

Avaliação de impactos ambientais da implantação simulada de uma usina de álcool em Flórida Paulista/SP

Evaluation of environmental impacts through the simulated implantation of an alcohol factory in Flórida Paulista/SP

Alberto Takeshi Nishida - Antonio Márcio Aléssio

Lucimara Toso - Luis Carlos Persin - Luiz Augusto Favarin

Descendentes de Pós Graduação "Latus Sensu" na FAI - Identificação de Agentes Poidores Avaliação de Impactos Ambientais

Rogério Menezes de Mello

Mestre em Oceanografia Biologia pela Universidade do Rio Grande e docente na FAI

Jodir Pereira da Silva

Doutor em Oceanografia Biologia pela Universidade de São Paulo e docente na FAI

Rogério Buchala

Docente na FAI

Luiz Roberto Almeida Gabriel

Livre Docente em Matemática - Docente do Programa de Pós Graduação em Energia na Agricultura da UNESP - Botucatu

Resumo

O trabalho teve como objetivo elaborar um estudo sobre o processo produtivo e os impactos ambientais de uma destilaria de álcool.

Baseou-se na implantação de uma destilaria com capacidade para produzir 50.000 (cinquenta mil) litros de álcool por dia, totalizando 10.000.000 (dez milhões) de litros de álcool por safra, que corresponde a 200 (duzentos) dias úteis, utilizando uma área de plantio de cana-de-açúcar, de até 1.700 (mil e setecentos) hectares.

O estudo de impactos ambientais abrangeu as atividades agrícolas (uso de defensivos, fertilizantes, correção e preparo do solo, etc) e industriais (resíduos sólidos, líquidos e gasosos, sua destinação e seus efeitos ambientais) na área de influência do empreendimento, considerando as características sócio-econômicas da região, da fauna, da flora e as APP's (Áreas de Preservação Permanente) e

prováveis alterações, buscando-se, enfim, a identificação de todos os possíveis impactos.

Conclui-se com as recomendações quanto às medidas mitigadoras para estes impactos a fim de que a indústria utilize os recursos ambientais de forma sustentável.

Palavras-chave

Impactos ambientais, usina de álcool, cana-de-açúcar, manejo do solo.

Abstract

The present work had as objective elaborates a study on the productive process and the environmental impacts of a distillery of alcohol.

It was based on the implantation of a distillery with capacity to produce 50.000 (fifty thousand) liters of alcohol a day, totaling 10.000.000 (ten million) of liters of alcohol for harvest, that corresponds 200 (two hundred) useful days, using an area of sugar-cane planting, of up to 1.700 (thousand and seven hundred) ha.

The study of environmental impacts analyzed agricultural area (use of defensive, fertilizers, correction and preparation of the soil, etc), the industrial area (solids, liquids and gaseous residues, their destination, as well as, environmental effects), the area of influence of the enterprise, considering the socio-economic characteristics, besides study of the fauna and of the flora, considering APP's (Areas of Permanent Preservation), and probably alterations, looking for, finally, to identify the possible impacts. Concluding the work, they were made recommendations as for the reliever measures for the possible impacts so that the industry uses all of the environmental resources in a maintainable way.

Key words

Environmental impacts, plant of alcohol, sugar-cane, handling of the soil.

Introdução

O Brasil, com uma área canavieira de 5 milhões de hectares, caracteriza-se como o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, perfazendo 30% do mercado internacional de açúcar e gerando 50% do álcool produzido no mundo. Essa cultura tem importância estratégica para o país. No campo ambiental, reduz o consumo de petróleo e o efeito estufa. Gera 1,15 milhões de empregos diretos e indiretos e 600 mil postos de trabalho no estado de São Paulo, representando 8% do PIB agrícola nacional e 35% do PIB agrícola paulista. O agronegócio da cana movimenta 12 bilhões de reais por ano (SILVA, 2001).

No momento, a produção de álcool está aquecida pela expectativa de uma demanda potencial da ordem de bilhões de litros a serem exportados para os Estados Unidos e o Japão. Outro aspecto é o potencial de geração de energia a partir do bagaço da cana-de-açúcar, que equivale à metade da energia gerada pela hidroelétrica de Itaipu (SILVA, 2001).

O álcool tem aplicação crescente como aditivo à gasolina e, seu mercado potencial destaca-se pelas grandes incertezas futuras com relação às reservas e preços do petróleo e em função das demandas

ambientais. Seja como for, o Brasil é o país com maior vantagem competitiva neste produto. Os EUA vêm desenvolvendo tecnologia de produção de etanol a partir de milho, mas com eficiência aquém da desejada se comparada com a cana (WAACK & NEVES, 1998).

Diante do contexto mundial da busca de combustíveis alternativos e considerando a implementação do MDL - Mecanismo de Desenvolvimento Limpo- a produção do álcool a partir da cana-de-açúcar mostra-se uma atividade com grande perspectiva futura, face a aceitação no mercado mundial. No Brasil o programa de incentivo à produção de biodiesel se constitui em mais um fator que aponta para o aumento progressivo da demanda.

Neste cenário, torna-se imprescindível a permanente reflexão sobre os impactos ambientais associados a este segmento agroindustrial, as metodologias de avaliação e as possibilidades para mitigá-los.

Descrição e localização do empreendimento

Este estudo avalia a implantação simulada de uma destiladora de álcool na Fazenda São João (UTM: 22K 480030 - 7618982), Bairro Quebra-Coco, município de Flórida Paulista – SP.

A tabela 1 resume as características do empreendimento e a tabela 2 descreve as estruturas que compõem a planta industrial e suas respectivas funções.

A sede do município de Flórida Paulista se localiza na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do rio do Peixe (UGRHI-21), mas o empreendimento estaria localizado na bacia do Aguapeí (UGRHI-20) (**Figura 1**).

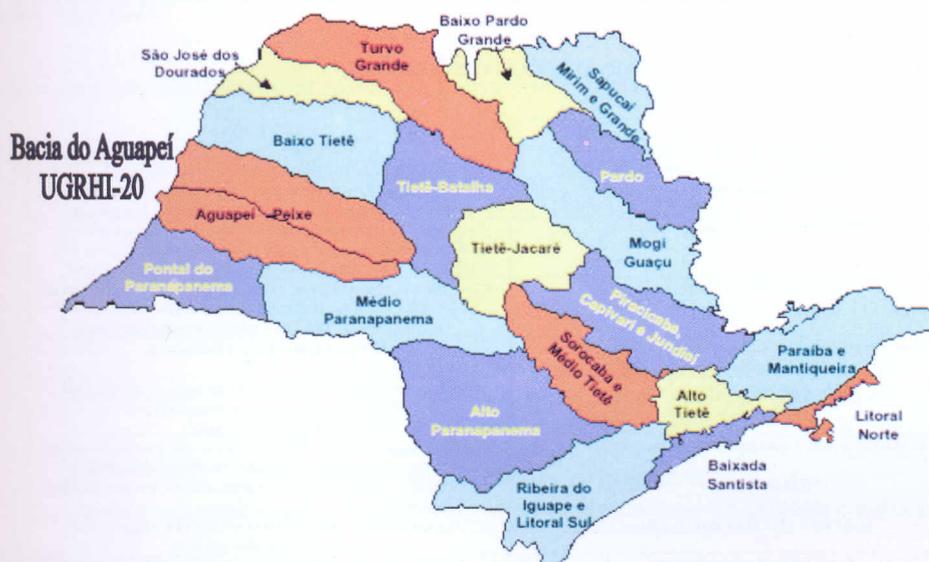


Figura 1: Localização da UGRHI-20 no Estado de São Paulo.

Fonte: CBH-AP- Consórcio do Rio do Peixe; Relatório de Situação dos Recursos Hídricos das Bacias Aguapeí/Peixe, 1997.

A UGRHI-20 engloba 32 municípios (Arco Íris, Álvaro de Carvalho, Clementina, Dracena, Gabriel Monteiro, Garça, Getulina, Guaimbê, Herculândia, Iacri, Julio Mesquita, Lucélia, Luisiana, Monte Castelo, Nova Guataporanga, Nova Independência, Pacaembu, Panorama, Parapuã, Paulicéia, Piacatu, Pompéia, Queiroz, Quintana, Rinópolis, Salmourão, Santa Mercedes, Santópolis do Aguapeí, São João do Pau D'Alho, Tupã, Tupi Paulista e Vera Cruz).

A bacia hidrográfica do Aguapeí tem área de 12.011 km², com uma população de 331.479 habitantes.

Limita-se ao norte com a Bacia do Baixo rio Tietê, a oeste com o estado do Mato Grosso do Sul, tendo como divisa o rio Paraná, a leste seu limite é a Serra dos Agudos e ao sul encontra-se a bacia do Rio do Peixe.

O rio Aguapeí ou Feio nasce a uma altitude de 600 metros, entre as cidades de Gália e Presidente Alves, e recebe o rio Tibiriçá, com nascentes a uma altitude de 480 metros, junto à cidade de Garça. O Aguapeí possui extensão aproximada de 420 km até sua foz no rio Paraná, a uma altitude de 260 metros, entre o Porto Labirinto e o Porto Independência. (Relatório Zero - CBH-AP, 1997). O principal curso de água próximo à Usina de Álcool seria o Córrego Mandaguari (Classe II), que deságua no ribeirão Santa Maria, afluente da margem esquerda do rio Aguapeí.

Tabela 1: As características do empreendimento

Características	Valores previstos
Moagem de cana (t/safra)	140.000
Moagem diária (t/dia)	650
Dias de safra	200
Produção de álcool (litros/safra)	10.000.000
Área do o parque industrial (m ²)	20.000
Área industrial construída coberta (m ²)	3.000
Área industrial atividade ao ar livre (m ²)	17.000
Área cana (própria)- ha	240
Área cana (fornecedores) (ha)	960
Área de cana (total) (ha)	1.200
Número de funcionários	250
Período de funcionamento na safra	24 horas/dia
Período de funcionamento na entressafra	8 horas/dia
Período da safra	Maio a Novembro

Tabela 2: As estruturas da destilaria e suas respectivas funções.

ESTRUTURA	FUNÇÃO
Balança de pesagem de matéria-prima	Controle de entrada.
Depósito de cana-de-açúcar	Depósito de curto prazo.
Moenda	Picar e mor a cana, através de moendas a vapor, separando o caldo do bagaço.
Tratamento do caldo	Aquecimento, decantação, filtração, calagem, evaporação (concentração do açúcar do caldo).
Caldeiras a vapor	Geração de vapor usado no acionamento das turbinas de preparo da cana e na moagem e na geração de energia.
Laboratório de controle químico e bioquímico	Controle de produtos.
Casa de força	Geração de energia elétrica através de turbinas a vapor e geradores e distribuição.
Estação de tratamento de água	Tratamento da água para as caldeiras e para o processo de fermentação.
Destilaria	Destila o vinho, produto da fermentação do caldo.
Caixas de decantação	Acumular as impurezas da água de lavagem da cana.
Caixas de vinhaça	Acumular o efluente da destilação do álcool para posterior utilização na fertirrigação por canais e moto-bombas.
Tanques de álcool	Armazenamento do álcool
Hilos mecânicos	Fermentação.
Sprays	Resfriamento das águas condensadas, dornas e colunas barométricas.

Diagnóstico ambiental nas áreas de influência

Iniciou-se pelo reconhecimento dos contextos regional e local em que o empreendimento se insere, para que pudessem ser identificados os diferentes níveis de influência.

Ao nível mais abrangente, ou regional, tem-se a chamada Área de Influência Indireta (AII), que, considerando os aspectos físicos e bióticos, constitui-se na região do baixo Aguapeí (UGRHI 20), mas em

relação ao meio antrópico e aos aspectos socioeconômicos corresponde ao conjunto dos municípios limítrofes à cidade de Flórida Paulista (que se acha na UGRHI 20 e 21): Valparaíso e Lavínia (na UGRHI 21) ao norte, Adamantina e Mariápolis (na UGRHI 21) à leste, Presidente Prudente e Flora Rica (na UGRHI 21) ao sul e Pacaembu (UGRHI 20) à oeste, com área total de 700 km².

A AII circunscreve uma Área de Influência Direta (AID), que é definida como aquela que sofre os efeitos diretos decorrentes da existência e da operação da destilaria, estimada em 380 km².

