UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
INSTITUTO DE ENSINOS TECNOLÓGICOS

Maria Isabel Ramos Ladeira

PRODUÇÃO LIMPA DE AGUARDENTE DE CANA DE AÇÚCAR

Juiz de Fora
2005

Maria Isabel Ramos Ladeira

PRODUÇÃO LIMPA DE AGUARDENTE DE CANA DE AÇÚCAR

Monografia apresentada ao Curso de Tecnologia em Meio Ambiente da Universidade Presidente Antônio Carlos (UNIPAC) como requisito para Graduação e obtenção do Título de Tecnólogo em Meio Ambiente tendo o seguinte orientador:

Professor Alexandre Lioi Nascentes – M.Sc.

Universidade Presidente Antônio Carlos - Instituto de ensinos tecnológicos

Juiz de Fora

01/12/2005

Maria Isabel Ramos Ladeira

PRODUÇÃO LIMPA DE AGUARDENTE DE CANA DE AÇÚCAR

Monografia apresentada ao Curso de Tecnologia em Meio Ambiente da Universidade Presidente Antônio Carlos (UNIPAC) como requisito para Graduação e obtenção do Título de Tecnólogo em Meio Ambiente aprovada pelo seguinte professor:

Professor Alexandre Lioi Nascentes – M.Sc.

Universidade Presidente Antônio Carlos - Instituto de ensinos tecnológicos

Juiz de Fora

01/12/2005

Dedico este trabalho a minha família e aos professores que foram colaboradores essenciais para o desenvolvimento e utilização dos conhecimentos adquiridos durante o curso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela força, à minha família pelo incentivo e amor em todos os momentos da minha vida e aos meus amigos que sempre estiveram ao meu lado. Agradeço também ao meu marido e aos amigos do curso que muito contribuíram no meu aperfeiçoamento intelectual e no desenvolvimento de minha consciência ambiental.

Em um copo apropriado,
Coloca-se o limão galego, descascado.
Em fatias o limão, picado
deve ser bem amassado.
Acrescenta-se o açúcar a gosto,
para que fique bem adoçado
Gelo em cubos pra refrescar,
E cachaça da boa pra temperar.

CARMO, 2001.

RESUMO

A preocupação com a preservação do meio ambiente a partir da década de 70 criou uma série de exigências às atividades potencialmente poluidoras, ou seja, que podem causar danos ao meio ambiente ou à saúde. Quando se fala em atividades potencialmente poluidoras se pensa logo nas indústrias, porque representam o ramo de atividade mais reconhecido como poluente. A Indústria produtora de Aguardente produz resíduos potencialmente poluidores podendo-se destacar o vinhoto. Este composto pode ser utilizado, de forma dosada, na agricultura, reduzindo assim o potencial poluidor deste tipo de indústrias. Além do vinhoto existem outros resíduos que podem ter grau considerado de representatividade poluidora para o meio ambiente e devem ser gerenciados como o Bagaço da Cana, resíduos sólidos e de defensivos agrícolas, águas de lavagem, esgotos sanitários entre outros. Este estudo foi realizado baseado em uma coletânea de estudos bibliográficos de relevância e trata do tema referente a produção limpa e tratamento dos resíduos gerados na produção de aguardente. Foram abordados os principais problemas observados na Indústria alcooleira desde o cultivo da cana de açúcar, que é a matéria prima até o processo produtivo do seu derivado a aguardente e seus resíduos.

Palavras-chave: Vinhaça, vinhoto, cachaça, aguardente, resíduo, meio ambiente, cana de açúcar, sustentabilidade, desenvolvimento, economia, produção e tratamento.

FIGURAS, GRÁFICOS E TABELAS

Figura 1: Esquema básico de destilação----------23

Quadro 1 - Evolução da regulamentação da disposição da vinhaça----------29

Quadro 2 – Informações recentes sobre a agroindústria canavieira paulista----------33

Gráfico 1 – Evolução da Produção Nacional de álcool----------34

Gráfico 2 – Venda de carros de passeio a álcool entre 1975 e 1996----------35

Gráfico 3 – Participação relativa das vendas de veículos a gasolina e álcool entre 1975 e 1996----------36

Gráfico 4 – Evolução da produção anual de etanol e a degradação ambiental da vinhaça no Brasil de 1967 a 1997----------37

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO----------10

1. HISTÓRICO DA CACHAÇA----------11

2. AGRICULTURA CANAVIEIRA----------14

2.1. Uso de Agrotóxicos----------14

3. PROCESSO PARA OBTENÇÃO DA CACHAÇA----------17

3.1. Leveduras----------20

3.2. Preparo inicial do pé de cuba----------20

3.3. Diluidores----------20

3.4. Dornas----------21

3.5. Centrifugação do mosto----------21

3.6. Colunas de destilação----------21

3.7. Destilação----------22

3.8. Envelhecimento----------22

4. LEGISLAÇÃO SOBRE A PRODUÇÃO DE AGUARDENTE DE CANA DE AÇÚCAR----------24

5. RESÍDUOS DO PROCESSO PRODUTIVO E TRATAMENTO AMBIENTAL------26

5.1. Bagaço----------26

5.2. Ponta/palmito e folhas da cana-de-açúcar----------27

5.3. Vinhoto ou Vinhaça----------27

5.3.1. Evolução do quadro legal sobre a destinação da vinhaça----------28

5.4. Águas de resfriamento e condensado de caldeira----------30

5.5. Águas de lavagem da cana e vasilhames----------30

5.6. Levedura----------30

5.7. Pé-de-cuba----------31

5.8. Cabeça e cauda obtidas na destilação do vinho----------31

5.9. Cinzas de caldeira ou de alambique a fogo direto----------31

5.10. Resíduos sólidos----------31

5.11. Esgoto doméstico----------31

6. DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA ALCOLEIRA NO BRASIL E A VINHAÇA----------33

7. CULTIVO SUSTENTÁVEL DA CANA DE AÇÚCAR PARA PRODUÇÃO DE AGUARDENTE E DERIVADOS E PRODUÇÃO LIMPA----------38

7.1. Produção Limpa----------40

8. CONCLUSÃO----------43

9. REFERÊNCIAS----------44

INTRODUÇÃO

A Indústria de aguardente vem ganhando espaço no mercado internacional e nos últimos anos tem sido feito um trabalho de melhoria de qualidade do produto obtendo-se índices para a exportação. No mercado interno a boa aguardente tem sua comercialização garantida e o retorno da atividade comparada a outras atividades agrícolas, têm motivado a abertura de novos alambiques. Nesse processo de produção, os aspectos importantes são a tomada de decisões para baixar o custo da produção, medidas para melhoria da qualidade e dos processos de eficiência ambiental. Para tal, deve ser feito um gerenciamento adequado dos resíduos gerados na produção de forma prática e eficiente.

Este trabalho trabalho tratará destes métodos e para tanto é necessário que se entenda o processo produtivo básico, os resíduos gerados e a forma de aproveitamento e gestão ambiental dos mesmos.

1. HISTÓRICO DA CACHAÇA

Os egípcios antigos dão o primeiro sinal. Curam várias moléstias, inalando vapor de líquidos aromatizados e fermentados, absorvido diretamente do bico de uma chaleira, num ambiente fechado.

De acordo com GRAVATÁ, (2002), os gregos registram o processo de obtenção da ácqua ardens. A Água que pega fogo - água ardente, aparece nos registros do Tratado da Ciência escrito por Plínio, o velho, que viveu entre os anos 23 e 79 depois de Cristo. Ele conta que apanha o vapor da resina de cedro, do bico de uma chaleira, com um pedaço de lã. Torcendo o tecido obtem-se o Al kuhu (cachaça da época).

A água ardente vai para as mãos dos Alquimistas que atribuem a ela propriedades místico-medicinais. Se transforma em água da vida. A Eau de Vie é receitada como elixir da longevidade.

A aguardente então vai para da Europa para o Oriente Médio, pela força da expansão do Império Romano. São os árabes que descobrem os equipamentos para a destilação, semelhantes aos que conhecemos hoje. Êles não usam a palavra Al kuhu e sim Al raga, originando o nome da mais popular aguardente da Península Sul da Ásia: Arak. Uma aguardente misturada com licores de anis e degustada com água.

A tecnologia de produção espalha-se pelo velho e novo mundo. Na Itália, o destilado de uva fica conhecido como Grappa. Em terras Germânicas, se destila a partir da cereja, o kirsch. Na Escócia fica popular o Whisky, destilado da cevada sacarificada. No extremo Oriente, a aguardente serve para esquentar o frio das populações que não fabricam o Vinho de Uva. Na Rússia a Vodka, de centeio. Na China e Japão, o Sakê, de arroz. Portugal também absorve a tecnologia dos árabes e destila a partir do bagaço de uva, a Bagaceira.

Os portugueses, motivados pelas conquistas espanholas no Novo Mundo, lançam-se ao mar. Na vontade da exploração e na tentativa de tomar posse das terras descobertas no lado oeste do Tratado de Tordesilhas, Portugal traz ao Brasil a Cana de Açúcar, vindas do sul da Ásia. Assim surgem na nova colônia portuguesa, os primeiros núcleos de povoamento e agricultura.

Os primeiros colonizadores que vieram para o Brasil, apreciavam a Bagaceira Portuguesa e o Vinho do Porto. Assim como a alimentação, toda a bebida era trazida da Corte.

