixa. É quase um intermediário entre os açúcares crus e os refinados.
- i) Xarope de açúcar invertido: O termo invertido decorre de uma característica física da sacarose, que se altera nesse processo: Originalmente, um raio de luz polarizada que incide sobre a sacarose gira para a direita. Após o processamento de inversão, a luz desvia para a esquerda. O açúcar invertido é uma solução aquosa com 1/3 de glicose, 1/3 de sacarose e 1/3 de frutose, têm alto grau de resistência à contaminação microbológica, poder umectante e anticristalizante. É utilizado em produtos aditivados, com microbiologia e temperatura controladas, além de frutas em calda, sorvetes, balas, bebidas, massa, geléias, biscoitos, licores e bebidas carbonatadas.
- j) Xarope simples ou açúcar líquido: O processo de produção do açúcar líquido consiste basicamente por seis etapas. Na primeira delas, ocorre a dissolução do açúcar cristal sólido em água. A solução formada passa por um processo de clarificação e em seguida, a calda resultante é filtrada. Após a filtração, ocorre o resfriamento e a esterilização. Por último, a calda, já sob a forma de produto final (açúcar líquido), é armazenada em tanques de aço por um período de até quarenta e oito horas. Transparente e límpido é uma solução aquosa usada pela indústria farmacêutica e aplicado onde a ausência de cor é essencial, como bebidas claras, balas e outros confeitos.
- k) Light: Durge da combinação do açúcar refinado com adoçantes artificiais, como o aspartame, o ciclamato e a sacarina, que quadruplicam o poder de adoçar.



2.4. Aspectos microbiológicos

Quando as práticas de produção do açúcar não forem seguidas com sanidade, podem ocorrer contaminações no produto final. Segundo a Usina Alto Alegre (2010) as principais contaminações microbiológicas estão relacionadas à:

- a) Termófilas não produtoras de H_2S e Termófilas produtoras de H_2S : deterioram produtos enlatados;
- b) Termófilas Produtoras de “Flat-Sour” (acidez plana): reduz significativamente o pH do produto;
- c) Mesófilas: podem causar deterioração em alimentos;
- d) Leveduras e Bolores: Podem alterar o sabor, causar perda de odores e provocar descoloração da superfície dos alimentos. Também podem causar deterioração em alimentos;
- e) Coliformes: Causam sabores e odores desagradáveis nos alimentos, tornando-o impróprios para o consumo humano;
- f) *Salmonella spp*: São responsáveis por várias infecções no organismo humano;
- g) *Bacillus cereus*: Provoca dores abdominais, diarreia, náuseas e vômito;
- h) *Staphylococcus aureus*: provoca náuseas, vômitos, dores abdominais e exaustão.

Estas contaminações podem ser evitadas quando empregadas práticas sanitárias começando pela limpeza adequada da cana, pois a maioria das bactérias estão nos resíduos de terra e de fezes de animais na cana. Outro meio de erradicação é a utilização de temperaturas adequadas durante o processo de produção.

2.5. Análise físico-química do açúcar

Segundo a Usina Alto Alegre (2010) para se realizar a classificação do tipo e dos aspectos qualitativos segundo os parâmetros físico-químicos do açúcar, são realizadas algumas análises segundo os seguintes critérios:

- a) Cor: Análise que classifica o tipo de açúcar.
- b) Resíduos insolúveis: Determinam sólidos insolúveis presentes na amostra, como: bagacilho e terra que não foram retidos no decantador, e também resíduos de partículas metálicas das tubulações.
- c) Umidade: Determina se o açúcar está úmido, pois se estiver forma grumos nos cristais prejudicando a qualidade do açúcar.
- d) Dextrana: É causada por uma bactéria que quando presente leva o açúcar a formar grumos e goma sendo prejudicial à qualidade do açúcar.
- e) Pol: Determina a pureza do açúcar.
- f) Cinzas: Determina a quantidade de substâncias inorgânicas presentes no açúcar, como: sais de cálcio, magnésio, ferro, silício, etc.
- g) Pontos pretos: Determina a presença de pontos pretos (sujeiras, bagaçinha, fuligem, etc.) no açúcar e partículas metálicas (incrustações que se desprendem das tubulações e dos equipamentos de processo).