Por último, a Área Diretamente Afetada pelo empreendimento (ADA) compreende os locais com intervenções diretas, onde efetivamente seriam executadas as obras de instalação da destilaria e os plantios de cana (**Tabela 3**).

Tabela 3: Comparativo da AII, AID e ADA do empreendimento.

ÁREAS	VALORES
3.1 - Área de Influência Indireta - AII	700 km ²
3.2 - Área de Influência Direta - AID	380 km ²
3.3- Área Diretamente Afetada - ADA	1736 ha
3.3.1 - Área industrial da Destilaria	36 ha
3.3.2 - Área da lavoura de cana	1700 ha

Na Área de Influência Direta não há APAs, ARIEs, Parques, Reservas Ecológicas, ou quaisquer outras unidades de preservação.

a Bacia do Aguapeí

Na Tabela 4, as principais características da bacia do rio Aguapeí.

Tabela 4: Características da bacia do Aguapeí.

Item	Características
População	Urbana: 278.730 Rural: 52.749 Total: 331.479
Área de drenagem	12.011 km ²
Usos do solo	Atividades urbanas, industriais, agropecuárias, tendo como principais culturas o café, a soja, o milho, o trigo, o arroz, o amendoim e a cana-de-açúcar.
Usos da água	Abastecimento público e industrial; Recepção de efluentes domésticos e industriais e Irrigação de plantações.
Atividades industriais	Indústrias alimentícias, engenhos, usinas de álcool e curtumes.

Fonte: Relatório de Situação dos Recursos Hídricos das Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe- CBH-AP/ Consórcio do Rio do Peixe, 1997.

Clima

Na área da bacia hidrográfica do baixo Aguapeí, na classificação de Köeppen, predomina o tipo climático Cwa (Quente Úmido com Inverno Seco), com verão quente e inverno não muito frio (Subtro-pical).

A temperatura média da região encontra-se acima de 22 °C, apresentando no inverno valores médios abaixo de 18 °C e precipitação média mensal abaixo de 25 mm.

A área de influência direta do empreendimento apresenta precipitação anual próxima a 1.200 mm, sendo o mês mais chuvoso, janeiro, com precipitação média de 200 mm e o mais seco, julho, com

precipitação média de 25 mm.

Os ventos predominantes provêm da região sul do país, que está em zona de transição climática onde a circulação atmosférica é controlada pela dinâmica das massas tropicais, setentrionais e meridionais. As condições atmosféricas locais mais importantes para a dispersão dos poluentes são:

- Direção do vento predominante - Sudeste / Nordeste
- Vento secundário na safra (em junho) - Nordeste / Sudeste
- Velocidade média - 1,5 m/s

Recursos hídricos

O Córrego Mandaguari nasce no município de Flórida Paulista, na Fazenda Três Unidos, desaguardo no Ribeirão Santa Maria, que deságua no Aguapeí.

A água do Córrego Mandaguari apresenta boa qualidade já que não existem despejos de efluentes domésticos nem industriais.

A ocorrência das águas subterrâneas na UGRHI-20 é condicionada pela presença de três unidades aquíferas, a saber: Sistema Aquífero Bauru, Aquífero Serra Geral e Aquífero Botucatu. As unidades aquíferas aflorantes constituem grandes reservatórios naturais de água subterrânea e começaram a ser mais intensamente explorados nesta região para o suprimento de água em áreas urbanas e rurais a partir da década de 80.

Qualidade do ar

Não há dados disponíveis sobre a qualidade do ar na região, pois a CETESB não possui rede de monitoramento no interior do Estado de São Paulo, concentrando suas avaliações nos grandes centros urbanos. No entanto, é comum a observação, nas épocas de queimada para a colheita da cana-de-açúcar, da fuligem nos imóveis, nas áreas urbanas.

Geologia

A área situa-se dentro dos domínios dos sedimentos cretáceos do Grupo Bauru, em particular da Formação Adamantina (Ka). Esta formação abrange um conjunto de fácies cuja principal característica é a presença de bancos de arenito de granulação fina a muito fina, de cor rósea a castanho, com estratificação cruzada de espessura variando de 2 a 20 metros, alternados com bancos de lamitos, siltitos e arenitos lamíticos, de cor castanho avermelhado a cinza castanho, maciços ou com acamamento plano-paralelo grosseiro.

Nesta região, a formação Adamantina decorre de uma deposição cretácea em ambiente fluvial meandrante psamítico com transição para anastomosado. Os arenitos são de granulação fina predominantemente e apresentam certa variação na cimentação com conteúdos variáveis de carbonatos como cimentantes. Micas e feldspatos são comuns sem, no entanto chegarem a constituir arcósios ou arenitos arcósios. A destilaria estaria geomorfologicamente nos domínios do Planalto Centro Ocidental Paulista, especificamente na subdivisão Planalto Centro Ocidental, com colinas amplas e baixas, de declividade oscilando entre 5 e 20%, com formas de dissecação média a alta com vales entalhados e densidade de drenagem de média a alta. Estas áreas estão sujeitas à forte atividade erosiva.

São dominantes nestas áreas os Argissolos de textura média a arenoso-média ou médio-argilosa com menor participação dos Argissolos de textura arenoso-média. A erosão hídrica é causada por fatores

naturais como erosividade da chuva, erodibilidade do solo, topografia do terreno e por fatores antrópicos como uso e manejo do solo. No entorno da área de implantação e nas áreas de cultivo da cana os solos são, em geral, muito susceptíveis à erosão por tratar-se de argissolos derivados do arenito e com gradiente textural pronunciado (PV1, PV4) ou com mudança abrupta de textura (PV2, PV5). Nas áreas de menor declividade e ocorrência de solos com baixo gradiente textural (PV6, PV3) ou sem gradiente (Latossolos) a susceptibilidade à erosão é amenizada.

Aspectos bióticos

Flora e a fauna

As espécies vegetais identificadas na área do empreendimento encontram-se relacionadas na Tabela 5.

Tabela 5: Relação de espécies vegetais identificadas na área do empreendimento.

Nome Comum	Nome Científico
Alecrim	<i>Holocalyx balansae</i>
Angico Branco	<i>Anadenanthera colubrina</i>
Angico da Mata	<i>Parapiptadenia rigida</i>
Canafístula	<i>Peltophorum dubium</i>
Canelão Amarelo	<i>Ocotea velutina</i>
Canelinha	<i>Necandra megapotamica</i>
Cedro	<i>Cedrela fissilis</i>
Embaúba	<i>Cecropia sp</i>
Espeteiro	<i>Casearia gossypiosperma</i>
Espinheira Santa	<i>Maytenus ilicifolia</i>
Figueira Branca	<i>Ficus guaranitica</i>
Guariroba	<i>Syagrus oleracea</i>
Ingá	<i>Inga sp</i>
Ipê Felpudo	<i>Zeyheria tuberculosa</i>
Jerivá	<i>Syagrus romanzoffiana</i>
Leiteira	<i>Peschiera fuchsiaefolia</i>
Macaúba	<i>Acrocomia aculeata</i>
Monjoleiro	<i>Acacia polyphylla</i>
Paineira	<i>Chorisia speciosa</i>
Pau d'Alho	<i>Gallesia integrifolia</i>
Pau de Espeto	<i>Casearia gossypiosperma</i>
Pau de Viola	<i>Cytharexylum myrianthum</i>
Peroba Rosa	<i>Aspidosperma polyneuron</i>
Taiúva	<i>Maclura tinctoria</i>
Unha de Vaca	<i>Bauhinia forficata</i>

As matas ciliares, na área de influência direta do empreendimento (AID), ocorrem esporadicamente e ainda em faixas mais estreitas que o exigido pelo código florestal, apresentando vegetação ciliar degradada composta por arbustos ou árvores de pequeno porte.

As APP's (Áreas de Preservação Permanentes), apesar de respeitadas, não se desenvolvendo atividades agrícolas, têm sido usadas para a pecuária bovina, fato que contribui para a degradação da vegetação, impossibilitando sua regeneração natural.

A fauna terrestre já foi abundante e variada, mas com a erradicação da vegetação para a implantação da agricultura, houve drástica redução da biodiversidade. As espécies que eram as mais encontradas na região: onça pintada (*Panthera onça*), lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), anta (*Tapirus terrestris*), tatu galinha (*Dasytus novemcinctus*), tatu peba (*Euphractus sexcinctus*), capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris*), cutia (*Dasyprocta agouti*), etc.

Na fauna aquática, os peixes mais comuns são o pacu, pintado, dourado, tucunaré, carpas, cascudo, bagres, traíras, lambaris, mandi-guaçus, piau e corimba.

- Decreto Estadual nº 28.895 de 20/09/88: permite a queimada para colheita da cana-de-açúcar.
- Decreto Estadual nº 42.055 de 06/08/99: estabelece que as queimadas devam ser evitadas, sendo toleradas somente com autorização da Secretaria da Agricultura e Abastecimento. Estabelece um cronograma para eliminação do uso do fogo para despalha e colheita da cana-de-açúcar, com proibição desta prática após o período estabelecido. Limita os locais e situações onde não se admite a queima independente de qualquer outra variável.
- Lei Estadual nº 10.547, de 02 de março de 1998 que define procedimentos, proibições, estabelece regras de execução e medidas de precaução a serem obedecidas quando do emprego do fogo em práticas agrícolas, pastoris e florestais.
- Decreto Estadual nº 45.869, de 22 de junho de 2001 que regulamenta a Lei Estadual nº 10.547, no que concerne à queima da palha da cana-de-açúcar.
- Lei Estadual nº 9.989 de 22/05/98: torna obrigatória a recomposição florestal nas áreas de matas ciliares num período de 5 anos, com previsão de multas e perdas de incentivos.
- Lei Federal nº 4.771 de 15 de setembro de 1965: estabelece áreas de Preservação Permanente (APPs) e que áreas com declividade igual ou superior a 45% são consideradas de preservação permanente, devendo as áreas cultivadas situar-se em terrenos com declividade inferior a 45%; trata-se do Código Florestal Brasileiro que reconhece como bens de interesse comum a todos os cidadãos as florestas e demais formas de vegetação existentes no território nacional.
- Portaria do Ministério do Interior nº 323 de 29/11/78: proíbe o lançamento direto ou indireto do vinhoto em qualquer coleção hídrica, pelas destilarias de álcool, a partir da safra 79/80.
- Portaria do Ministério do Interior nº 158 de 03/11/80: amplia a proibição de lançamento de vinhoto da portaria 323 para usinas e destilarias de aguardente e também para os demais despejos.
- Lei Federal nº 7.803 de 18 de julho de 1989 altera redação da lei 4.771 de 15/09/65.
- Lei Federal nº 8.171 de 17 de janeiro de 1991: Dispõe sobre a política agrícola e estabelece a recomposição de 1/30 por ano da área de reserva legal da propriedade (20% da área de cada propriedade). Estabelece como responsabilidade do proprietário a conservação do solo e o combate à erosão, bem como a preservação da cobertura vegetal natural remanescente.
- Decreto Federal nº 2.661 de 08/07/98: normaliza as precauções referentes ao emprego do fogo em atividades agrícolas e florestais estabelecendo um cronograma para eliminação da queima em áreas mecanizáveis, e exige um plano para queima autorizada.
- Resolução CONAMA nº. 20/86 dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas em todo o território nacional, bem como determina os padrões de lançamento.
- Lei nº 9605 de 12/02/98: dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.
- Resolução CONAMA nº 03/90: Estabelece os padrões primários e secundários de qualidade do ar.
- Resolução CONAMA 01/90: Estabelece normas a serem obedecidas, no interesse da saúde, no tocante à emissão de ruídos em decorrência de qualquer atividade. As medições deverão ser efetuadas de acordo com a norma NBR 10.151, da ABNT.

Síntese do Processo Produtivo

Viveiros de mudas

O plantio de viveiro segue um cronograma para obtenção da quantidade de mudas necessárias para utilização nos plantios comerciais. Planta-se o viveiro 10 meses antes da data prevista para a utilização das mudas, em épocas favoráveis para boa brotação e desenvolvimento.

Para o plantio de cana de ano, os viveiros são plantados em outubro e novembro do ano anterior. Para o plantio de cana de ano e meio, são plantados em fevereiro e março do ano anterior.