Num engenho da Capitania de São Vicente, entre 1532 e 1548, descobrem o vinho de

cana de açúcar - Garapa Azeda, que fica ao relento em cochos de madeiras para os animais, vinda dos tachos de rapadura. É uma bebida limpa, em comparação com o Cauim - vinho produzido pelos índios, no qual todos cospem num enorme caldeirão de barro para ajudar na fermentação do milho, acredita-se. Os Senhores de Engenho passam a servir o tal caldo, denominado Cagaça, para os escravos. Daí é um pulo para destilar a Cagaça, nascendo aí a Cachaça. (GRAVATÁ, 2002)

Dos meados do Século XVI até metade do Século XVII as "casas de cozer méis", como está registrado, se multiplicam nos engenhos. A Cachaça torna-se moeda corrente para compra de escravos na África. Alguns engenhos passam a dividir a atenção entre o açúcar e a Cachaça. A descoberta de ouro nas Minas Gerais, traz uma grande população, vinda de todos os cantos do país, que constrói cidades sobre as montanhas frias da Serra do Espinhaço. A Cachaça ameniza a temperatura.

Incomodada com a queda do comércio da Bagaceira e do vinho portugueses na colônia e alegando que a bebida brasileira prejudica a retirada do ouro das minas, a Corte proíbe várias vezes a produção, comercialização e até o consumo da Cachaça. Sem resultados, a Metrópole portuguesa resolve taxar o destilado. Em 1756 a Aguardente de Cana de Açúcar foi um dos gêneros que mais contribuíram com impostos voltados para a reconstrução de Lisboa, abatida por um grande terremoto em 1755.

Para a Cachaça são criados vários impostos conhecidos como subsídios, como o literário, para manter as faculdades da Corte.

Como símbolo dos Ideais de Liberdade, a Cachaça percorre as bocas dos Inconfidentes e da população que apoia a Conjuração Mineira. A Aguardente da Terra se transforma no símbolo de resistência à dominação portuguesa. Com o passar dos tempos melhoram-se as técnicas de produção. A Cachaça é apreciada por todos. É consumida em banquetes palacianos e misturada ao gengibre e outros ingredientes, nas festas religiosas portuguesas - o famoso Quentão.

No século passado instala-se, com a economia cafeeira, a abolição da escravatura e o início da república, um grande e largo preconceito a tudo que fosse relativo ao Brasil. A moda é européia. Em 1922, a Semana da Arte Moderna, vem resgatar a brasilidade nos campos literário e das artes plásticas. No decorrer do nosso século, o samba é resgatado. Vira o carnaval. Nestas últimas décadas a feijoada é valorizada como comida brasileira especial. A Cachaça ainda tenta desfazer preconceitos e continuar no caminho da apuração de sua

qualidade. Hoje, várias marcas de alta qualidade figuram no comércio nacional e internacional e estão presentes nos melhores restaurantes e adegas residenciais pelo Brasil e pelo mundo.

2. AGRICULTURA CANAVIEIRA

A agroindústria da cana no Brasil se tornou um exemplo importante de agricultura sustentável, devido a conjunções favoráveis de fatores de nosso solo e clima, além de distribuir-se por várias regiões do território, a cultura da cana de açúcar apresenta uma *performance* especialmente harmoniosa de convivência com o meio ambiente: é a atividade agrícola que apresenta um dos mais baixos índices mundiais de erosão de solos, tendo o mais baixos índices de erosão do hemisfério americano, e apresenta também um dos mais baixos índices mundiais de uso de defensivos e insumos químicos, realizando controle biológico de pragas e fertirrigação do solo com os resíduos do processamento industrial da cana.

2.1. Uso de Agrotóxicos

Somente podem ser aplicados agrotóxicos registrados no Ministério da Agricultura e cadastrados no IMA, prescritos em receituário agronômico.

As embalagens vazias devem ser lavadas de acordo com os seguintes procedimentos, denominados de "tríplice lavagem":

- esvaziar completamente o conteúdo da embalagem no tanque do pulverizador;
- adicionar água limpa à embalagem até ¼ do seu volume;
- tampar bem a embalagem e agitar por 30 segundos;
- despejar a água de lavagem no tanque do pulverizador;
- repetir estes procedimentos três vezes.

A água da tríplice lavagem deve ser recolhida ao tanque de pulverização e utilizada na lavoura, sendo proibido o descarte em recurso hídrico.

O armazenamento temporário das embalagens vazias lavadas deve observaras seguintes regras:

- manter as tampas e rótulos nas embalagens e acondicioná-las na caixa de papelão original, em local coberto, ao abrigo de chuva, ventilado ou no próprio depósito das embalagens cheias;
- não armazenar as embalagens dentro de residências ou de alojamentos de pessoas ou animais;
- não armazenar as embalagens junto com alimentos ou rações;

- certificar-se de que as embalagens estejam adequadamente lavadas e com o fundo perfurado, evitando, assim, a sua reutilização.

As embalagens devem ser transportadas às unidades de recebimento em um prazo máximo de um ano da data da compra ou de seis meses após o vencimento da validade do produto. O veículo recomendado é do tipo caminhonete, onde as embalagens devem estar, preferencialmente, presas à carroceria do veículo e cobertas. Nunca transportar embalagens dentro das cabines dos veículos automotores.

Embalagens lavadas estão isentas das exigências legais e técnicas para o transporte de produtos perigosos, mas não devem ser transportadas junto com pessoas, animais, alimentos, medicamentos ou ração animal. As embalagens não lavadas são consideradas produtos perigosos e precisam de licenciamento ambiental específico para o seu transporte.

As embalagens não podem ser queimadas ou enterradas. (OLIVEIRA, 2005)

O uso de pesticidas e herbicidas é relativamente baixo, em função dos programas de controle biológico; a prática de deixar cobertura de palha em locais adequados, o uso de doses específicas para cada local, e técnicas derivadas dos cultivos "orgânicos" poderão melhorar ainda mais este quadro. O uso de fertilizantes minerais é menor que nas culturas de milho e soja, o melhor gerenciamento do reciclo praticado hoje de resíduos (torta de filtro, vinhoto e alguma palha) pode levar ainda a uma substancial redução.

Segundo CARDOSO (2001), na proteção de solos e águas, os problemas iniciais são atenuados pelo crescimento rápido da cultura, pelo uso de culturas de rotação e de vários cortes. O consumo de água in natura para o cultivo da cana praticamente não é utilizado, a água é suprida basicamente, pelos vários efluentes gerados no processo produtivo (tratados ou não), e em função da precipitação das chuvas. Ainda assim é necessário aumentar a implantação de proteção a áreas de reserva permanente, e adotar técnicas (conhecidas) para a redução da captação de água para uso na industria sucroalcooleira. A poluição provocada pelas usinas diminuiu drasticamente desde que se passou a aproveitar o bagaço da cana como combustível, o vinhoto e a torta de filtro como fertilizante, evoluindo ambos da categoria de resíduos à de valiosos insumos.

A visão reduccionista da agroquímica moderna tem levado nos campos de cana a uma prática profundamente perniciosa: a queima do canavial para falicitar a colheita. Além da poluição da fumaça que já levou a sérios transtornos e protestos, esta prática significa grande perda de fertilidade. Já foi demonstrado que, dos nutrientes contidos na matéria orgânica queimada, até 60% podem perder-se com a fumaça. Mas, matéria orgânica não é só nutrientes

minerais. O nível de húmus, para uma fertilidade sustentável, é tão ou mais importante para o solo quanto estes nutrientes, pois a microvida do solo fixa nitrogênio do ar, evita lixiviação de nutrientes, libera nutrientes, especialmente micronutrientes, da matriz mineral do solo, evita erosão e mantém a umidade.

3. PROCESSO PARA OBTENÇÃO DA CACHAÇA

Aguardente de cana é produzida através de dois processos bastantes distintos, quais sejam, nos chamados Engenhos ou Alambiques, por muito denominado de "Processo Artesanal", e nas Destilarias, também denominado de "Processo Industrial".

A distinção entre ambos os processos reside tanto na escala como nos sistemas de produção. Assim é que, nos Alambiques, geralmente são produzidas até cinco mil litros/dia de cachaça, ao passo que nas destilarias até trezentos mil litros/dia ou pouco mais. Quanto aos sistemas, a aguardente produzida nos alambiques, devido à pequena quantidade de cana necessária, utiliza cana despalhada e cortada manualmente, transportada por carretos de tração mecânica ou animal, moída geralmente inteira em um ou dois conjuntos de moendas, sendo o caldo puro resultante colocado a fermentar em dornas("cochos") de madeira, fermentação esta conseguida na maioria das vezes, através do próprio fermento natural, que acompanha a cana vinda da lavoura. Deve-se salientar que tal fermento pode ser de boa ou má qualidade, dependendo de diversas variáveis. Esse processo de fermentação pode demorar de 20 a 40 horas. (CARDOSO, 2001)

O vinho (mosto fermentado) é finalmente destilado em alambiques de cobre, daí resultando o destilado (aguardente ou cachaça), com um teor alcoólico extremamente variável, dependendo da região em que é produzida (geralmente da ordem de 38 a 48% de ácool em volume ou, como muitos ainda costumam empregar, 17 a 21 graus Cartier). Assim obtida e, a seguir, aramazenada em recipientes de madeira, ali fica por tempo variável, podendo alcançar três anos ou mais.

Em se tratando de aguardente "Industrial", representada pelos grandes volumes, empregam cana previamente despalhada pela ação do fogo (facilita o corte, porém, contribui para a queda de qualidade da matéria-prima e,em muito casos, do próprio destilado a ser obtido), colhida manualmente e carregada nos veículos transportadores (caminhões) por meio mecânico (carregadeiras rasteladoras), o que provoca a presença de grande quantidade de impurezas sendo levadas com a matéria-prima, tais como terra, palha, resíduos de agrotóxicos e de adubos, entre outros. (CARDOSO, 2001)

Descarregada na indústria, pode ficar estocada por algumas horas ou, mesmo, por alguns dias, o que aumenta seu grau de deterioração (implicações negativas nos processos de extração do caldo e da fermentação, podendo prejudicar a qualidade do futuro destilado).