- h) Sulfito: Determina a quantidade de enxofre presente no açúcar, pois no processo de fabricação ele é usado para a clarificação dos caldos.
- i) Granulometria: Quando a granulometria não é muito uniforme pode ocorrer o empedramento do açúcar.
- j) Açúcares redutores: Afetam a higroscopicidade que causa problemas no armazenamento. Favorecem a formação de compostos coloridos durante a armazenagem.

3. Metodologia

O método de abordagem utilizado para o desenvolvimento desse trabalho foi o qualitativo. As pesquisas feitas acerca dos fatores relacionados ao cultivo da cana-de-açúcar classificam-se, quanto aos meios, como bibliográfica e, quanto aos fins, como descritiva e investigativa.

As pesquisas quanto aos meios bibliográficos referem-se às buscas de informações em livros, artigos, teses e publicações, pertinentes aos temas de plantio, cultivo e manejo da cana-de-açúcar.

As pesquisas investigativas foram realizadas na Usina Santa Terezinha na cidade de Iguatemi no Estado do Paraná, para se efetuar coleta de dados pertinentes ao assunto e posterior estudo de caso.

A pesquisa realizada acerca dos fatores relacionados ao cultivo da cana-de-açúcar foi realizada através de buscas em portais que possuem conteúdo aberto ao público, sendo eles o Portal de Periódicos Capes, Portal Scielo, Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), Anais do Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP), e na biblioteca digital da USP, pelas palavras-chave: Produção do açúcar; Industrialização do açúcar; Tipos de açúcar, e; Análises do açúcar. Nas buscas por trabalhos não se estabeleceu um limite temporal.

4. Considerações Finais

A qualidade do produto final está diretamente ligada à qualidade da matéria-prima que deve ser avaliada através da amostragem na recepção. Portanto nesse aspecto destaca-se a importância do pagamento diferenciado aos produtores da cana-de-açúcar de modo a incentivar a produção limpa e o fornecimento de uma boa matéria-prima.

De nada adianta produzir um açúcar de qualidade se não for feita a estocagem correta do produto. Portanto deve-se procurar manter as características do produto industrializado empregando um armazenamento coerente às necessidades de temperatura e umidade do açúcar.

No que diz respeito ao reaproveitamento dos subprodutos e resíduos da produção do açúcar destacam-se como soluções o uso do bagaço como combustível nas caldeiras e da torta de filtro na fertilização da lavoura canavieira, diminuindo assim os custos de produção. E também a utilização do melaço na fabricação do álcool etílico e venda dos resíduos excedentes alcançando dessa forma a maximização dos lucros.

Quando a indústria segue todas as etapas de produção do açúcar de maneira correta, atribuindo o reaproveitamento de seus subprodutos e resíduos, ela está dessa forma evitando impactos ambientais, e respeitando as leis vigentes.



Referências

- ALCARDE, A.R. Processamento da cana-de-açúcar. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. 2007, Brasília, DF. *Anais...*
- ANDRADE, S.A.C.; CASTRO. S.B. Engenharia e tecnologia açucareira. Departamento de Engenharia Química CTG – UFPE. 2006, Pernambuco. *Anais...*
- GROFF, A. M. *Fatores de Produção Agropecuária*: Apostila, transparências e notas de aulas. Campo Mourão: PP, Departamento de Engenharia de Produção, FECILCAM, 2010.
- MEZARROBA, S.; MENEGUETTI, C.C. Fatores relacionados ao cultivo da cana-de-açúcar. Trabalho da Disciplina de Fatores de Produção Agropecuária (Graduação em Engenharia de Produção Agroindustrial) – Departamento de Engenharia de Produção, FECILCAM, Campo Mourão, 2010.
- PAQUETE, S. Quais as diferenças entre açúcar cristal, refinado, demerara e mascavo?. 2008. Disponível em: http://mundoestranho.abril.com.br/alimentacao/pergunta_287168.shtml. Acesso em 10 de junho de 2010 às 20 hs 13.
- PAYNE, J.H. *Operações unitárias na produção de açúcar de cana*; tradução Florenal Zarpelon. São Paulo: Nobel S.A., 1989.
- USINA ALTO ALEGRE. Aspectos microbiológicos. 2010. Disponível em: <http://www.altoalegre.com.br/>. Acesso em 7 de junho de 2010 às 19 hs 36.