Escolha das variedades

A proporção relativa das diferentes variedades no viveiro é em função da área a ser plantada. As variedades são escolhidas por suas características agro-industriais compatíveis: alta produtividade, riqueza em açúcar, resistência às pragas e doenças, não florescer, resistência ao tombamento, boa brotação de soqueira, boa despalha, longo período útil de industrialização (PUI), pouca exigência em relação aos solos e tolerância a condições de seca.

Escolha e preparo do local

O local para a instalação dos viveiros deve apresentar bom nível de fertilidade e fácil acesso. No plantio das mudas utiliza-se adubação química.

Duração dos viveiros

A duração de um viveiro de mudas normalmente é de um corte, mas dependendo dos cuidados fitossanitários executados durante a fase de campo (“roguing”) pode-se obter um segundo corte.

Cuidados gerais

· Desinfecção dos instrumentos

A prática de assepsia de facões (podões) utilizados no corte de cana previne a disseminação das bactérias sistêmicas, da escaldadura e do raquitismo. As bactérias podem persistir por até uma semana nas lâminas dos facões de corte deixados à sombra.

A desinfecção dos facões utilizados no corte de mudas é feita antes e durante a colheita com álcool, formol, lisol, cresol ou fogo. A desinfecção comumente utilizada é através de imersão do instrumento numa solução de creolina a 10% durante meia hora, antes do início da colheita das mudas e do corte das mesmas.

O fogo é o mais eficiente meio de assepsia, porém perigoso no manuseio, pois pode provocar incêndio nas lavouras, máquinas e implementos.

“Rouging”

O trabalho de inspeção por pessoas treinadas para reconhecer e eliminar as plantas doentes tem a

finalidade da erradicação de toda touceira que exiba sintoma patológico ou características diferentes da variedade em cultivo. Esta operação é feita mecanicamente com enxadões, arrancando-se totalmente as touceiras doentes.

A frequência do *Roguing* deve ser mensal até a época da multiplicação, garantindo um alto nível de sanidade nos viveiros para que as mudas tenham a qualidade desejada, e evitando a mistura de variedades.

A despalha manual das mudas é outra recomendação agrônômica, e consiste em menor densidade das mudas dentro do sulco e maior parcelamento do fertilizante nitrogenado.

Os viveiros são instalados de 10 a 12 meses antes da data prevista para a utilização das mudas. Para o plantio de mudas tratadas termicamente o planejamento com dois anos de antecedência permite que as mesmas sejam multiplicadas nas quantidades desejadas.

Doenças sistêmicas

As doenças sistêmicas que se apresentam com maior frequência nos viveiros são:

· Carvão

A doença é causada pelo fungo *Ustilago scitaminea*, com sua dispersão através das correntes aéreas, solo contaminado e plantio de mudas contaminadas. O sinal típico de carvão é a emissão de chicotes que inicialmente apresentam cores prateadas, passando a cor preta, devido à maturação dos esporos neles contidos. O carvão provoca o definhamento da cana-de-açúcar, com internódios finos e curtos, à semelhança do capim. Os rendimentos agrícola e industrial são severamente afetados. Esta doença pode ser controlada por:

- a) Substituição por variedades de maior resistência;
- b) Tratamento térmico em água a 52° C por 30 minutos;
- c) *Roguing*;
- d) Plantio das mudas sadias;
- e) Proteção química das mudas através do uso de fungicida à base de Triadimefon 25g/100 litros de água do ingrediente ativo em banho de imersão durante dez minutos ou pulverização no fundo do sulco de plantio com 500g do ingrediente ativo por hectare.
- e) Isolamento de canaviais com alta infestação;
- f) Eliminação de focos de carvão.

· Mosaico

O mosaico é uma doença causada por vírus e se caracteriza pelo aparecimento de manchas de coloração amarelada ou verde-pálida, alternadas com manchas de cor verde normal, nas folhas mais jovens do “cartucho” foliar. A disseminação do mosaico se processa por pulgões e também pelo uso de material vegetativo proveniente de plantas doentes para o plantio da cana. O controle das ervas inva-

soras também é importante nos viveiros, pois são hospedeiras do mosaico e dos pulgões.

· Escaldadura

A escaldadura das folhas é causada por uma bactéria, a *Xanthomonas albilineans*. As condições que favorecem a ocorrência desta doença são aquelas que prejudicam o crescimento normal das plantas, principalmente excesso ou falta d'água. A disseminação ocorre por meio das ferramentas de corte e outras que provoquem ferimentos nas plantas e das mudas provenientes de plantas doentes. Assim como o mosaico, a escaldadura não é controlada pelo tratamento térmico.

O *roguing* e a desinfecção de ferramentas utilizadas nos viveiros são operações indispensáveis para evitar sua propagação.

Operações Agrícolas na Lavoura de Cana-de-açúcar

Preparo do solo

São operações que visam o manejo do solo para uma instalação adequada do canavial.

No preparo do solo são consideradas duas situações distintas: cana implantada pela primeira vez e terreno já ocupado com cana.

No primeiro caso faz-se uma aração profunda com bastante antecedência ao plantio visando o revolvimento do solo, a destruição, incorporação e decomposição dos restos culturais existentes, seguidas de gradagem para destruir soqueiras e restos vegetais remanescentes, incorporá-los ao solo, nivelar a superfície do solo e corrigir as irregularidades do terreno. Em solos argilosos é normal a existência de uma camada impermeável, detectada através de trincheiras abertas no perfil do solo ou pelo penetrômetro. Constatada a compactação do solo provocada pela moto-mecanização das lavouras e visando aumentar a infiltração de água principalmente nas bases dos terraços, é realizada a operação de subsolagem, a qual é efetuada somente quando a camada compactada se localizar a uma profundidade entre 20 e 50 cm da superfície e com o solo seco.

Nas vésperas do plantio, faz-se nova gradagem, para acabar o preparo do terreno e eliminação de plantas invasoras. Na segunda situação, onde a cultura da cana já se encontra instalada, o primeiro passo é a destruição da soqueira, realizada logo após a colheita.

A operação pode ser feita por meio de aração rasa (15-20 cm) nas linhas de cana, seguidas de gradagem, utilizando-se grades com 20 discos de 30" a 32" de diâmetro. Se confirmada a compactação do solo, a subsolagem torna-se necessária.

Aplicação de calcário

A calagem tem por finalidade a correção da acidez do solo e fornecimento dos nutrientes cálcio e magnésio, além de elevar a saturação de bases a 60%. A quantidade de calcário a ser aplicada por área (t/ha) é determinada de acordo com o resultado da análise química do solo realizada previamente. Se o teor de magnésio for baixo, dá-se preferência ao calcário dolomítico.

O calcário deve ser aplicado o mais uniforme possível sobre o solo. A época mais indicada para a

aplicação do calcário é de 90 dias antes do plantio. Dentro deste período, quanto mais cedo executada maior será sua eficiência. A necessidade de calagem é dada pela fórmula:

$$NC = \frac{(V1 - V2) \times CTC}{PRNT}$$

Onde: NC = Necessidade de Calcário (t/ha)

V2 = Saturação em bases desejadas (%)

V1 = Saturação em bases atual (%)

CTC = carga total de cátions.

PRNT = Poder Real de Neutralização Total do Calcário (%).

Gradagem semipesada ou intermediária

A primeira gradagem, para erradicar a soqueira de cana, restos culturais e plantas daninhas.

Gradagem pesada

A segunda gradagem, para incorporar o calcário e eliminar os restos culturais remanescentes.

Subsolagem

A operação é realizada visando a eliminação da camada compactada do solo, relacionada ao tráfego de máquinas e veículos durante a colheita.

Terraceamento

Os terraços são construídos com o objetivo de interceptar o escoamento das águas superficiais, evitando-se as erosões dos solos. O tipo embutido ou de base larga permite o plantio sobre os mesmos.

O terraceamento é feito com o uso de máquinas de lâmina (em terrenos acima de 15% de declividade) executando-se barreiras contínuas ao longo das curvas de nível do terreno ou com trator de pneu com terraceador (em terrenos com declividades inferiores a 15%).

Gradagem leve

Além da gradagem pesada realiza-se uma ou duas gradagens leves visando o nivelamento e o acabamento do terreno nas áreas a serem plantadas. Podem-se utilizar grades semi-aradoras com 32 discos de 20 polegadas de diâmetro, tracionados por tratores de 150 HP.

Plantio de cana

As duas épocas de plantio são de setembro a outubro e de janeiro a março. Em setembro-outubro

planta-se a cana de 12 meses (*cana de ano*). Não sendo a época mais recomendada, este plantio é indicado em casos de necessidade urgente de matéria-prima, quer por recente instalação ou ampliação do setor industrial, quer por comprometimento de safra devido à ocorrência de adversidade climática. Os plantios efetuados nessa época propiciam menor produtividade agrícola e expõem a lavoura à maior incidência de ervas daninhas, pragas, assoreamento dos sulcos e retardam a próxima colheita.

O plantio da cana de ano e meio é feito de janeiro a março, sendo o mais recomendado tecnicamente. Não apresenta os inconvenientes da outra época e permite um melhor aproveitamento do terreno com o plantio de outras culturas. Em regiões quentes, como o oeste do Estado de São Paulo, essa época pode ser estendida para os meses subseqüentes, desde que haja umidade suficiente. As mudas devem proceder de viveiros idôneos, para a garantia de canavial com plantas sadias. As operações envolvidas no plantio são identificadas a seguir.

Sulcação / adubação

As operações são simultâneas, realizadas em nível no caso da cana queimada e, em linha reta no caso de cana crua, com implemento sulcador-adubador com bico “beija-flor” de duas ou três linhas para facilitar a operação e homogeneizar os espaçamentos entre sulcos, em 1,40 m, com profundidade de 20 a 25 cm e a largura definida pela abertura das asas do sulcador num ângulo de 45°. Os adubos são aplicados no fundo do sulco de plantio, após a sua abertura, ou por meio de adubadeiras conjugadas aos sulcadores. A fórmula depende das análises de solo, em geral, 05-25-25 à base de 1.000 kg/alqueire, com trator com potência superior a 120 HP.

Aplicação de torta de filtro

Na fabricação de álcool para cada 1 tonelada de cana se obtém 35 kg de torta de filtro.

O produto é predominantemente orgânico, rico em fósforo e cálcio, utilizado nas áreas para produção de cana em área total (80 – 100 t/ha), em pré-plantio, nos sulcos (10 – 20 t/ha) ou nas entrelinhas (40 – 50 t/ha), antecedendo o trato cultural das soqueiras, com excelentes reflexos na elevação da produtividade.

O vinhoto e a torta de filtro, pelos efeitos positivos na produtividade da cana, pelo valor fertilizante que possuem, são hoje considerados mais como subprodutos do que como resíduos.

Retirada de cana muda dos viveiros

A retirada é efetuada através de corte manual utilizando-se facões com desinfecção prévia e periódica das lâminas para controle da doença conhecida como “raquitismo das soqueiras”, com o uso de caminhão *truke* com carroceria canavieira, e o carregamento com carregadeira.

Distribuição das mudas

A distribuição se dá enquanto o caminhão percorre as banquetas, para 4 ou 5 sulcos de cada lado, garantindo-se um número médio de 12 gemas de cana por metro linear.

Após a distribuição nos sulcos, as mudas são manualmente seccionadas. Os facões são periodicamente desinfetados para evitar-se a transmissão de doenças.

Os colmos com idade de 10-12 meses são colocados no fundo do sulco, sempre cruzando a ponta do colmo anterior com o pé do seguinte e picados em toletes de aproximadamente três gemas.

A densidade de plantio é de 12 gemas por metro linear de sulco, que, dependendo da variedade e do seu desenvolvimento vegetativo, corresponde a um gasto de 7-10 toneladas por hectare. Os toletes deverão ser cobertos com uma camada de terra de 7 cm, a ser ligeiramente compactada.

Tratos culturais do canavial

Os tratos culturais na cana-planta limitam-se apenas ao controle das plantas invasoras, adubação em cobertura e adoção de uma vigilância fitossanitária. Já nas soqueiras exigem enleiramento do palhicho, permeabilização do solo, controle de plantas daninhas, adubação e vigilância sanitária.

Controle de plantas invasoras

O período crítico da cultura, quanto à ocorrência de plantas invasoras, vai da emergência aos 90 dias de idade. O controle mais eficiente nesse período é o químico, com a aplicação de herbicidas em pré-emergência logo após o plantio em área total.