Antes da moagem, pode sofrer lavagem com água a fim de reduzir aquelas impurezas; contudo, devido a má qualidade dessa água, pode aumentar o grau de contaminação bacteriana da cana, o que irá prejudicar a futura fermentação.

Após sofrer um sistema de picagem, essa cana irá ser moída por quatro ou cinco ternos (conjuntos) de moendas, simultaneamente sendo adicionado água (também de qualidade duvidosa) sobre ela, o que irá ajudar na extração dos açúcares. O caldo obtido é denominado de caldo misto (diluído), sendo encaminhado às dornas de fermentação (recipientes de até 500 mil litros de capacidade) construídas de chapas de ferro, onde será adicionado fermento semelhante àquele empregado na panificação (fermento prensado ou industrializado). Concluida a fermentação, que pode variar de 10 a 24 horas, o vinho resultante segue para a destilação, realizada através das colunas de aço inoxidável, embora as canalizações internas dos seus condensadores sejam de cobre. Aquecidas por vapor de água produzido nas caldeiras (onde o bagaço resultante da moagem é empregado como combustível), o funcionamento dessas colunas é contínuo, fornecendo ininterruptamente um destilado em torno de 47,5% de álcool em volume, a 20 °C, finalmente enviado aos grandes depósitos de ferro, onde serão transportados para a indústria estandardizadora (engarrafadora). Esta que adquire aguardente bruta de diferentes produtores, faz sua padronização (estandardização), que consiste em misturar as diferentes aguardentes recebidas, dilui-las com água tratada até o teor alcoólico desejado (38 a 41%) e, na maioria dos casos, adicionar uma pequena quantidade de xarope de açúcar. (CARDOSO, 2001)

Agora filtrado, o produto será finalmente acondicionado em garrafas ou litros sendo então comercializado. A cachaça obtida em muitos Alambiques ainda deixa muito a desejar quanto a sua qualidade, em função da total falta de higiene e de controle de processo em todas as suas etapas, na maioria das vezes motivado pelo total desconhecimento de seus responsáveis, dos fenômenos físico-químicos envolvidos. Assim costumam apresentar elevada acidez (ácido acético), o que provoca aquela queimação na garganta quando ingerida. Apresentam também altos teores de cobre (não raro muito acima dos cinco miligramas por litro de aguardente, aceitos pela legislação em vigor), assim como de éster (acetato de etila) e de aldeído acético. E, como se sabe, todos estes elementos são tóxicos ao organismo humano, por isso a limitação , por parte da legislação, de seus teores.

Contudo há também muitos alambiques que produzem cachaça de muito boa qualidade, nos quais inexiste maioria destes inconvenientes, constituindo-se em representantes

legitimos dessa bebida genuinamnete brasileira, o que pode ser comprovado na prática com algumas marcas produzidas, principalmente, em Minas Gerais.

Quanto à aguardente produzida nas grandes unidades industriais, geralmente seus constituintes se situam nos limites estabelecidos pela legislação, em função do controle operacional desenvolvido pelos seus responsáveis. Contudo, devem ser elembrados aqueles inconvenientes anteriormente citados (queima da cana, impurezas do solo, etc) aliado a outros geralmente adotados no processo, tais como a adição de bactericidas e de nutrientes ao mosto a ser fermentado (na forma dos mesmo adubos empregados na lavoura). Também são empregados antiespumantes no mosto em fermentação e ácido sulfúrico no tratamento do fermento, embora se saiba que estes compostos químicos não irão estar presentes no futuro destilado devido a baixa volatilidade dos mesmos.

Ainda, a aguardente industrial é armazenada em depósitos construidos de chapas de ferro e , afim de evitar a formação de ferrugem em seu interior, o que contaminaria o destilado, as chapas são revestidas com uma camada de asfalto ou produtos semelhantes, que fica em contato direto com a bebida. E deve ser lembrado que tal revestimento é rico em hidrocarbonetos aromáticos policiclicos que, comprovadamente, migram para a aguardente ali armazenada.

Essa aguardente não é submetida a um descanso em recipientes de madeira antes do seu engarrafamento e, portanto, não possui aqueles componentes mais aromáticos que se formam durante o mesmo, e que são encontradas naquelas produzidas nos alambiques, que neles permanece descansando por um perído prolongado.

De acordo com CARDOSO (2001), atualmente já existe no mercado outro tipo de aguardente de cana cujo processo de produção difere dos demais pelo fato de ser obtido por dupla destilação em alambiques de cobre, conforme, alias são obtidos todos os destilados mais nobres, como é o caso do "Scoth malt whisky", do legítimo "cognac" francês e Tequila mexicana, entre os mais conhecidos. Referida aguardente , cujo processo foi totalmente desenvolvido através de pesquisa realizada pelo professor Fernando Valadares Novaes na Escola Supeior de Agricultura "Luiz de Queiroz"da Universidade de São Paulo, em Piracicaba, apresenta baixíssimos teores ácidos orgânico, de aldeído acético e de acetato de etila. Ainda apesar de ser destilado totalemnete em alambiques de cobre, e praticamente isenta de sais deste metal, em consequência da tecnologia empregada no processo. Por tudo isto, acrescida do fato de ser envelhecida em barrís de carvalho (200 litros) por um período mínimo de 2 anos, é uma bebida comparável aquelas de primeira linha existentes no mercado mundial.

Este tipo sim, não provoca, no famoso dia seguinte, a conhecida ressaca (mal estar) e a dor de cabeça, alé de não deixar o conhecido "bafo de pinga".

3.1. Leveduras

Os principais agentes de fermentação são os fungos, chamados leveduras, onde o mais comum para a fabricação da cachaça é o lêvedo de cerveja ou Saccharomyces cerevisae.

Rudimentarmente, em pequenos alambiques, usa-se o milho quebrado ou farinha de milho como agente de fermentação, isto se explica pelo fato de no milho existir grande quantidade de Saccharomyces.

Deve-se tomar cuidado com a contaminação do meio por outros tipos de fungos que podem estragar uma produção. (CARDOSO, 2001)

3.2. Preparo inicial do pé de cuba

O pé de cuba é o preparo que vai fermentar o caldo de cana (mosto) nas dornas de fermentação.

Preparar o pé de cuba é trabalho que requer atenção e controle, uma vez que este preparo é a primeira transformação do caldo (mosto), onde suas qualidades são apuradas.

A produção do pé de cuba é dividida em 4 dias, começando a cultura com 100 ml. E terminando no 4° dia com 30 1. Que será despejado e misturado ao caldo (mosto) na dorna de fermentação. (CARDOSO, 2001)

RUDIMENTAR: Na obtenção do fermento biológico, usa-se geralmente cascas de frutas ou cereais, tais como: cascas de uvas, maçãs, pêras e milho. (CARDOSO, 2001)

MODERNA: É usado fermento biológico, que por sua pureza é mais fácil de controlar uma possível contaminação por outros fungos, além do processo ser mais rápido.

3.3. Diluidores

São tanques com agitadores cuja função é diluir o mel em água até 20 Brix, que após adicionar fermento "SACCHAROMICES CEREVISIAE" na proporção de 20 gramas de fermento prensado por cada litro de mosto, e mandado para os tanques de fermentação ou dornas. (CARDOSO, 2001)

3.4. Dornas

São tanques onde se processa a fermentação do mosto a temperatura controlada entre 28 e 34 °C e por um período de 10 a 12 horas para cada batelada ou ciclo de fermentação, cujo fermentado possui cerca de 7 % de álcool. As fermentações em bateladas podem ser por corte ou pelo processo Meile-Boinot. Este processo que traduziu um grande avanço no processo fermentativo, consiste no reaproveitamento da levedura pelo processo de centrifugação do mosto fermentado. Em unidades mais modernas, utiliza-se o processo Meile-Boinot com as fermentações contínuas. Em unidades de vanguarda, as fermentações são contínuas e floculentas. Se o álcool for produzido do caldo 18 Brix direto das moendas o caldo decantado é enviado aos tanques de fermentação onde recebe a fermentação. (CARDOSO, 2001)

3.5. Centrifugação do mosto

O fermento é centrifugado em máquinas apropriadas sendo o licor enviado para os tanques de alimentação das colunas de destilação e o fermento enviado para fermentar novas bateladas.

3.6. Colunas de destilação

O licor ou vinho como também é chamado entra na primeira coluna de Evaporação dando álcool de 92 °GL, depois na segunda coluna de RETIFICAÇÃO - onde se obtém o álcool de 96 °GL que é mandado a uma coluna de DESIDRATAÇÃO - obtendo o álcool 99,9 ° GL conhecido como álcool anidro. No processo de desidratação se emprega Hexana um solvelte alifático. No processo de aguardente esta pode ser destilada em colunas do tipo A, fabricadas em aço inox ou cobre ou em alambiques (geralmente) de cobre. Neste processo são separadas as aguardentes de cabeça, caxixi e a aguardente propriamente dita. (CARDOSO, 2001)

3.7. Destilação

Nas dornas de fermentação foi produzido o vinho ou garapa que será utilizado para destilação nos alambiques.

Existem 2 tipos de alambiques: os de cobre e os de aço inoxidável.

O alambique de cobre durante a destilação solta resíduos na cachaça o que não faz bem a saúde. Existem processos atualmente que retiram o cobre da cachaça os quais são utilizados pelos bons produtores.

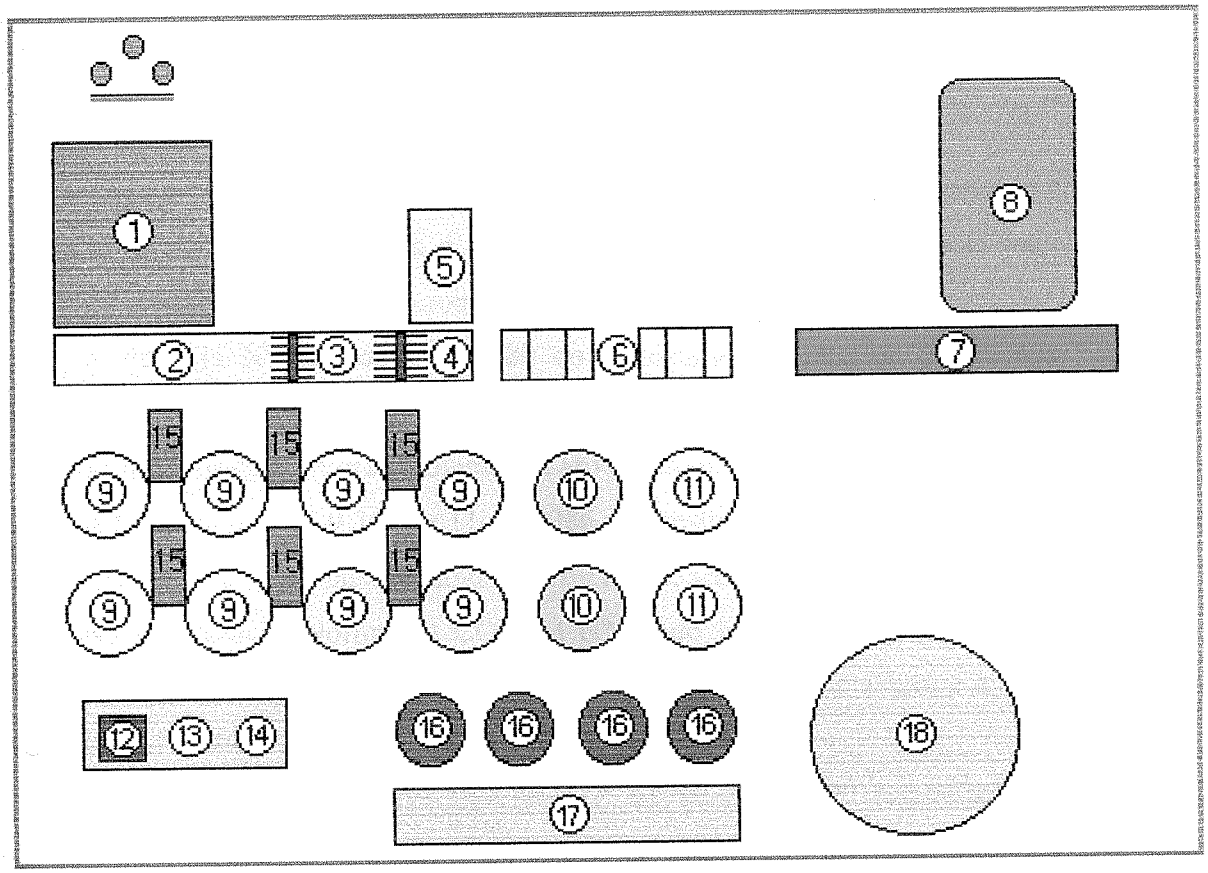
Os alambiques são equipamentos de destilação simples, formados por uma panela ou fervedor, uma câmara de vapor (tampa da panela) e um condensador.

O vinho ou garapa é esquentado na panela, formando vapor, que é conduzido ao condensador, e aí, transformado em líquido novamente, nascendo a nossa "água que passarinho não bebe".(CARDOSO, 2001)

3.8. Envelhecimento

Para ser considerada envelhecida, a cachaça de alambique deve permanecer por um período mínimo de um ano em tonéis da madeira recomendada, com capacidade de, no máximo, setecentos litros. Os tonéis destinados ao envelhecimento da cachaça de alambique deverão ser lacrados e datados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, logo após o Envase. (OLIVEIRA, 2005)

Figura 1: Esquema básico de destilação



Legenda:

Recepção de Cana - 2. Esteira de Cana - 3. Picador - 4. Desfibrador - 5. Peneira de Caldo - 6. Moendas - 7. Esteira de Bagaço - 8. Caldeira - 9. Dornas de Fermentação - 10. Sedimentadores - 11. Dornas Volante - 12. Alambique (opcional) - 13.Coluna de Aguardente - 14. Coluna de Álcool - 15. Coluna de Álcool - 16. Trocadores de Calor - 17. Tanque de Produção - 18. Tanque de Armazenamento

Fonte: (OLIVEIRA, 2005)

4. LEGISLAÇÃO SOBRE A PRODUÇÃO DE AGUARDENTE DE CANA DE AÇÚCAR

Além de submetida a uma Legislação Ambiental de caráter mais geral, a atividade de produção de aguardente também é regulamentada por leis bem específicas para o setor. A seguir, relacionamos, em ordem cronológica, a legislação sobre o assunto.

A Portaria Nº 158 de 3-11-1980 do Ministério do Interior delega aos Estados a competência para fiscalizar fábricas de aguardente e destilarias de álcool, bem como analisar e aprovar projetos de controle ambiental da atividade sucroalcooleira.

A Lei Estadual Nº 9.367 de 11-12-1986, em resumo, proíbe o lançamento de vinhoto e águas residuárias em qualquer curso d'água ou lagoa, sem tratamento prévio.

Na Deliberação Normativa COPAM Nº 12 de 16-12-1986, constam as normas para armazenamento de efluentes das usinas de açúcar e destilarias de álcool e aguardente e para disposição de vinhoto no solo.

A Deliberação Normativa COPAM Nº 01 de 22-3-1990 estabelece os critérios e valores para indenização dos custos de análise de pedidos de licenciamento ambiental e dá outras providências. A atividade de fabricação de aguardente de cana-de-açúcar apresentava, conforme código 27.20.01 dessa DN, médio potencial poluidor/degradador. Essa DN foi revogada pela DN 74/2004.

A Deliberação Normativa COPAM Nº 42 de 17-4-2000 dispensava do licenciamento ambiental os empreendimentos com capacidade instalada diária abaixo de 500 L. Essa DN foi revogada pela DN 74/2004.

A Lei Estadual Nº 14.309, de 19-6-2002 trata-se da atual Lei Florestal do Estado de Minas Gerais, que dispõe sobre as políticas florestais e de proteção à biodiversidade no Estado.

A Deliberação Normativa COPAM Nº 74 de 9-9-2004 estabelece os critérios para classificação, segundo porte e potencial poluidor, de empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente passíveis de autorização ambiental ou de licenciamento ambiental no nível estadual, determina normas para indenização dos custos de análise de pedidos de autorização ambiental e de licenciamento ambiental e dá outras providências.

De acordo com a DN COPAM 74/2004, as atividades exercidas pelo setor de aguardente são passíveis de Autorização Ambiental de Funcionamento – AAF ou Licenciamento Ambiental – LA, no âmbito estadual, quando classificada nos códigos e porte:

- D-02-02-1 – Fabricação de aguardente

- Capacidade instalada maior que 300 e menor que 800 L/dia AAF;

- Capacidade instalada maior/igual a 800 L/dia LA

- D-02-03-8 – Padronização, envelhecimento ou engarrafamento de bebidas

- Capacidade instalada maior que 10 e menor ou igual a 400 m3/dia AAF;

- Capacidade instalada maior que 400 m3/dia LA

- G-01-07-4 – Cultura de cana-de-açúcar

- Área útil maior ou igual a 10 e menor que 100 ha AAF;

- Área útil maior ou igual a 100 ha LA

É necessário dizer que essas são normas legais que não só buscam regulamentar o setor, como também apresentar procedimentos para um controle ambiental adequado.

5. RESÍDUOS DO PROCESSO PRODUTIVO E TRATAMENTO AMBIENTAL

O termo resíduo é usado para caracterizar todo e qualquer tipo de materiais - líquidos, sólidos ou gasosos - que não representem o produto-fim do sistema de manufatura industrial. Assim, os resíduos poderão:

- estar ou não previstos no processo de manufatura industrial
- ser ou não gerados ou despejados durante o processo ou
- ser ou não utilizados como parte do produto-fim da Empresa .

O termo resíduo engloba a energia entrópica, as dissipações, perdas de calor e outros fatores de ineficiência termodinâmica do sistema de manufatura.

Segundo OLIVEIRA (2005), a produção de cachaça, além do vinhoto, gera vários outros resíduos (sólidos, líquidos e gasosos),: águas de lavagem das instalações, a cabeça e a cauda retiradas na destilação do vinho, o descarte da fermentação que não deu certo e o do pé de cuba, as águas de resfriamento, as águas usadas para limpeza de garrafas, fumaça, fuligem e cinzas das caldeiras e fornalhas, além de embalagens impróprias para o uso ou embalagens *de produtos agrotóxicos. Esses resíduos são poluentes potenciais.*

5.1. Bagaço

Quanto ao bagaço da cana, devido ao custo elevado dos combustíveis tradicionais, ele vem sendo queimado nas caldeiras ou fornalhas das próprias unidades industriais para geração de vapor.

A queima do bagaço de cana-de-açúcar na caldeira ou fornalha deve ser objeto, no mínimo, de controles operacionais para que a emissão de material particulado não provoque incômodos. Lembramos que a queima desse resíduo, a céu aberto, é proibida. (OLIVEIRA, 2005).