Entre os diversos princípios ativos utilizados em pré-emergência destacam-se: diuron, hexazinone, ametryne, tebuthiuron, os quais exigem boa umidade no solo para que possam ser aplicados, por via terrestre, com pulverizadores ou com pulverizadores costais (no caso do glifosato).

As dosagens variam dependendo da intensidade de infestação das plantas invasoras, tipo de solo, umidade, estágio da cultura e época da aplicação e o efeito residual dos herbicidas varia em média de 60 a 90 dias.

Os operadores devem utilizar roupas especiais em tecido hidro-repelente para aplicação dos herbicidas, além das luvas de PVC, máscaras faciais e protetores auditivos.

A aplicação com pulverizador costal é realizada onde não é possível a aplicação tratorizada com eficiência como no caso do capim-colonião. Os funcionários devem utilizar roupas especiais com tecido hidro-repelente, luvas de PVC, máscara respiratória, botas de borracha e óculos de proteção. No preparo da calda, os produtos são diluídos dentro do tanque de "calda pronta" e os abastecimentos das bombas costais devem ser feitos com registros de engate rápido para maior segurança dos funcionários.

Cultivo mecânico

As adubadeiras realizam, simultaneamente, as operações de escarificação, adubação, cultivo e preparo do terreno para receber a carpa química, o que exige tratores de 90 HP.

O cultivo é realizado com cultivador "tríplice" de duas linhas, tracionados por tratores de pneus.

Controle de pragas

As espécies de pragas que causam prejuízo significativo para a cultura da cana de açúcar:

Formigas

Os insetos sociais da ordem Hymenoptera, família Formicidae vivem em colônias (formigueiros) subterrâneas, cortam as folhas das plantas para servirem de substrato aos fungos que cultivam e servem como seu alimento.

Os prejuízos se dão pela desfolha contínua das culturas. O controle faz-se com iscas formicidas colocadas em volta do formigueiro para que sejam carregadas para o seu interior.

Broca da cana-de-açúcar

A *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera, Pyralidae), a principal praga da cana no centro sul brasileiro de importância econômica e social, é um inseto que apresenta desenvolvimento holometabólico.

Os ovos são depositados nas folhas verdes da cana, tanto na face superior como na inferior do limbo foliar, ovais e achatados, de coloração amarelo-pálido a rósea até chegar a marrom escura. A duração dessa fase varia de uma a duas semanas.

Após a eclosão, as lagartas migram para a região do cartucho da planta a procura de abrigo, fazendo perfurações próximas à base do entrenó e uma vez tendo penetrado, passa a fase larval ali protegida, sofrendo diversas ecdises. A duração dessa fase é próxima de 40 dias.

A lagarta possui coloração branco-leitosa, cápsula linfática marrom escura com pequenas manchas de cor marrom claro, três pares de pernas traseiras, quatro pares de falsas pernas abdominais e um par de falsas pernas anais. Antes da pupação a lagarta abre um orifício na casca da cana e o fecha com fios de seda e, assim protegida, passa para a fase de pupa, de coloração inicial marrom claro, sendo sua duração de dez dias, quando emerge o adulto, cuja vida média é de cinco dias.

A infestação ocorre durante todo o desenvolvimento da cana. Nas canas jovens, que não apresentam entrenós formados, a infestação é menor, e aumenta com o crescimento da planta, principalmente nos períodos de agosto a abril.

Na fase larval, as plantas sofrem danos diretos decorrentes da alimentação do inseto, como perda de peso pela abertura das galerias, morte da gema apical, encurtamento dos entrenós, quebra da cana, enraizamento aéreo e germinação das gemas laterais e ainda danos indiretos causados por fungos (*Fusarium moniliforme* ou *Colletotricum falcatum*) que invadem os entrenós através de orifícios abertos na casca pela lagarta e causam a inversão da sacarose, que desta forma não se cristaliza no processo de industrialização do açúcar, ou concorrem com as leveduras na fermentação do álcool. São medidas culturais de controle o uso de variedade resistente e o corte da cana o mais próximo possível do solo. O controle químico é ineficaz por estar a lagarta protegida dentro do colmo da cana.

Adubação

· Aplicação da vinhaça.

A vinhaça é predominantemente orgânica, rica em potássio e pobre em fósforo e seu lançamento em corpos d'água é proibido. A totalidade dos resíduos gerados deve ser retornada à plantação na forma de fertiirrigação. Dependendo da fertilidade do solo, aplica-se com veículos-tanque (60 – 120 m³/ha) ou por irrigação-aspersão (150 – 250 m³/ha), contribuindo para o aumento da produtividade e

longevidade dos canaviais.

Considerando a produção prevista, por safra, de 10 milhões de litros de álcool, fazem-se necessários pelo menos 750 hectares de área agrícola próxima à indústria para serem fertiirrigados, condição esta satisfeita, uma vez que, a localização do empreendimento numa área com a maior altitude na micro-região possibilita a distribuição por gravidade até reservatórios para redistribuição via irrigação – aspersão.

Os canais de escoamento do vinhoto até os reservatórios, bem como estes, devem ser impermeabilizados com manta plástica evitando-se, assim, a percolação do resíduo em alta concentração, potencial poluidor de águas subterrâneas.

A Tabela 6 apresenta a composição química da vinhaça.

Tabela 6: Composição química da vinhaça para fins de adubação.

ELEMENTO	UNIDADE	MOSTO		
		MELAÇO	MISTO	CALDO
pH		4,2 - 4,4	3,6 - 4,4	3,5 - 3,7
Nitrogênio (N)	Kg/m ³	0,57 - 0,79	0,33 - 0,48	0,25 - 0,35
Fósforo (P ₂ O ₅)	Kg/m ³	0,10 - 0,34	0,09 - 0,61	0,09 - 0,49
Potássio (K ₂ O)	Kg/m ³	3,95 - 7,59	2,18 - 3,34	1,15 - 1,94
Cálcio (CaO)	Kg/m ³	1,85 - 2,41	0,57 - 1,46	0,13 - 0,76
Magnésio (MgO)	Kg/m ³	0,84 - 1,40	0,33 - 0,58	0,21 - 0,41
Sulfato (SO ₄ ⁻²)	Kg/m ³	1,05	1,60	2,03
Matéria Orgânica	Kg/m ³	37,3 - 56,9	19,1 - 45,1	15,3 - 34,7
Ferro (Fe)	ppm	52 - 120	47 - 130	45 - 110
Cobre (Cu)	ppm	3 - 9	2 - 57	1 - 18
Zinco (Zn)	ppm	3 - 4	3 - 50	2 - 3
Manganês (Mn)	ppm	6 - 11	5 - 6	5 - 10

Fonte: Orlando Filho & Leme (1984).

Adubação química

A recomendação da adubação NPK para a cultura da cana-de-açúcar deve ser feita com base na interpretação dos resultados de análises dos solos, que determinam as quantidades de nutrientes a serem aplicadas e seguindo as recomendações técnicas. Em geral, utiliza-se fórmula 05-25-25 no plantio e 18-00-36 na soqueira, na base de 1.000 kg/alqueire.

As matérias primas (adubos simples) mais utilizadas nas formulações NPK são:

· Nitrogenados

Amônia anidra

A amônia anidra é transformada em aquamônia pela hidratação do gás amônia.

Uran

É o resultado da dissolução do nitrato de amônia (30 a 34% de N) e uréia (45 a 46% de N) em água. Este produto tem volatilidade menor que os demais nitrogenados e tem três fontes de nitrogênio, isto é:

nítrica 9%, amídica, 14% e amoniacal, 9%. Utiliza-se nas adubações em que não se pode aprofundar a aplicação.

As características deste produto são as seguintes: líquido claro, incolor ou amarelado, não volátil, pH entre 7,0 e 8,0 e densidade 1,326.

· Fosfatados

Fosfato de amônio

O monoamônio fosfato (MAP) e o diamônio fosfato (DAP) têm altos conteúdos em nutrientes. O MAP tem 10% de N e 50% de P_2O_5 e o DAP tem 18% de N e 46% de P_2O_5 .

· Potássicos

Cloreto de potássio

O cloreto de potássio é a maior fonte de potássio para os fertilizantes. A facilidade de obtenção e processamento e seu elevado teor de potássio viabilizam o seu uso. Apresenta concentração de 60% de K_2O .

A adubação química se faz com tratores, com cultivadores acoplados (quatro hastes subsoladoras e quatro conjuntos de discos de 18 polegadas) para nivelar o solo. O adubo é injetado no solo pelas hastes e coberto pelos discos.

O transporte do adubo em caminhões com tanques de $15 m^3$ equipados com motobomba e mangueiras para passar carga para os implementos de cultivo, com todos os equipamentos de segurança necessários (válvulas para gases, cones, sinalização, máscaras para gases e luvas). Os operadores devem ser treinados para transporte de cargas perigosas.

As matérias primas utilizadas são: amônia hidratada, MAP, cloreto de potássio, Uran, ácido fosfórico e água. Os adubos químicos são líquidos e produzidos nas instalações próprias da destilaria, nas formulações necessárias, como mostrado a seguir.

Na Tabela 7 são indicadas as quantidades de nitrogênio, fósforo e potássio a serem aplicadas na adubação mineral de plantio, com base na análise de solo e nas metas de produtividade.

Tabela 7: Recomendação de adubação NPK para cana planta.

Meta de Produtividade ton./ha.	Nitrogênio N, kg/ha.	P resina, mg/dm ³				K trocável, meq/100cm ³				
		0 - 6	7 - 15	16 - 40	> 40	0 - 0.07	0.08 - 0.15	0.16 - 0.30	0.31 - 0.6	> 0.60
		P ₂ O ₅ kg/ha.				K ₂ O kg/ha				
< 100	30	180	100	60	40	100	80	40	40	0
100-150	30	180	120	80	60	150	120	80	60	0
> 150	30	-	140	100	80	200	160	120	80	0

Fonte: RAIJ, B. Van. Boletim Técnico 100 - IAC/SP. 1.996

Tabela 8: Recomendação de adubação NPK para cana soca.

Meta de Produtividade de ton. /ha.	Nitrogênio N, kg/ha.	P resina, mg/dm ³		K trocável, meq/cm ³		
		0 - 15	> 15	0 - 0.15	0.16 - 0.30	> 0.30
		P ₂ O ₅ kg/ha.		K ₂ O kg/ha.		
< 60	60	0	0	90	60	30
60 - 80	80	0	0	110	80	50
80 - 100	100	0	0	130	100	70
> 100	120	0	0	150	120	90

Fonte: RAIJ, B. Van. *Boletim Técnico 100 – IAC/SP. 1.996*

Na Tabela 8 são indicadas as recomendações de adubação mineral da cana soca, de acordo com as análises de solos, aplicando os adubos ao lado das linhas de cana a uma profundidade de 10 cm.

Maturação de cana

A aplicação de maturadores deve ser feita por via aérea, com aviões contratados de empresas com registro no Departamento de Aviação Civil e no Ministério da Agricultura, balizados por GPS, não sendo, portanto, necessárias pessoas com bandeiras em terra para orientação dos pilotos.

Os produtos utilizados devem ter registro para utilização como maturador e aplicação aérea.

· Opção 1: Moddus 250 G (Etil - Trinexapac), na dosagem de 800 ml/ha.

É um regulador de crescimento, seletivo, recomendado para aplicação na cultura de cana-de-açúcar, visando a aceleração dos processos de maturação da planta e acúmulo de sacarose no colmo. Sua aplicação é indicada tanto na cana-planta quanto na cana-soca.

Uma vez aplicado, é absorvido pela planta, e passa a atuar seletivamente através da redução do nível de geberelina ativa, induzindo a planta a uma inibição temporária ou redução do ritmo de crescimento, porém sem afetar o processo de fotossíntese e a integridade da gema apical. O retorno normal de crescimento das plantas depende da dose aplicada e das condições ambientais. Os resultados experimentais obtidos indicam que este produto proporciona acúmulo de sacarose no colmo da cana a partir de 30 dias após a aplicação, e mantém o incremento acumulado além de 90 dias, com os maiores incrementos de açúcar observados entre 45 a 75 dias após a aplicação do produto (dependendo da dose aplicada), período este indicado para a colheita com o maior retorno econômico.

· Opção 2: Ethrel 720 (Ethefon), na dosagem de 670 ml/ha.

Ethrel é absorvido pelas folhas através dos estômatos via difusão, liberando etileno (exógeno) e acelerando a liberação natural do etileno (endógeno), para que ocorra o acúmulo de sacarose e/ou inibição do florescimento.

· Opção 3: Curavial (75 % Sulfometuron Metil), na dosagem de 20 g/ha.

O produto é um regulador de crescimento de ação sistêmica, sendo que após a sua absorção pelas folhas atua nas regiões meristemáticas afetando tanto o crescimento como inibindo a divisão celular. Com isso, ocorre o processo de armazenamento de sacarose no colmo, ao invés da emissão de novas folhas. Esse processo acarreta melhor qualidade da matéria-prima. O produto não causa a morte do meristema apical e os entrenós formados após a aplicação retomam o crescimento normal.

· Opção 4: Roundup 480 (Glyphosate), na dosagem de 400 ml/ha.

Glyphosate tem absorção foliar com translocação via floema. Não é metabolizado pelas plantas e passa a atuar na formação de aminoácidos, inibidor da fotossíntese e respiração.

O produto seria diluído, com a aplicação de 30 litros de calda/ha, exigindo a utilização dos EPIs pelos aplicadores.

Colheita de cana

A colheita seria realizada manualmente, após a queimada, que tem por finalidade a eliminação da palha, facilitando e aumentando o rendimento do corte e transporte, e assim, melhorando o rendimento na moagem.

Os cuidados preliminares são essenciais, como aceiros de áreas sob redes elétricas e em volta de árvores e matas remanescentes e a observação da direção dos ventos.

As queimadas devem ser feitas no período noturno, e excepcionalmente durante o dia, por equipes de seis pessoas mais um fiscal de queima, com uso de três caminhões tanques de 16.000 l com canhões anti-incêndio.

As queimadas devem ser pré-determinadas, conforme os regulamentos do DEPRN e CETESB. No corte manual, a cana cortada é colocada no solo de forma esteirada, e o carregamento se faz com o uso de carregadeiras convencionais de cana e de caminhões ou semi-reboques, que entram no canavial para carregamento.

Seriam utilizados tratores de grande porte que pegam as carretas dos carregadores e as levam até o talhão onde estão as carregadeiras para carregá-las. A carga deve ser amarrada para evitar a queda de cana nas estradas.

O transporte da cana colhida até a fábrica seria dividido em dois tipos de frentes: uma de corte manual e outra de corte mecanizado. Os fornecedores entregarão em média 10 frentes de colheita.

Rotação de culturas

A rotação de culturas é a prática de cultivo de espécies diferentes numa mesma área em épocas distintas. Utiliza-se pelas seguintes vantagens: incremento de matéria orgânica ao solo; proteção do solo; redução de operações mecânicas (gradagens) para manter o solo livre de plantas invasoras; alteração da população vegetal e conseqüente interrupção no ciclo de vida dos microorganismos indesejáveis e possibilidade de renda extra.

A cultura de cana em geral aproveita bem os resíduos de adubação da cultura de crotalária, que bem formada dá em média 14 toneladas/ha de matéria seca e pode fixar de 100 a 200 kg de nitrogênio, o que corresponde a 230 a 460 kg de uréia. Todavia, deve-se cuidar do suprimento de nutrientes às plantas por adubação química (PK), baseada na análise de solo.

No sistema de plantio em rotação com a cana-de-açúcar, a melhor época para plantio de crotalária no Estado de São Paulo é de meados de outubro a meados de dezembro. A rotação de cultura normalmente é realizada em parte (40 a 50 %) das áreas de reforma dos canaviais, em cerca de 20 % do total da área cultivada com cana-de-açúcar de ano e meio por ano. Além da crotalária, pode-se optar por outras culturas, como o amendoim e a soja.

Serviços de apoio

Durante o preparo do solo, plantio, tratos culturais e safra, os serviços de infra-estrutura, manutenção e apoio às práticas agrícolas são realizados conforme as necessidades:

- Serviços gerais: serviços executados por trabalhadores braçais como capina, limpeza e catação de toco e pedra, entre outros;
- Serviços de oficina (fixa e volante em caminhões): efetuados por mecânicos, eletricitas, funileiros e ajudantes, equipados para atender tratores, veículos e implementos, fazendo manutenção e reparos;
- Serviços de borracharia (fixa e volante): realizados por borracheiros em borracharia fixa e também no campo em caminhão borracheiro para trocas e consertos de pneus agrícolas e rodoviários;
- Serviços de transportes: de tratores e máquinas em caminhões prancha e de implementos agrícolas em caminhões Munck;
- Lubrificação (fixa ou em caminhões comboio): equipe aparelhada para abastecer os tratores e lubrificar as máquinas no campo ou em posto fixo;
- Posto de abastecimento: ponto fixo para abastecimento de tratores e veículos;
- Serviços de lavagem (volante ou fixo): efetuados por caminhão-pipa para lavagem de tratores, implementos e veículos no campo ou lavador em posto fixo;
- Almoxarifado de peças: setor responsável pelas peças de reposição para as máquinas e equipamentos;
- Almoxarifado de insumos: setor responsável pelo controle de estoque de adubos e defensivos agrícolas;
- Escritório agrícola: apoio técnico e administrativo, decisões e acompanhamento das práticas agrícolas;
- Serviços de reparos e manutenção em construções civis e paisagismo: realizados de novembro a abril, aproveitando-se a menor demanda de mão-de-obra nas atividades agrícolas.

Descrição do processo de produção industrial

A Figura 3 apresenta, de forma simplificada, o processo de industrialização da cana-de-açúcar.

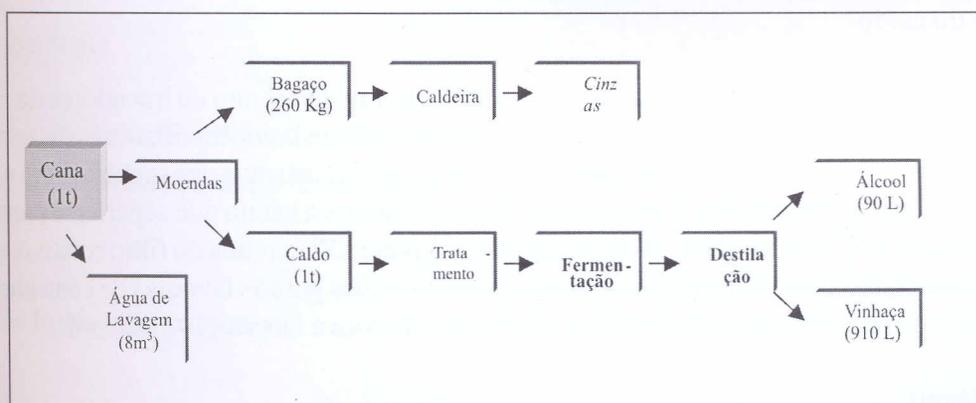


Figura 3: Esquema simplificado do processo de industrialização da cana-de-açúcar.
 Fonte: Revista Saneamento Ambiental – nº 11 – jan. 1991.

Recepção da cana

A cana seria transportada à destilaria em caminhões e pesada na entrada da indústria em balança tipo rodoviária, com sistema de impressão na guia de recebimento. Uma parte dos caminhões segue para o laboratório de pagamento de cana de sacarose, visando amostragem para controle da qualidade da cana.

Após o descarregamento, os veículos são pesados vazios, para determinação do peso líquido de cana entregue.

O descarregamento faz-se por tombador tipo “hilo” diretamente na mesa e/ou no pátio de cana. Esta cana armazenada no pátio é transportada por ponte rolante, equipada com garras hidráulicas, até as mesas alimentadoras (com 45° de inclinação), permitindo assim, diuturnamente, uma alimentação contínua.

Lavagem da cana

Na mesa a cana recebe um jato de água objetivando retirar as impurezas vindas da lavoura, tais como: partículas de solo, areia, pedras e outras que possam prejudicar a extração do caldo de cana e danificar equipamentos. A água de lavagem deve seguir para um sistema de tratamento, passando por um separador de palha tipo “cush-cush”, para a separação das impurezas grosseiras como palhas, colmos e toletes, e seguindo para as caixas de decantação para remoção final das impurezas. A cana lavada segue então, através de correia transportadora para a área de preparo de cana.

Preparo da cana

A cana lavada é transportada por esteira até o picador e depois ao desfibrador, para um bom preparo da cana para a moagem. Após é encaminhada à moenda, iniciando-se o processo de extração do caldo.

Extração

A extração do caldo seria feita por um conjunto de moendas com quatro ternos, acionadas por turbinas a vapor. Visando os melhores resultados utiliza-se o sistema de embebição com adição de água no último terno. O caldo é recolhido embaixo da moenda e conduzido à peneira contínua para a separação do bagacilho, retornando ao 1º terno. O bagaço sai do último terno sendo transportado por esteira até a área da caldeira.

Preparo do caldo

Após o peneiramento o caldo é pré-aquecido a 105°C, por um conjunto de trocadores de calor tipo vertical. Em seguida recebe leite de cal e polímeros, que atuam como auxiliares de decantação, sendo então enviado aos decantadores, produzindo-se o caldo clarificado que segue o fluxo normal do processo. O lodo do decantador é enviado aos filtros rotativos a vácuo que separam a parte líquida retornando-a ao início do preparo, antes da caleação. A parte sólida retida no filtro rotativo, chamada de torta, é enviada a uma moega e transportada por caminhões para as lavouras de cana para adubação. O caldo clarificado segue diretamente à fermentação para a fabricação do álcool.

Fermentação

O mosto, que é o caldo após tratamento e clarificação, é enviado às dornas em mistura com o leite de

levedura. As leveduras retiradas nas centrífugas são recuperadas, tratadas e enviadas ao início do processo de fermentação.

Na fermentação há transformação do açúcar em álcool e gás carbônico, com desprendimento de calor. Para a manutenção de uma temperatura ideal de processo (32°C) as dornas contam com um sistema de resfriamento.

O vinho, produto final da fermentação, deve apresentar de 7 a 9% de álcool etílico e segue para a destilação.

Destilação

A destilação consiste na separação das substâncias componentes, pois estes apresentam diferentes pontos de ebulição: a água, o álcool etílico, álcoois superiores, ácido acético e aldeídos.

Através de várias destilações específicas separam-se os componentes em quatro frações distintas: vinhaça, óleo fúsel, álcool de 2ª e o produto principal, o álcool etílico. Destas frações, a vinhaça representa o resíduo da destilaria, constituída pelas substâncias fixas do vinho e parte das voláteis. A destilação inicia-se com a purificação do vinho, fase em que se separa o álcool de segunda e o vinho apurado.

O vinho apurado segue para novo processo para a separação das frações denominadas flegma, com 45° a 50°GL, e a vinhaça, operação esta que se constitui na destilação propriamente dita.

O flegma, produto principal desta fase é submetido a um processo de retificação, em “coluna de retificação”, que visa a elevação do grau alcoólico e eliminação das impurezas ainda existentes.

Do processo resulta o álcool hidratado de elevada pureza e graduação alcoólica ou álcool anidro quando se utiliza a coluna de desidratação, a flegmaça, resíduo de retificação do flegma, incorporada à vinhaça, o óleo fúsel, uma mistura concentrada das impurezas do flegma, e o álcool de segunda.

Armazenamento

Após a destilação, o álcool é resfriado e enviado a tanques de medição e aos tanques de armazenamento a espera de seu transporte em caminhões-tanque.

Produtos finais e subprodutos

A Tabela 9 apresenta as estimativas dos produtos e subprodutos da destilaria com base na previsão da primeira safra.

Produtos e subprodutos	Previsão
Álcool (litros)	
Álcool anidro	9.000.000
Álcool hidratado	1.000.000
Total	10.000.000
Subproduto	
Bagaço	33.800 t
Vinhaça	110.000.000 l

Tabela 9: Produtos finais e subprodutos com base na previsão da primeira safra.