A combustão do bagaço gera em torno de 2,5% de cinzas em relação ao peso inicial de bagaço queimado. A composição química das cinzas mostra que o silício é o constituinte predominante, podendo-se destacar, também, a presença do potássio, como macronutriente primário.

O bagaço também pode ser utilizado na produção de composto orgânico, por processamento bioquímico natural, que resulta em produto que pode ser empregado na substituição parcial do fertilizante químico na lavoura de cana.

Atualmente, o bagaço da cana-de-açúcar é responsável pela geração de 700 megawatts de energia por ano em todo o país. Esse total é suficiente para iluminar uma cidade de 600 mil habitantes, um pouco maior que Ribeirão Preto. Somente 40 megawatts são negociados diretamente com companhias do Estado de São Paulo, como CPFL e Cesp. O restante é consumido pelas próprias usinas.

5.2. *Ponta/palmito e folhas da cana-de-açúcar*

A ponta, após o corte da cana madura, representa em média 8%, em peso, isto é, no caso de cana crua (sem queima), para cada tonelada de cana cortada, são produzidos cerca de 80 kg de matéria verde. O mais comum, na pequena indústria, é deixar esse material secar ao sol, no campo e ser utilizado como cobertura morta no canavial. Entretanto, o palmito e a folha da cana podem e têm sido utilizados, com freqüência, na alimentação de ruminantes – bovinos principalmente. Nesse caso, o material, ainda verde, é passado em ensiladeira (picadeira de capim) e colocado diretamente nos cochos. O palmito é pobre do ponto de vista nutricional. No entanto, é utilizado como volumoso, enriquecido com uréia e outros nutrientes, na alimentação do gado bovino. (OLIVEIRA, 2005)

5.3. Vinhoto ou Vinhaça

O vinhoto ou vinhaça é gerado em uma proporção de 6 a 8 litros para cada litro de cachaça produzida, e sua composição, conforme Quadro I, tem alta demanda química e bioquímica de oxigênio (DQO e DBO), o que confere um caráter altamente poluidor. O seu descarte direto em recursos hídricos provoca o decréscimo do oxigênio dissolvido na água, causando mortandade de peixes, mau cheiro, proliferação de insetos, etc. e a sua disposição no solo, como fertilizante, apesar de recomendada, deverá ser orientada por um profissional habilitado para que não se torne mais um problema, pois dependendo das condições locais, pode alterar negativamente a sua condição. (OLIVEIRA, 2005)

Muitas destilarias lançam o vinhoto em rios e lagos, provocando desequilíbrio ecológico nos ecossistemas dulcícolas.

Durante décadas, mesmo quando ainda não era gerada nos grandes volumes atuais, a vinhaça já provocava nos órgãos de controle ambiental e particularmente na comunidade científica alguma preocupação quanto a seus impactos sobre a qualidade dos recursos naturais (O Programa Nacional do Álcool – Proálcool foi instituído pelo decreto n° 76.593, de 14/11/1975.) Naquele momento o resíduo era despejado nos mananciais de superfície. Com a implementação do Proálcool, contudo, os danos ambientais causados à flora e à fauna desses mananciais, principalmente devido à carga orgânica da vinhaça, adquiriram uma dimensão preocupante. Por esse motivo, severas restrições são feitas pela Secretaria do Meio Ambiente.

O Conselho Nacional do Álcool (CONAL) e a Comissão Executiva Nacional do Álcool (CENAL), impõem durante a aprovação dos projetos que cada destilaria, ao se instalar, processe adequadamente o vinhoto.

A dimensão do problema ambiental da destinação da vinhaça se associa à importância econômica histórica da própria agroindústria canavieira em nosso país. O Estado de São Paulo, em particular, já ocupava o lugar de maior produtor nacional de cana-de-açúcar mesmo antes da institucionalização do Programa Nacional do Álcool (ProAlcool) em 1975.

5.3.1. Evolução do quadro legal sobre a destinação da vinhaça

Até o final dos anos 70, quando a prática foi proibida, volumes crescentes de vinhaça eram lançados nos mananciais superficiais, principalmente os cursos d'água como rios e ribeirões das proximidades das usinas de açúcar e álcool.

Os efeitos decorrentes desta prática são conhecidos há muito tempo. A carga orgânica da vinhaça causa a proliferação de microorganismos que esgotam o oxigênio dissolvido na água, destruindo a flora e a fauna aquáticas e dificultando o aproveitamento dos mananciais contaminados como fonte de abastecimento de água potável. Além disso, o despejo da vinhaça nos cursos d'água provoca mau cheiro e contribui para o agravamento de endemias como a malária, a amebíase e a esquistossomose. (ALMEIDA, 1952 apud SZMRECSÁNYI, 1994).

Como é possível constatar no Quadro 1, a partir da safra de 78/79 ficou interditado o despejo da vinhaça nos mananciais superficiais, incorrendo em multa a Usina que violasse a proibição.

Quadro 1 - Evolução da regulamentação da disposição da vinhaça

Legislação	Descrição
Portaria MINTER n° 323, de 29/11/1978	Proíbe o lançamento da vinhaça nos mananciais superficiais.
Portaria MINTER n° 323, de 03/11/1980	Proíbe o lançamento da vinhaça nos mananciais superficiais.
Resolução CONAMA n° 0002, de 05/06/1984	Determinação da realização de estudos e apresentação de projeto de resolução contendo normas para controle da poluição causada pelos efluentes das destilarias de álcool e pelas águas de lavagem da cana.
Resolução CONAMA n° 0001, de 23/01/1986	Obrigatoriedade da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para novas indústrias instaladas ou qualquer ampliação efetuadas nas já existentes.
Lei n° 6.134, de 02/06/1988, art. 5°, do Estado de São Paulo.	"Os resíduos líquidos, sólidos ou gasosos, provenientes de atividades agropecuárias, industriais, comerciais ou de qualquer outra natureza, só poderão ser conduzidos ou lançados de forma a não poluírem as águas subterrâneas".

Fonte: HASSUDA (1989).

HASSUDA (1989) ressalta que o Estado de São Paulo conta com legislação sobre a contaminação de aqüíferos subterrâneos desde 1988 (ver Quadro 2, acima) e que, até então, não havia na esfera federal nenhuma legislação a esse respeito. De fato, somente em 1999 foram concebidas medidas de proteção dos aqüíferos subterrâneos (MMA 1999).

Veremos que, com a perspectiva do aumento substancial da produção de vinhaça e tendo em vista o aumento do controle sobre a disposição do resíduo, surgem diversas iniciativas de busca de tecnologias para solucionar o problema. Neste sentido, percebe-se que a política ambiental (neste caso via legislação ambiental) pode ter um papel ativo na seleção de possibilidades tecnológicas.

No Brasil, o vinhoto tem sido usado como fertilizante, aumentando a produtividade e o tempo de vida dos canaviais. No entanto, tem-se questionado sobre a possibilidade de contaminação dos lençóis subterrâneos em regiões de solos muito permeáveis.

Além do uso como adubo, o vinhoto, depois de resfriado, também pode ser utilizado na alimentação de bovinos, em quantidades a ser ministrada pelo responsável técnico do projeto e avaliada pelo IMA, por ocasião das visitas de fiscalização, que também contactará o responsável técnico pelo projeto, em caso de alguma não-conformidade.

Em vista dos riscos ecológicos, é preciso que se faça um estudo mais profundo sobre o processamento e a utilização do vinhoto.

5.4. Águas de resfriamento e condensado de caldeira

Segundo OLIVEIRA (2005), Podem ser armazenadas e reaproveitadas, pois não contêm poluentes.

Caso prevaleça o descarte desse efluente, a temperatura de lançamento em curso d'água deverá ser inferior a 40 °C e não deverá alterar a temperatura do corpo receptor em mais de 3 °C.

5.5. Águas de lavagem da cana e vasilhames

Podem ser misturadas ao vinhoto para aplicação nos canaviais. Se provenientes da lavagem de garrafas novas, sem a utilização de produtos químicos, após uma simples decantação, essas águas podem ser reaproveitadas.

5.6. Levedura

Quando em forma de resíduo do processo a Levedura constitui fonte de proteínas, portanto de interesse na alimentação animal. Uma outra opção seria usar as leveduras como fertilizantes nos canaviais ou outra cultura uma vez que se trata de um produto rico em minerais.nesse caso, não têm sido encontradas informações de pesquisas sobre os efeitos no solo e para a planta em função do fato de que, no caso da levedura da fabricação do álcool, que é obtida em maior quantidade, o uso principal tem sido para alimentação animal.

5.7. Pé-de-cuba

Pode ser utilizado tanto na alimentação animal, pois é muito rico em proteínas, quanto na adubação. A obediência às quantidades definidas pelo responsável técnico deverá ser verificada pelo IMA, quando das suas visitas de fiscalização. (OLIVEIRA, 2005)

5.8. Cabeça e cauda obtidas na destilação do vinho

Recomenda-se o armazenamento em local exclusivo e seguro (isolado, ventilado, identificado com placa e com extintor de incêndio), até a obtenção de um lote que seja viável à redestilação em empreendimento licenciado, próprio ou de terceiros, para a produção de álcool combustível. Podem também ser utilizadas na higienização da indústria ou misturadas ao vinhoto para aplicação nos canaviais com a devida dosagem e orientação técnica. É proibido o descarte em recurso hídrico ou diretamente no solo. (OLIVEIRA, 2005)

5.9. Cinzas de caldeira ou de alambique a fogo direto

Recomenda-se utilização como adubo de canaviais ou outras culturas.