Cogeração de energia

O bagaço originado na moenda alimenta, como combustível, a caldeira para produção de vapor. Ao vapor direto denomina-se “vapor vivo” (sob pressão de 21 kgf/cm² e 300°C) utilizado para mover as turbinas da moenda, do turbo-gerador e do turbo-bomba. No turbo-gerador a energia mecânica é convertida em energia elétrica para uso da fábrica. A compra de energia elétrica da concessionária ocorreria apenas na entressafra para os serviços de manutenção. O vapor direto é reutilizado, o “vapor de escape”, com pressão de 1,3 a 1,5 kgf/cm², como energia térmica para pré-evaporação e aquecimento.

Utilização de Água

Captação

Embora os consumos de água no processo produtivo devam ser estudados caso a caso, são apresentados, para se ter uma referência, os valores obtidos junto a Usina Barra Grande, Lençóis Paulista - SP, que tem produção de cerca de 900 toneladas/hora de cana moída, operando em regime de 24h/dia e 8 meses por ano. O consumo de água *in natura* é de 12.000 m³/h, extraída de mananciais, sendo 7.000m³/h para produção de açúcar e 5.000 m³/h para produção de álcool (FIESP/CIESP, 2001).

No empreendimento em análise, considerando-se a meta de produção de 50 toneladas/hora de cana moída, o consumo de água *in natura* para a produção de álcool é estimado em 280 m³/h, com captação no Córrego Mandaguari, situado a 500 metros do local da indústria, com vazão mínima no inverno de 500 m³/h, além da construção de barramento de 600 m, de maneira a totalizar uma capacidade de armazenamento de 1.350.000 m³ de água. A captação adicional de poço artesiano, a ser perfurado no local da indústria, com 150m de profundidade é estimada em 12m³/hora.

Cultivo da cana

A água *in natura* praticamente não é utilizada no cultivo, pois as necessidades das plantas seriam supridas pela irrigação com os efluentes gerados no processo produtivo e pela precipitação das chuvas. Excepcionalmente, em casos críticos de estiagem, as plantações podem ser irrigadas com água *in natura*, extraídas de mananciais próximos, estando este procedimento limitado à distância das plantações destes mananciais e pelo mecanismo utilizado de aspersão.

Processo produtivo

O setor sucroalcooleiro é classificado como hidro-intensivo. Segundo o DAEE, a demanda de água no setor sucroalcooleiro é de 42,269 m³/s, ou 42,64% da demanda total de água das indústrias no Estado de São Paulo.

Os usos são variados: na lavagem da cana após a colheita, na incorporação ao produto final (álcool hidratado), na geração de vapor, no resfriamento de gases, na lavagem de gases de caldeiras, nas colunas barométricas dos cristalizadores, na “água mãe do melaço” nos cristalizadores, na filtração, etc.

Os usos da água, e por conseqüência a geração de efluentes, ocorrem em várias fases do processo. Seguem-se os volumes estimados dos principais efluentes a serem gerados e sua destinação:

a) Na lavagem da cana

São gerados cerca de 8 m³ de efluente por tonelada de cana moída no processo de lavagem da cana. (LEME, 1984). A lavagem opera em circuito fechado, mas perde-se água por evaporação.

b) No processamento da cana

O vinhoto é um subproduto do processamento da cana. As destilarias em geral já o utilizam nos canaviais para a fertirrigação, bem como o lodo proveniente da decantação do caldo é utilizado na adubação das lavouras.

Se jogado nos rios, o vinhoto ou vinhaça é altamente poluente, pois sua decomposição rouba o oxigênio da água. As quantidades produzidas são da ordem de 11,1 litros de vinhaça por litro de álcool produzido, estando proibido o lançamento em corpos d'água (PORTARIA MINTER Nº 158 de 3 de novembro de 1.980 e outras relacionadas).

c) Na refrigeração dos cristalizadores

Nas colunas barométricas dos cristalizadores emprega-se água para refrigeração, e a quantidade dependerá da temperatura da água de recirculação. Em média, utiliza-se de 1 a 5 m³ de água para cada tonelada de cana beneficiada. Adota-se aqui o valor mínimo. São águas com baixos valores de DBO e assim podem ser recirculadas indefinidamente, apenas tratadas com aeração, de forma a se expulsar os gases dissolvidos.

Na Tabela 10 vemos os principais usos de água no processo produtivo da cana-de-açúcar e sua destinação final.

ÍTEM	USOS DA ÁGUA EXTRAÍDA
CULTIVO	Não utilizada - somente em casos críticos
LAVAGEM DA CANA	Recirculação – reposição de perdas.
VINHOTO	Reuso na fertirrigação
REFRIGERAÇÃO DOS CRISTALIZADORES	Recirculação – reposição de perdas.
ÁGUA MÃE DO MELAÇO	Reuso na irrigação
ÁGUA DA FILTRAÇÃO	Reuso na irrigação
PRODUÇÃO DE ÁLCOOL HIDRATADO	Incorporação ao produto final.
CALDEIRA	Produção de vapor.

Fonte: Ampliação da Oferta de Energia Através da Biomassa – FIESP/CIESP - 2001

Tabela 10: Utilização da água no processo produtivo.

Verifica-se que a água extraída utilizada dentro do processo produtivo ou é recirculada ou incorporada ao produto. No caso do vinhoto é largamente utilizado como auxiliar na adubação, excetuando-se as pequenas destilarias que não possuem canais próprios.

Apesar do consumo elevado de água no processo produtivo do setor sucroalcooleiro, pode-se considerar que a disposição atual de efluentes para os mananciais é praticamente nula, mas, através de processos de lixiviação, uma significativa parcela dos nutrientes existentes no vinhoto podem, em algum momento, atingir os lençóis freáticos. Desta forma, faz-se necessário um plano sistemático de monitoramento de águas subterrâneas, coletando-se amostras e analisando-as, seguindo-se as normatizações técnicas da NBR 10.004/87 da ABNT.

O setor sucroalcooleiro deverá realizar a redução da captação de água de mananciais, em função da Lei Estadual 7.663/91, que estabelece as normas de orientação da Política Estadual de Recursos Hídricos, e prevê em seu artigo 14 a cobrança pela utilização destes recursos. A cobrança pelo uso da água, cuja regulamentação foi recentemente aprovada (PL 676), atingirá diretamente os setores industriais hidro-intensivos, principalmente o sucroalcooleiro, o maior consumidor de água dentre todos os setores industriais.

Efluentes líquidos

As destilarias geram dois tipos de efluentes líquidos: efluente proveniente de resfriamento de equipamentos (oriundos do resfriamento de mancais, turbinas de moendas, geradores, dornas e condensadores, com temperaturas inferiores a 40°C) e águas residuárias que são enviadas às lavouras para a fertirrigação.

A produção de vinhaça é estimada em 11 litros/litro de álcool, ou seja, 23 m³/hora de vinhaça para um volume de produção médio diário de álcool de 50 m³/dia.

Resíduos sólidos

A Tabela 11 apresenta uma previsão dos resíduos sólidos gerados na indústria, quantidades diárias, classificação segundo a NBR 10004 (ABNT, 1987), o acondicionamento, armazenamento e disposição final.

Emissões gasosas

A principal emissão atmosférica ocorre na queima incompleta de bagaço na caldeira, com liberação de material particulado composto basicamente de bagaço não queimado e impurezas minerais provenientes da lavoura. O controle se faz com sistema de retenção de fuligem de via úmida. Os gases produzidos na caldeira a bagaço são expelidos através das chaminés por sistema forçado de retirada através de ventiladores.

Recursos humanos

A destilaria teria funcionamento sazonal. No período de safra, de maio a novembro, ocorreriam principalmente as operações de colheita da cana e industriais. Na entressafra, de dezembro a abril, a manutenção da indústria e o plantio da cana. O setor de produção industrial funcionaria, na safra, continuamente em 3 turnos de trabalho. Na entressafra, quando se faria a manutenção industrial, em um único turno de trabalho, das 7:00 às 17:00. O setor administrativo funcionaria o ano todo no horário da 7:00 às 17:00 horas.

A Tabela 12 apresenta a previsão dos recursos humanos necessários ao empreendimento. A maior parte dos funcionários a serem contratados residem em Flórida Paulista.

Tabela 12: Recursos humanos necessários ao empreendimento.

Funcionários	Previsão	
	Safra	Entressafra
Efetivos	100	100
Safristas	200	30
Total	300	130

Tabela 11: Classificação e quantificação dos resíduos sólidos da área industrial.

Resíduos Sólidos	Produção Específica	Quantidade (diária)	Freqüência	Classificação	Acondicionamento	Armazenamento	Tratamento, Reutilização, Disposição.
bagaço	260 kg/tc	169 t	Contínuo	II	Granel	Céu aberto	Reuso: queima na caldeira
cinzas e fuligem da caldeira (65%úmida de)	0,02 m ³ /tc	13 m ³	Contínuo	II	Moega	Lavoura	Aterro
torta	0,02 m ³ /tc	13 m ³	Contínuo	II	Moega	Lavoura	Reuso: como fertilizante
lixo comum	0,04 kg/tc	25 kg	Contínuo	II	Tambor	-	Aterro
lixo laboratório	0,02 kg/tc	13 kg	Contínuo	I	Tambor	-	Aterro
lodo fossa séptica	0,3 l/pessoa/dia	75 l	Período	II	Fossas	-	Lagoa de estabilização
sucatas ferrosas	0,27 kg/tc	70 kg	Período	III	Granel	Céu aberto	Venda para reciclagem
sucatas não ferrosas			Período	III	Tambor	Almoxarifado	Venda para reciclagem
terra da lavagem da cana (75% lavada)	0,03 m ³ /tc	70 m ³	Período	III	Granel	Lavoura	Recuperação de terrenos erodidos
óleos lubrificantes usados	0,01 l/t cana	3 l	Período	I	Tambor	A Almoxarifado	Reutilização na proteção de chapas ou queima na caldeira

Identificação dos impactos ambientais e as medidas mitigadoras

Na identificação dos impactos ambientais foi considerado o conhecimento acumulado sobre as consequências ambientais relativas à instalação e funcionamento deste tipo de empreendimento.

Muitas das medidas mitigadoras adotadas no setor sucroalcooleiro são, atualmente, operações normais incorporadas ao processo agroindustrial. Por exemplo, uma destilaria pode ser inviabilizada por não possuir áreas próximas e adequadas para a aplicação de resíduos na lavoura ou não adotar técnicas conservacionistas do solo no plantio evitando-se, sobretudo, a perda de terra fértil por erosão, ou por não usar o controle biológico para combater a broca-da-cana, ou ainda, por não minimizar os usos da água por meio de reaproveitamentos e recirculação e muitas outras medidas mitigadoras que são aqui apresentadas.

Técnica da matriz de impactos

A Análise dos Impactos Ambientais (AIA) fundamentou-se na técnica da Matriz de Impactos, na qual se correlacionam as ações do empreendimento consideradas impactantes com os fatores ambientais passíveis de sofrer alguma modificação.

A técnica consiste na descrição, de forma direta, dos efeitos das ações geradoras de impactos (G), sobre os diferentes fatores ou atributos ambientais do ambiente referencial do projeto (F). Estabelecem-se as correlações entre as ações necessárias à implantação e os fatores ambientais considerados relevantes. Estas correlações materializam-se na matriz de impactos, com a ajuda da qual os principais impactos são identificados (G/F). Após, descrevem-se os impactos de forma sistemática, apresentados em listagens organizadas em função das ações geradoras, com indicações de suas qualificações em termos de significância, adversidade, reversibilidade, temporalidade, espacialização e possibilidades de mitigação ou controle.

Componentes da matriz

O empreendimento foi analisado nas suas etapas básicas de implantação e operação, durante as quais se desenvolvem ações causadoras de impactos ambientais. As ações identificadas como não causadoras de impactos significativos foram desconsideradas.

Ações consideradas de relevante interesse para a análise

- Ação 1: Levantamento da área para plantio: seria de 1.200 hectares para o início das atividades da indústria, safra 2006/2007.
- Ação 2: Aplicações de fertilizantes e agrotóxicos no plantio: uso de insumos agrícolas conforme as práticas usuais das operações agrícolas na lavoura de cana-de-açúcar.
- Ação 3: Fertirrigação: aplicação de vinhaça nas áreas de plantio.
- Ação 4: Queimadas: queima da palha para colheita manual da cana, praticada em áreas com declividades superiores a 12%, de acordo com procedimentos usuais da lavoura canavieira.
- Ação 5: Colheita manual: corte da cana após as queimadas, com utilização de utensílios de corte por trabalhadores braçais, empregados em caráter temporário para a atividade.
- Ação 6: Colheita mecanizada: colheita da cana realizada com máquinas colheitadeiras e também com

tratores, guinchos, transbordos e carretas, praticada em terrenos com declividades inferiores a 12%.