5.10. Resíduos sólidos

Devem, preferencialmente, ter uma coleta seletiva e armazenamento em local coberto, para destinação – doação ou venda – do lote a recicladores. Os demais que não possam ser reciclados devem ser corretamente destinados podendo ser coletados por serviço de Coleta Pública e enviados para um Aterro Sanitário.

5.11. Esgoto doméstico

Caso o município não possua Estação de Tratamento de Efluente – ETE ou seja impraticável a canalização até a estação, o esgoto doméstico deve ser destinado a sistema de tratamento fossa séptica – filtro anaeróbio, dimensionado conforme as normas ABNT NBR 7.229 e 13.969, passando previamente o efluente da cozinha por caixa de retenção de gorduras. Esse sistema de tratamento pode ser comprado, pré-fabricado ou dimensionado e implantado sob a supervisão de um engenheiro.

O sistema fossa séptica – sumidouro deve ser evitado, pois poderá haver contaminação do solo ou águas subterrâneas por organismos patogênicos (indicados na análise de coliformes fecais). Poderá ser utilizado, quando houver número reduzido de usuários e as condições do terreno forem favoráveis, conforme exigências das normas ABNT.

Quanto ao lodo e à gordura, gerados no tratamento do esgoto doméstico, recomenda-se a sua utilização como adubo, obrigatoriamente sob orientação técnica de engenheiro agrônomo, sendo vedado o uso em culturas de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película. (SPERLING, 1995).

6. DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA ALCOLEIRA NO BRASIL E A VINHAÇA

Os números do setor impressionam pela grande extensão da área cultivada, cobrindo mais de duas centenas de municípios apenas no Estado de São Paulo. A atividade canavieira também se destaca pela mobilização de um significativo contingente humano, produtores rurais e trabalhadores braçais de baixa qualificação. Finalmente, o próprio volume da produção canavieira é algo que por si só, em termos absolutos, detém a atenção. Algumas informações recentes são apresentadas no Quadro 2.

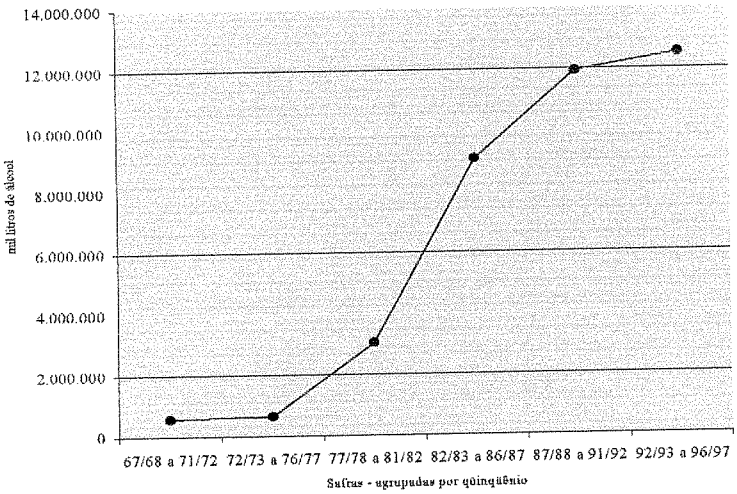
Quadro 2 – Informações recentes sobre a agroindústria canavieira paulista

Área cultivada	2,8 milhões de hectares
Usinas e destilarias	137
Produtores de cana	11.500
Empregos industriais	120 mil
Empregos no campo	480 mil
Municípios "canavieiros"	220
Produção de cana-de-açúcar	199,3 milhões de toneladas
Produção de açúcar	11,6 milhões de toneladas
Produção de álcool	9,06 bilhões de litros

Fonte: Workshop "Agroindústria Canavieira e o Novo Ambiente Institucional" (1998).

Entretanto, dados referentes a apenas um ano e somente a um estado formam uma fotografia do setor que por si só nada diz a respeito de sua evolução. Observemos, com esse intuito, o que acontece com a produção de álcool através do tempo. O Gráfico 1 mostra a evolução da produção nacional de álcool em milhares de litros entre as safras de 1967-68 e 1996-97.

Gráfico 1 - Evolução da Produção Nacional de Álcool
- volumes anuais médios produzidos agrupados por qüinqüênios -



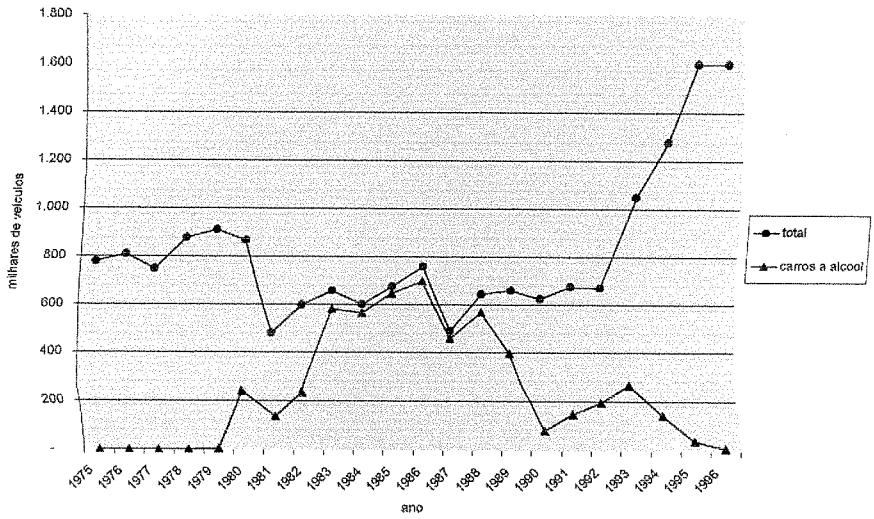
Fonte: Workshop "Agroindústria Canavieira e o Novo Ambiente Institucional" (1998).

O Programa Nacional do Álcool foi criado, como se sabe, com o objetivo de promover a substituição de parte da gasolina utilizada em veículos leves por álcool hidratado, como parte de um conjunto de providências adotado pelo Governo Federal para reduzir o impacto da elevação dos preços do petróleo nas décadas de 1970 e 1980.

Desde meados da década de 70 até o final dos anos 80, esse estímulo à produção de álcool como combustível alternativo à gasolina deu novo impulso à agroindústria canavieira no país. O Gráfico 1 mostra que, com a implementação do ProAlcool, a produção nacional de etanol mudou de patamar. Dos 638 milhões de litros anuais, que se produzia em média na primeira metade da década de 70, a produção aumentou a taxas crescentes até meados da década de 80 (quando a curva do crescimento da produção apresenta uma inflexão, apresentando um crescimento a taxas decrescentes), atingindo, atualmente, o volume aproximado de 16 bilhões de litros anuais. (Deste volume total, observa SCHELEDER (1998), cerca de 15 bilhões são álcool combustível) (MICT (1999).

A evolução da produção de álcool permitiu que a produção nacional de carros funcionando exclusivamente a álcool atingisse 96% em 1985 (v. gráficos 2 e 3).

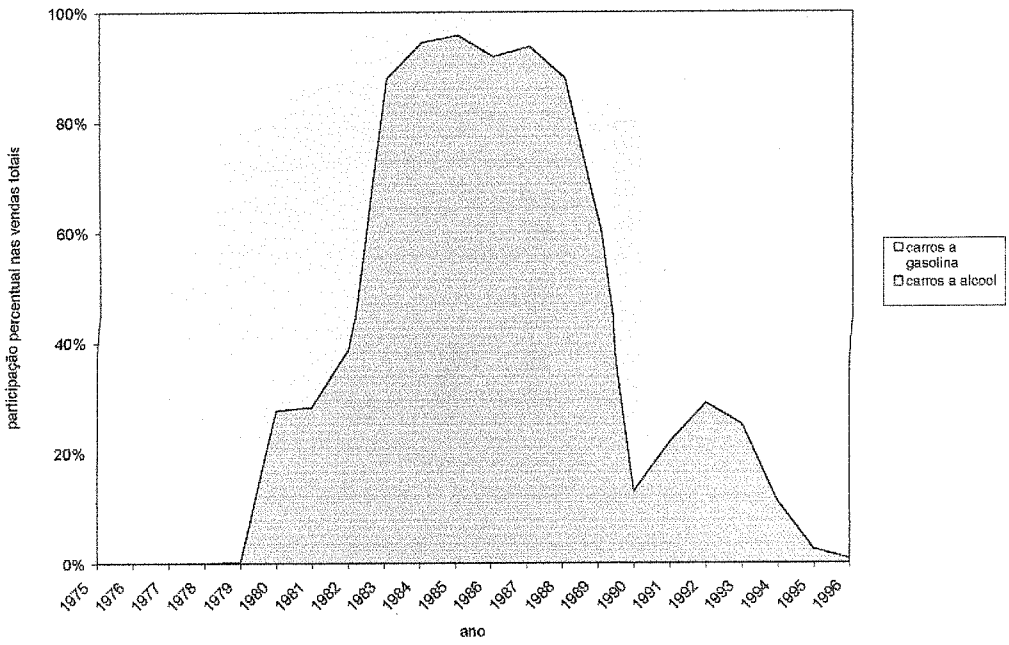
Gráfico 2 - Vendas totais de veículos de passeio e de carros a álcool entre 1975 e 1996 (em milhares de unidades)



Fonte: Workshop "Agroindústria Canavieira e o Novo Ambiente Institucional" (1998).