· Ação 7: Transporte: o transporte da cana colhida manualmente ou de forma mecanizada até os locais de processamento, com caminhões e treminhões, que transitam pelos carreadores, por estradas vicinais e, sempre que necessário, por rodovias estaduais.

· Ação 8: Recepção e lavagem: conjunto das operações de recepção e lavagem, que antecedem o início do processamento industrial da cana.

· Ação 9: Processamento industrial: os processos de produção de álcool, envolvendo, após a recepção e a lavagem, os vários procedimentos de transformação, aquisição e manuseio de insumos e matérias primas, consumo de energia e descartes de resíduos e efluentes sólidos, líquidos e gasosos, além da cogeração de energia elétrica a partir da queima de bagaço em caldeiras.

· Ação 10: Venda e transporte de produtos: a venda de produtos acabados, retirados da usina para destinos diversos por caminhões, abastecendo o mercado interno e/ou externo.

Fatores ambientais importantes

Meio físico

· Vazões e disponibilidades hídricas

Consideram-se as vazões de escoamento dos cursos d'água, os regimes de escoamento e as eventuais alterações causadas pelas intervenções previstas, as características naturais e/ou morfologia de rios e lagos, as características dos sistemas de drenagem que possam ser afetados pelo empreendimento e usos atuais e potenciais da água.

· Qualidade da água: refere-se às características físico-químicas e biológicas das águas superficiais.

· Qualidade da água subterrânea: refere-se às características físico-químicas e biológicas das águas subterrâneas.

· Erosão / assoreamento: processos pelos quais as partículas do solo são separadas e transportadas a outros locais por ação da água e do ar, influenciado pelo uso adequado ou não do solo e pelas alterações na cobertura vegetal.

· Qualidade do solo: refere-se à textura, cor, permeabilidade, pH, capacidade de trocas iônicas, conteúdo orgânico e inorgânico do solo.

· Qualidade do ar: refere-se às características físico-químicas do ar, concentração de material particulado, das substâncias gasosas diversas (monóxido de carbono, hidrocarbonetos, óxidos de nitrogênio, compostos de enxofre, etc.), que na região acham-se abaixo dos limites estabelecidos para a qualidade do ar.

Meio biótico

· Vegetação: refere-se às espécies e as populações da vegetação terrestre com ocorrência na região.

· Áreas de preservação: as Áreas de Preservação Permanentes (APPs) e as áreas de reserva legal.

· Fauna terrestre: as espécies e populações de animais terrestres com ocorrência na região.

Meio antrópico

Estrutura fundiária: a estrutura de propriedade da terra, a concentração e distribuição em pequenas, médias e grandes propriedades e as formas de ocupação dessas terras.

Economia regional: refere-se ao desenvolvimento de atividades econômicas primárias, secundárias ou terciárias em âmbito regional, associadas ao empreendimento, quer pelas conseqüências da produção e venda de cana-de-açúcar, quer por efeitos indiretos sobre a infra-estrutura regional.

Emprego e renda: as características do emprego em termos de sua distribuição por setores de atividades, nível de emprego, formas de subocupação e desemprego, e a estrutura das ocupações segundo níveis de qualificação, os níveis e a distribuição da renda pessoal.

Infra-estrutura viária: assume importância em termos locais e regionais, na medida em que a mesma possibilita o escoamento da produção e a movimentação dos insumos básicos, combustíveis, peças de reposição de maquinários e materiais de consumo em geral.

Saúde: sintetiza as condições de saúde e de vida das pessoas envolvidas nos trabalhos do empreendimento, potencialmente afetadas por doenças funcionais, por acidentes ou por intoxicações com substâncias líquidas ou gasosas. Consideram-se aqui as condições gerais de salubridade.

Medidas mitigadoras

O plano de gerenciamento ambiental (PGA) constitui-se num conjunto de recomendações gerais para controle, mitigação e compensação dos impactos adversos e incremento dos impactos benéficos identificados na análise dos impactos ambientais, e em programas específicos de mitigação e controle ambiental, dos quais alguns apresentam caráter compensatório geral e buscam atender também a preceitos legais.

A essência do PGA, portanto, refere-se à etapa subsequente de planejamento executivo do projeto e à logística de construção, bem como à etapa de operação do empreendimento, detalhando providências que são inegáveis e indiscutivelmente de responsabilidade do empreendedor, bem como outras, que necessariamente, deverão contar com o apoio e suporte técnico de outras entidades e instituições.

Detalhamento do controle ambiental

Práticas Conservacionistas:

Na lavoura canavieira, altamente tecnificada, a mecanização está presente em praticamente todas as fases (preparo do solo, plantio, tratos culturais e colheita), causando alterações no meio físico terrestre, como erosão, assoreamento e compactação dos solos.

As alterações principais: o revolvimento do solo altera suas condições físicas; o desgaste do solo, pela remoção de seus elementos superficiais e/ou subsuperficiais e a compactação do solo, face à intensidade do uso de motomecanização, o que favorece o escoamento superficial da água pela maior resistência à infiltração.

A vantagem do cultivo de cana, sob este aspecto, é que se trata de uma cultura semiperene, ficando no solo por vários anos (cinco em média) o que favorece as práticas conservacionistas.

Pode-se afirmar que o desenvolvimento da cultura da cana, com as técnicas adequadas a proteção ao solo, determina, nesta região, um efeito positivo no controle da erosão.

O combate à erosão

As atividades de preparo e manejo do solo provocam revolvimentos mecânicos, que, por sua vez, alteram a qualidade do solo, desagregando-o, facilitando a erosão e conseqüentemente o assoreamento de cursos de água.

O preparo e a conservação do solo devem ser planejados conforme o tipo de solo, a declividade do terreno e a modalidade da colheita (manual ou mecânica) para adoção das práticas mais adequadas.

Terraceamento

Visando a proteção contra a erosão pela contenção das águas de chuva seriam construídos terraços de base larga, cujo dimensionamento e espaçamento, bem como modelos ou tipos, devem ser definidos de acordo com o tipo de solo, declividade do terreno e regime pluviométrico da região, construídos com motoniveladoras, tratores de esteira e terraceadores.

As águas são direcionadas, entre os terraços, para os sulcos de plantio, forçando a permanência na lavoura e evitando seu escoamento para carreadores e estradas. Com estas medidas, os processos erosivos do solo são minimizados a níveis que não causem assoreamento de cursos d'água.

Plantio em nível

Aliada a outras práticas conservacionistas, como o terraceamento, a rotação de culturas, o reflorestamento de matas ciliares e a colheita de cana-crua, contribui para evitar o carreamento do solo para os cursos de água.

Outras práticas conservacionistas têm reflexos significativos no combate à erosão e manutenção do solo: a descompactação dos solos; a adubação verde e o reflorestamento com espécies nativas em áreas de preservação permanente e de reservas legais.

Descompactação do solo agrícola

A compactação do solo em subsuperfície provoca problemas para o desenvolvimento normal das culturas, aumentando a resistência à penetração das raízes, diminuindo a disponibilidade de nutrientes, oxigênio e água, favorecendo o escoamento superficial por resistência à infiltração das águas, aumentando, em última análise, a susceptibilidade à erosão dos solos revolvidos na parte superficial.

Deve-se manter programa de levantamento de áreas compactadas, determinar a ocorrência e intensidade da compactação, avaliar a espessura, profundidade e densidade da camada compactada e não compactada.

Através da análise do perfil de compactação, executa-se a operação de descompactação por meio da subsolagem com subsoladores, mitigando-se assim os impactos correlacionados, como a perda de produtividade agrícola e aumento da susceptibilidade do solo à erosão.

Na prevenção à compactação do solo agrícola, utilizam-se carretas de transbordo no corte mecânico

com pneus de alta flutuação, com um maior número de eixos para melhor distribuição do peso e colhedoiras de cana dotadas de esteira.

Adubação verde e rotação de culturas

A adubação verde é uma prática agrícola milenar, com o objetivo de melhorar a capacidade produtiva do solo, adicionando material orgânico vegetal não decomposto de plantas cultivadas exclusivamente para este fim e utilizadas antes de completar o seu ciclo vegetativo.

A adubação verde pode ser realizada com diversas espécies vegetais, com a preferência pelas leguminosas pela fixação de nitrogênio por simbiose com as bactérias fixadoras em suas raízes, e favorece a manutenção do solo com cobertura vegetal nos períodos sujeitos a erosão, protegendo os solos arenosos ou podzolizados em relevo acentuado, bem como permitindo o “bombeamento” dos nutrientes que se encontram em subsuperfície.

Reflorestamento de áreas de preservação permanente

As matas ciliares são áreas de preservação permanente, protegidas por legislação específica (Código Florestal) e protegem os recursos hídricos, minimizando os problemas de erosão e assoreamento. Estas áreas acham-se alteradas na região, em maior ou menor grau, na maior parte dos casos com vegetação natural ausente.

A destilaria deve manter um viveiro de mudas de árvores nativas que dê suporte ao programa permanente de recuperação da vegetação em áreas de preservação permanente e nas reservas legais, de forma a cumprir com a legislação no que se refere aos prazos para a recuperação destas áreas.

Controle biológico da broca-da-cana

O uso de inseticidas para o controle da broca-da-cana (*Diatraea saccharalis*) não é adotado com sucesso nas condições brasileiras. A solução é o controle biológico desta praga, dispensando o uso de quaisquer produtos químicos.

A broca-da-cana, que ocorre naturalmente nos canaviais, é o único alimento utilizado na criação dos parasitóides. Uma vez produzidas as lagartas em laboratório faz-se a inoculação dos parasitóides, *Cotesia flavipes*, mosca parasitóide da fase larval, produzida em laboratório entomológico na cidade de Sertãozinho-SP.

Armazenamento seguro de produtos fitossanitários

Os critérios para a edificação do almoxarifado destes produtos:

com paredes sólidas e coberturas;

fechada a chave;

com aberturas e exaustores para a ventilação, com proteção de modo a não permitir o acesso de animais e de pessoas não autorizadas;

a distância segura de locais de fontes de águas, habitações, armazenamento de medicamentos e outros materiais, e refeitórios;

com placas e cartazes afixados com o símbolo de perigo;
o planejamento da edificação de forma que, em caso de derramamento, o ambiente venha a oferecer condições de remoção e descontaminação.

Forma de armazenamento

os produtos devem ser acondicionados em suas embalagens originais (vasilhames e caixas) sobre estrados, evitando-se o contato com o piso e as paredes;

o acondicionamento na embalagem original facilita a identificação do produto;

de forma separada por classe (herbicida, acaricida, etc.);

com o empilhamento de modo a manter o equilíbrio estável da pilha, observando-se as recomendações do fabricante;

dos produtos inflamáveis em local suficientemente ventilado e onde não haja possibilidade de centelhas e outras fontes de combustão;

em casos de embalagens danificadas, o seu conteúdo deve ser transferido para uma outra embalagem devidamente rotulada e os materiais danificados e não recuperáveis devem ser descartados de acordo com as instruções das autoridades responsáveis pela fiscalização e dos fabricantes;

em hipótese alguma se usa o método de reembalagens, dividindo o conteúdo de uma embalagem original em quantidades menores.

Seleção de produtos fitossanitários

A seleção de defensivos agrícolas menos agressivos ambientalmente. Esta medida, de caráter preventivo, visa resguardar contaminações difusas e a proteção dos trabalhadores envolvidos.

Os produtos, além do manuseio adequado, devem ser das classes toxicológicas III e IV, menos tóxicos, evitando-se os produtos de classes toxicológicas I e II, e utilizados mediante receituário agrônomico e de acordo com recomendações técnicas do produto, precauções de utilização, primeiros socorros em casos de acidente, informações sobre antídoto e tratamento, advertências relacionadas à proteção do meio ambiente, instruções sobre disposição final de embalagens, equipamentos de proteção individual e informações adicionais, devidamente assinado por profissional responsável e pelos usuários, previamente treinados.