Do ponto de vista do objetivo de substituir a gasolina por uma fonte nacional e renovável de combustível, o Programa foi muito bem sucedido *grosso modo* até o final da década de 80. Os estímulos fiscais e econômicos oferecidos pelo Governo às indústrias automobilística e de bens de capital num momento recessivo, aliados a uma conscientização ambiental nascente nos grandes centros urbanos, que sofriam com o crescente nível de poluição, são elementos que podem ser arrolados para a explicação do sucesso do ProAlcool em alcançar seus objetivos neste período. A queda das vendas de veículos a álcool observada a partir do final dos anos 80 decorre de uma combinação de fatores de natureza diversificada. Entre estes fatores, estão incluídas a estagnação da produção de etanol (sob influência do preço do açúcar, que se tornou, no período, mais atraente que o do álcool), a incerteza política sobre o ProAlcool, os baixos custos do etanol e metanol importados e o aumento da produção doméstica de petróleo.

Gráfico 3 - Participação relativa das vendas de veículos a gasolina e a álcool entre 1975 e 1996

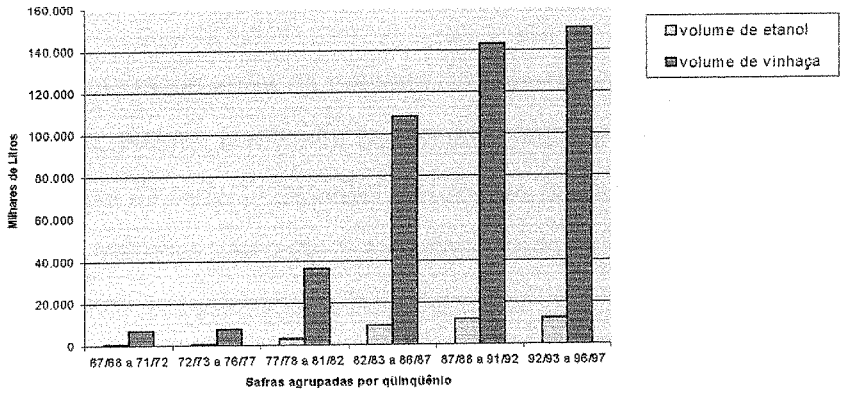


Fonte: Workshop "Agroindústria Canavieira e o Novo Ambiente Institucional" (1998).

Na década de 90 assistimos a um gradual abandono do álcool combustível, sendo ainda de difícil previsão o resultado do recente acordo entre o Governo, a indústria automobilística e a agroindústria canavieira, na tentativa de promover o carro a álcool. Pode-se observar no Gráfico 3 que as vendas do carro a álcool a partir de 1989 sofreram significativa queda, não logrando mais reconstituir uma participação expressiva nas vendas totais de veículos de passeio. Desempenho muito distante, portanto, daquele alcançado entre os anos 84 e 88. Apesar disso, o consumo de etanol no Brasil pôde continuar sua trajetória ascendente graças ao uso da mistura álcool/gasolina para veículos movidos com este último combustível, associado ao notável aumento das vendas de veículos de passeio em termos absolutos na primeira metade da década de 90 (cf. Gráfico 2).

A produção crescente de etanol no Brasil que teve lugar com a implementação do ProAlcool levou, inevitavelmente, ao aumento da produção da vinhaça, agravando, portanto, o problema do destino do resíduo. Como cada litro de álcool origina cerca de 12 litros de vinhaça, o crescimento da produção deste resíduo foi vertiginoso. O volume de vinhaça gerado anualmente no país pode ser estimado, tendo em vista a produção atual de álcool, em algo em torno de 192 bilhões de litros. (HASSUDA, 1989)

Gráfico 4 - Evolução da produção anual de etanol e da geração de vinhaça pela agroindústria canavieira no Brasil de 1967 a 1997. Médias calculadas em milhares de litros para as safras agrupadas por qüinqüênios.



Fonte: HASSUDA (1989)

Sabendo-se que a produção anual de álcool pela agroindústria canavieira paulista alcança 8 bilhões de litros, o que equivale a 50% da produção nacional de álcool, podemos estimar que o volume total de vinhaça gerada anualmente no Estado de São Paulo deve chegar aos 96 bilhões de litros.

Para que se tenha idéia do impacto ambiental que esse volume de vinhaça engendra, pode-se recorrer a uma comparação entre esse resíduo e o esgoto doméstico. Compara-se o impacto ambiental de um litro de vinhaça ao esgoto doméstico não tratado gerado por 1,43 pessoas. Ou seja, para se produzir, digamos, dez litros de álcool, a poluição gerada é equivalente àquela produzida por aproximadamente 172 pessoas em um dia. (CHEN, 1993). Seguindo esta metodologia de cálculo, estima-se que o impacto ambiental da vinhaça obtida como subproduto da produção anual de álcool no Brasil (para a safra de 1999) equivale ao esgoto doméstico não tratado produzido em um ano por aproximadamente 754 milhões de pessoas.

7. CULTIVO SUSTENTÁVEL DA CANA DE AÇÚCAR PARA PRODUÇÃO DE AGUARDENTE E DERIVADOS E PRODUÇÃO LIMPA

O canavial não é queimado antes da colheita. O bóia-fria recebe correspondentemente mais por tonelada cortada, porque leva mais tempo para cortá-la e limpar as hastes. Haverá maior número de cortadores de cana. O trabalho será menos insalubre - desaparece a cinza e a fuligem no ar. As cidades vizinhas não terão mais o incômodo da fumaça e flocos de cinza. O solo não perdeu os nutrientes que estavam na folha seca.

A folha seca forma linda cobertura morta no solo. Com isto se evita o emprego de herbicidas. Uma diminuição considerável nos custos, eliminação de veneno no ambiente de trabalho e no ambiente natural. A cobertura morta, além de controlar a erva nativa, segura umidade no solo, lentamente se transforma em húmus, promovendo microvida.

O vinhoto (ou restilo) é aplicado sobre esta cobertura morta, não mais sobre o solo nú, causando acidificação e mesmo erosão. Detalhe importante: não mais serão aplicadas quantidades cavalares de vinhoto em parte da lavoura, só para dar sumiço ao mesmo, e nada no resto. O efeito mais importante do vinhoto não é, como gosta de calcular a agroquímica convencional, o aporte de nutrientes minerais, é a ativação da microvida no solo! Assim, cada hectare receberá quantidade de vinhoto correspondente apenas à quantidade de garapa que produziu. O vinhoto acelera a decomposição e humificação da folha seca. Sua gradual incorporação superficial melhora a estrutura física do solo, tornando-o mais grumoso e arejado ao mesmo tempo que lhe dá maior capacidade de retenção de água. Aumenta e diversifica-se a microvida do solo e surgem também organismos maiores, como as minhocas, que fazem um maravilhoso trabalho de fertilização do solo. (CARDOSO, 2001)

Só com esta medida, o fazendeiro economiza consideráveis somas na eliminação de herbicidas e diminuição no emprego de adubos minerais comerciais. Economiza também nos agrotóxicos, pois, num solo mais são, diminui radicalmente a incidência de pragas e enfermidades na cana. A economia nos custos compensa amplamente a melhoria na condição do boia-fria.

Esta situação melhora ainda mais se o vinhoto não for aplicado crú, mas somente após passar por digestão anaeróbica metanogênica, ou seja, após produzir biogás (gás metano). Já temos alguns grandes engenhos que produzem biogás para suas fornalhas. Após digestão metanogênica, o vinhoto se transforma em um biofertilizante líquido de grande valor

biológico - ele contribui não somente e quase instantaneamente para um aumento substancial na fertilidade do solo, mas, ele melhora também a higidez da planta, especialmente quando aplicado sobre a folha. O efeito fitossanitário é muito melhor que o da aplicação do vinhoto crú, sem falar da energia adicional para a usina. Além disso, o vinhoto fermentado pode ser usado em outras culturas como aplicação foliar diluída (2%) para controlar, entre outros, problemas como o da "vassoura de bruxa" no cacau. (CARDOSO, 2001)

O bagaço não queimado na usina será transformado em ração para o gado ou cabritos confinados. Já existem várias experiencias bem sucedidas neste sentido. Não somente o bagaço será utilizado para este fim, mas também as pontas verdes da cana, que hoje se perdem na queima do canavial. Com estas, melhora a qualidade da alimentação do gado, pois recebem suplemento verde.

a produção de carne se tornará atividade importante junto à usina de álcool ou açúcar, uma grande contribuição para a economia do país - melhora quantitativa e qualitativa no suprimento de alimento para a população e melhora no balanço comercial com exportação de carne.

Se o vinhoto, antes de sua aplicação no campo, for utilizado para a produção de biogás, sobrará mais bagaço, o que aumenta as vantagens que isto traz para o balanço energético, financeiro, fitossanitário, social e econômico.

Estas vantagens aumentam ainda mais se o confinamento dos animais for feito de tal forma que possa ser aproveitado o esterco. Este será levado ao biodigestor, junto com o vinhoto ou em operação separada. Em ambos os casos o biofertilizante irá para o campo, economizando fertilizante químico e, pela melhor higidez das plantas, agrotóxicos, que estão entre os insumos mais caros.

Caso o esterco não passar por biodigestor, poderá ser compostado ou ser levado diretamente à lavoura.

Hoje, na maioria dos engenhos que tenho visitado, a cinza do bagaço que sobra nas fornalhas é desperdiçada. No entanto, é nela que estão os nutrientes minerais que estavam no bagaço, com exceção da parte que saiu na fumaça que, se a fornalha for eficiente, será muito pequena. Esta cinza, mesmo quando vitrificada pela alta temperatura, ou seja, se estiver transformada em escória insolúvel, pode e deve ser devolvida à lavoura. Basta para isso moê-la em moinho de martelo. Num solo vivo, rico em húmus e microvida, os nutrientes, mesmo deste tipo de cinza, se tornam rapidamente acessíveis à planta.

De acordo com CARDOSO (2001), uma consideração importante da qual a agronomia moderna costuma esquecer-se no caso da cana: tanto o açúcar quanto o álcool, só contém os elementos carbono (C), oxigênio (O) e hidrogênio (H). Estes elementos a planta retira do ar e da água, não precisam ser devolvidos ao solo em forma de adubo. Os elementos que a planta retira do solo, o fósforo (P), o potássio (K), o cálcio (Ca), o magnésio (Mg) e todos os microelementos estão na cinza, no vinhoto, na folha seca.

As reciclagens acima propostas devolvem estes elementos ao solo. Será mínima a necessidade de adubação química. Bastará uma eventual adubação com fosfatos naturais de produção nacional e baratos. Acima não mencionamos o nitrogênio. Isto porque um solo com microvida intensiva, resultado das práticas acima descritas, tem condições de fixar biologicamente o nitrogênio do qual necessita a cana para um desenvolvimento satisfatório e excelente fitossanidade. O nitrogênio fixado pela microvida é entregue lenta e continuamente à planta, não causa os desequilíbrios metabólicos originados pela aplicação maciça dos adubos nitrogenados sintéticos, uma das principais causas da suscetibilidade da planta às pragas e enfermidades. Caso no replantio, ou seja, nas lavouras novas, for plantado feijão entre as linhas, haverá mais uma melhora com enriquecimento do solo com nitrogênio e melhora de estrutura orgânica, sem falar da renda adicional com o feijão.

Quanto mais intensiva for a reciclagem, maior será a produtividade, será a qualidade, será a fitossanidade - diminuirão os impactos ambientais, aumentará a quantidade e a qualidade do emprego. Um engenho de cana ou açúcar propiciará mais emprego, melhor pago e menos sazonal, o esquema como um todo será permanentemente sustentável, o que não se pode dizer da maioria dos esquemas atuais.

Aumentaremos, assim, a eficiência e economicidade dos plantios existentes, jamais destruiremos o que sobra de bosque, banhados e outros ecossistemas nativos ainda intactos. O álcool poderá tornar-se fator de recuperação natural e social, será subproduto de uma maciça produção de carne.

7.1. Produção Limpa

A expressão *Produção Limpa* foi proposta pela organização ambientalista não-governamental Greenpeace, para representar o sistema de produção industrial que levasse em conta:

- a auto-sustentabilidade de fontes renováveis de matérias-primas

- a redução do consumo de água e energia
- a prevenção da geração de resíduos tóxicos e perigosos na fonte de produção
- a reutilização e reaproveitamento de materiais por reciclagem de maneira atóxica e energia-eficiente (consumo energético eficiente e eficaz)
- a geração de produtos de vida útil longa, seguros e atóxicos, para o homem e o ambiente, cujos restos (inclusive as embalagens), tenham reaproveitamento atóxico e energia-eficiente e
- a reciclagem (na planta industrial ou fora dela) de maneira atóxica e energia-eficiente, como substitutivo para as opções de manejo ambiental representadas por incineração e despejos em aterros.

Diversos princípios e critérios passaram fazer parte do conceito de Produção Limpa e a serem promovidos, em várias partes do mundo, especialmente nos países europeus. Atenção especial vem sendo dada aos *princípios* da *precaução, prevenção, integração, controle democrático, direito de acesso a informações sobre riscos e impactos de produtos e processos* e *responsabilidade continuada do produtor.(* FURTADO & FURTADO, 1997)

O manual do EPA é de 1988, antes do modelo de Produção Limpa (que surgiu no início dos anos 90), e enfatiza a *minimização de resíduos*, baseada em duas perspectivas estratégicas importantes para a Produção Limpa: redução de resíduo na fonte e reciclagem.

O conceito de Produção Limpa também ultrapassa a proposta do Manual da UNEP-UNIDO. As duas agências são as grandes estimuladoras da *Produção Mais Limpa (Cleaner Production)* e seu manual tem o mérito de estimular atitudes voluntárias, de parte das indústrias que estão fora do alcance da legislação ambiental do Governo dos EUA.

As diferenças entre os modelos de *Produção Mais Limpa* e *Produção Limpa* são pequenas. A maior abrangência dos princípios da Produção tornam este modelo mais relevante do ponto de vista ambiental, social e político.

A proposta da UNEP-UNIDO ganhou a adesão de governos de diferentes países, inclusive do Brasil. Todavia, a questão ambiental mostra diferenças notáveis entre o discurso governamental e a prática efetiva.

O mercado, sozinho, não é suficiente para estimular mudanças no empresário.

Estudos de caso, publicados pela UNEP, mostram vantagens econômicas e rápido retorno de investimentos, em diferentes tipos de indústrias.

Não há exemplos de que as indústrias tenham introduzido mudanças no desempenho ambiental sem iniciativas e medidas práticas de estímulo, por parte de agências

governamentais para que as indústrias implantassem medidas efetivas de *redução e minimização* (Produção Mais Limpa) ou de *prevenção* de resíduos perigosos ou tóxicos na planta de produção industrial (Produção Limpa).

Segundo FURTADO & FURTADO (1997), a Empresa interessada em abordar a questão dos resíduos não pode ficar apenas na mudança de discurso e na introdução de terminologia *ecológica* ou *ambientalmente correta* em moda. Deverá fazê-lo de maneira consciente, objetiva e transparente. Ao estabelecer sua política ambiental - a Empresa deverá tomar precauções para evitar a *maquiagem verde* ou o *greenwashing*, a fim de evitar ações civis ou a crítica de consumidores, de organizações ambientalistas não-governamentais e dos próprios concorrentes. Os prejuízos e os danos à imagem e negócios serão inevitáveis.

8. CONCLUSÃO

A utilização dos resíduos da fabricação da cachaça pode levar a resultados satisfatórios dependendo de cada situação específica. Segundo CARDOSO (2001) não existe um projeto pré-concebido que solucione o problema da poluição e da economia no uso de qualquer subproduto na produção de um alambique . cada caso deve ser avaliado de forma independente para que possa se chegar a solução mais adequada e viável ambientalmente e economicamente.

Nós, profissionais da área de Meio Ambiente confiamos e somos otimistas que o setor industrial, que tem demonstrado claramente a substituição de práticas nocivas por tecnologias limpas, minimização de uso de matérias primas não renováveis e uso energético racional,conseguirá cumprir as exigências que lhe são impostas, sem comprometer a sua capacidade de produzir, gerar empregos e contribuir para o bem-estar da coletividade. Além disso, o Brasil é um país que possui uma Legislação ambiental bem elaborada e eficaz se aplicada da forma como prevista. Apesar de ser do conhecimento de todos que algumas destas Leis não são aplicadas como deveriam, tudo leva a crer que estamos caminhando a passos lentos na evolução da qualidade e na proteção da integridade ambiental; porém, estamos caminhando.

Os pequenos e médios produtores devem manter-se legalmente atualizados e adequados às exigências ambientais para que o Sistema funcione. Deve existir a consciência de que a poluição seja em pequena ou larga escala é extremamente prejudicial ao meio ambiente e por sua vez à todas as formas de vida no planeta.

9. REFERÊNCIAS

CARDOSO, Maria das Graças. **Produção de aguardente de cana de açúcar**. Lavras. Ed UFLA, 2001, p 128 - 148.

CORTEZ, L. *et alii.* **Environmental aspects of the alcohol program in Brazil**. 1998 ASAE Annual International Meeting, Orlando, Florida. July 11-16, 1998.

FURTADO, João S. & Furtado, Marcelo de C. 1997. **Produção Limpa**. *In* Gestão de Operações, ed. José Celso Contador & col. p.317-329. Fundação Vanzolini & Editora Edgard Blucher Ltda. São Paulo.

GRAVATÁ, Carlos Eduardo. **Manual de Cachaça Artesanal**. Belo Horizonte, 2002.

HASSUDA, S. **Impactos da infiltração da vinhaça de cana no aquífero de Bauru**. (s.l.): Dissertação de Mestrado IG/USP, 1989.

MMA (Ministério do Meio Ambiente) Site do consultado em 15/03/99 às 17:47: http://www.mma.gov.br. (1999).

OLIVEIRA, Consuelo et al. **Cachaça de alambique- manual de boas práticas ambientais e de produção**. (2005) Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM. Disponível em: http://www.feam.br: Acesso em 20 de Abril de 2005.>

PINTO, Prof. Geraldo Luiz. **Fabricação de Aguardentes.** UFV, Viçosa.

SCHELEDER, E. M. M. **A questão do álcool combustível**. *Seminário sobre a indústria canavieira,* Instituto de Economia, Unicamp, Campinas. Site consultado em 15/03/99, às 16:30: http://www.eco.unicamp.br/pesquisa/frame_inic.html. (1998)

SPERLING, Marcos von. **Introdução a Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. Departamento de Engenharia Sanitária da Universidade Federal de Minas Gerais - DESA/UFMG. Belo Horizonte, 1995.

SZMRECSÁNYI, T. **"Tecnologia e degradação ambiental: o caso da agroindústria canavieira no Estado de São Paulo".** Informações Econômicas, SP, 24(10):73-81. (1994)

WORKSHOP **"Agroindústria Canavieira e o Novo Ambiente Institucional"**, realizado no Instituto de Economia IE / Unicamp em 24/08/1998. Site consultado em 15/03/1999, às 16:30 : http://www.eco.unicamp.br/pesquisa/frame_inic.html. (1998).