A proteção dos trabalhadores

As seguintes medidas são previstas: a aplicação e o manuseio de defensivos químicos far-se-ia por funcionários capacitados através de treinamentos internos, sendo obrigatório o uso dos métodos e o atendimento às normas de segurança; os funcionários envolvidos devem ser submetidos a exames médicos periódicos; o transporte dos defensivos agrícolas efetuado por motoristas treinados em transporte de cargas perigosas; o treinamento de segurança na manipulação e aplicação de defensivos para todos os envolvidos na operação; o uso de todos os equipamentos de proteção individual, de acordo com as necessidades e formas de aplicação; o afastamento de pessoas não envolvidas na operação; nunca aspirar defensivos utilizando-se mangueiras ou outros utensílios ou manusear produtos em pó contra o vento ou de forma a desprender poeiras; o manuseio de defensivos deve ser em local ventilado.

Manuseio e disposição final de embalagens

Todas as embalagens vazias de defensivos agrícolas utilizadas na lavoura passariam pela tríplice lavagem e em seguida seriam inutilizadas com furos e armazenadas na empresa em depósito seguro e arejado até formar um lote (uma carga de caminhão), para então serem transportadas para uma central de recebimento de embalagens de defensivos agrícolas. A calda dessa lavagem vai para o tanque de aplicação do pulverizador, conforme a legislação.

Irrigação com águas residuárias

As águas residuárias, compostas basicamente dos efluentes de lavagem de pisos e equipamentos dos prédios da destilaria, das moendas, das caldeiras, e da caixa de areia da lavagem de cana, seriam encaminhadas para as lagoas de estabilização e posteriormente bombeadas para a irrigação da lavoura.

O volume estimado é de 20 m³/h, aplicado em uma área de 700 hectares, representando 80 mm na safra. Este procedimento evita despejos, mesmo após tratamento na lagoa de estabilização, em cursos de água.

Fertirrigação da lavoura de cana

A fertirrigação como medida mitigadora visa à proteção dos recursos hídricos, tendo em vista o alto potencial poluidor da vinhaça e a melhoria da fertilidade do solo, com aumento de produtividade e maior longevidade das soqueiras devido à incorporação de matérias orgânicas e nutrientes ao solo. Esta medida já é parte integrante da atividade agroindustrial do setor sucroalcooleiro e substitui total ou parcialmente, a adubação mineral da cultura canavieira, e assim reduz os custos com fertilizantes e aumenta os ganhos de produtividade.

A vinhaça é transportada por canais e caminhões e aplicada com equipamentos de aspersão.

No caso dos caminhões-tanque ela é transportada desde um ponto de carregamento até a área de aplicação onde a moto-bomba é engatada diretamente no caminhão-tanque para aspersão.

No caso dos canais, a vinhaça é recalçada da destilaria para os tanques de armazenamento, sendo em seguida distribuída por gravidade, para posteriores aplicações por aspersão nas áreas de fertirrigação e a partir dos canais secundários.

A produção estimada na destilaria seria de 11,0 litros de vinhaça por litro de álcool. Antes de ser conduzida a lavoura, a vinhaça passa pelo sistema de concentração em torres de resfriamento, que provoca a redução deste efluente em cerca de 8% em volume. A aplicação prevista de 140 m³/ha é racional, uma vez que se pode admitir com segurança dosagens menores de 150 m³/ha.

Os cuidados na aplicação da vinhaça

A aplicação de vinhaça exige que se respeite a distância de no mínimo 200 m de quaisquer coleções hídricas e a construção de taludes de proteção, à jusante das áreas de fertirrigação, para conter eventuais excessos de resíduos que possam atingir os corpos d'água.

As áreas ao redor dos canais devem ter terraços embutidos, que servem de contenção para qualquer

possível vazamento ou erro de aplicação que possam vir a ocorrer.

Na eventual transposição de corpos d'água por adutoras de resíduos líquidos, estas devem ser envelopadas por tubulação de proteção de maior diâmetro, evitando-se que eventual rompimento da adutora interna provoque o lançamento imediato dos resíduos.

A taxa de aplicação de resíduos líquidos, sempre inferior à capacidade de infiltração do solo, evita o escoamento superficial.

Implantação gradativa da colheita da cana crua

No estado de São Paulo, o último instrumento legal que trata deste assunto é a Lei 10.547 de 02/05/2000, regulamentada pelo Decreto 45.869 de 22/06/2001, que estabeleceu a eliminação da queima da palha da cana em áreas passíveis de mecanização da colheita, de forma gradativa, não podendo a redução ser inferior a 25% da área de cada unidade a cada período de cinco anos. Estabelece, ainda, como área mecanizável aquela cuja declividade seja inferior a 12%. Proíbe, ainda, a partir de 2003 a queima na faixa de 1 km de aglomerado urbano de qualquer porte, delimitado a partir do seu centro urbanizado, se superior, de 500 metros a partir de seu perímetro urbano. Na implantação da destilaria em questão registra-se o compromisso de adaptação gradativa à tecnologia de colheita de cana crua, o que exigirá a aquisição de máquinas, plantio de variedades de cana mais aptas ao corte mecânico e adaptação do processo industrial para receber uma maior quantidade de resíduos (palha).

Segurança no armazenamento de produtos perigosos

São medidas preventivas para se evitar impactos relacionados ao derramamento de produtos e efluentes: álcool, águas residuárias e vinhaça. São eventos de baixo risco de ocorrência, mas precisam ser prevenidos, pois o rompimento de tanques de vinhaça, se esta atinge os cursos d'água, causa a mortandade maciça de peixes e outros organismos, pela depleção do oxigênio dissolvido na água, sem falar nos efeitos de toxicidade direta no caso de um derramamento de álcool.

O tanque de águas residuárias, além da sua construção no ponto mais elevado das áreas de aplicação, achar-se-ia rodeado de curvas de nível para conter qualquer derramamento eventual, longe dos corpos d'água, a distância superior a 200 m, conforme exige a Portaria nº 124, de 22/08/80 do Ministério do Interior.

O parque de tanques reservatórios de álcool está previsto em área distante da indústria, com sistemas de segurança composto por bacias de contenção e a possibilidade de transferências de álcool de um tanque sinistrado para outro.

A explosão de um tanque de álcool pode ser causada pela ignição da mistura de vapor de álcool e ar que pode ocorrer no interior do tanque, acima da superfície do líquido. A intensidade da explosão é proporcional ao espaço ocupado pela mistura, podendo ocorrer desprendimento total ou parcial do teto ou rasgos no mesmo, expondo a superfície do líquido ao ar e iniciando o incêndio.

Atribui-se ainda a respiros, não protegidos com corta chamas, a responsabilidade pela penetração do fogo no interior do tanque e sua conseqüente explosão. As conseqüências mais catastróficas de um acidente com tanque de álcool são os arremessos do teto, a queima total do álcool no interior do tanque e a deformação completa do mesmo, portanto, danos materiais.

Os tanques de álcool devem ser construídos segundo a norma NBR-7820 que recomenda di-

mensionamentos de costado, teto, fundos, fundações e outros, de modo que, em caso de explosão, o teto erga-se e o costado e fundo permaneçam íntegros para evitar vazamentos.

Para se evitar incêndios originados por descargas atmosféricas os tanques devem ser aterrados e protegidos por pára-raios. Os aterramentos dos tanques e tubulações propiciam proteção contra acidentes elétricos onde cabos energizados possam entrar em contato com a tubulação fora do parque de tanques.

A aproximação de balões em épocas de festas juninas deve ser prevenida por programa específico de vigilância.

Na eventualidade da ocorrência de um incêndio faz-se o resfriamento do tanque vizinho para se evitar a propagação e retira-se álcool do tanque sinistrado, pelo fundo, transferindo-o para outros tanques de modo a reduzir os prejuízos.

Tratamento e recirculação de água. O circuito de lavagem de cana

A operação de lavagem retira as impurezas minerais que chegam incorporadas à cana-de-açúcar, gerando um efluente com alto teor de matéria orgânica em decorrência da lavagem do caldo das pontas do tolete e do caldo exsudado na queima da cana, bem como grande quantidade de terra (areia e argila) trazida da lavoura devido ao carregamento mecânico, estimada em 1 a 3% em peso nas épocas secas, e em 3 a 5% nas épocas chuvosas, que deve ser removida em função do desgaste que pode provocar em equipamentos (bombas, tubulações, moendas, caldeiras e exaustores) além de sobrecarregar o processo nas fases de decantação e filtração.

A lavagem da cana é feita por aspersão de água sobre o colchão de cana nas mesas alimentadoras, variando, em função do tipo da mesa existente na indústria, de 3 a 10 m³ de água por tonelada de cana. Inicialmente esta água passa por um peneiramento contínuo de toletes e palhas da cana arrastadas durante a lavagem e é em seguida tratada em caixas de decantação retangulares chamadas “caixas de areia”, sendo após recirculada para as mesas de lavagem de cana.

A decantação promove a remoção dos sólidos em suspensão arrastados pela água de lavagem sendo preciso a correção de pH pela adição de leite de cal até a faixa de pH 10 a 11 para se evitar os problemas de deterioração da água por fermentações e a corrosão de equipamentos.

O efluente líquido que resulta da drenagem por ocasião da limpeza das caixas é bombeado para a fertirrigação da lavoura de cana e o resíduo sólido acumulado removido por pá carregadeira e transportado por caminhões basculantes para disposição na lavoura de cana em áreas de reforma.

Circuito de resfriamento da destilaria

O resfriamento da água utilizada nos trocadores de calor do mosto, dornas e condensadores da destilaria é feito em um conjunto de torres de resfriamento, anteriormente utilizadas para resfriamento de águas das colunas barométricas da fábrica.

Circuito de lavagem de gases da chaminé

Na retenção de particulados lançados pelas chaminés das caldeiras recomenda-se o uso de retentores

por via úmida. A destilaria deve instalar lavadores de gases para o controle de poluição atmosférica referente às caldeiras.

Lavagem das roupas hidro-repelentes utilizadas na aplicação dos defensivos

No sentido de prevenir eventuais contaminações das águas superficiais com águas contaminadas pela lavagem de roupas hidro-repelentes utilizadas na aplicação de defensivos agrícolas, a destilaria deve construir uma lavanderia exclusivamente para esta finalidade, sendo o efluente líquido resultante destinado à lavoura de cana.

Emissões de gases das caldeiras

A queima de bagaço em caldeiras apresenta como principal problema o material particulado, uma vez que os demais componentes gasosos estão em concentrações desprezíveis. A redução da emissão de materiais particulados se faz com o uso de retentor de fuligem via úmida nas caldeiras.

Manuseio adequado dos resíduos sólidos industriais

Os resíduos sólidos se constituem em material potencialmente poluidor do solo, podendo desencadear ainda outros problemas como: poluição das águas superficiais e subterrâneas, aumento de vetores e proliferação de ratos.

Os resíduos sólidos orgânicos resultantes do processo industrial podem ser aplicados na lavoura como fertilizante do solo: torta de filtro, terra de lavagem de cana e a fuligem dos lavadores de gases de chaminé ou queimados para se obter energia.

Bagaço

Origina-se da extração do caldo nas moendas e é reutilizado para a queima nas caldeiras que produz vapor, com conseqüente geração de energia elétrica para a indústria. A quantidade de bagaço gerado depende do teor de fibra na cana, estimado em 12,5%. Em média tem-se 0,25 toneladas de bagaço por tonelada de cana, com um teor de umidade de 50%.

As características físico-químicas deste resíduo são apresentadas na Tabela 13.

Tabela 13: As características físico-químicas do bagaço.

PARÂMETROS	VALORES (%)
Carbono	47%
Hidrogênio	6,5%
Oxigênio	44%
Sacarose	1 a 4%
Cinzas	2,5%
Umidade	48 a 52%

A utilização deste resíduo para queima nas caldeiras é contínua, sendo ele transportado por esteiras da moenda até a entrada da fornalha. O excedente armazena-se no pátio de bagaço, sendo aí manipulado por pá-carregadeira, para retornar às esteiras suprindo eventuais deficiências na alimentação das caldeiras. A sobra de bagaço da safra deve ser guardada em armazém coberto ou em pátio coberto com lona plástica para ser utilizada na próxima safra.

Cinzas da caldeira e dos retentores de fuligem

Os resíduos da limpeza da fornalha da caldeira e do sistema retentor de fuligem da chaminé, com produção estimada em 12 a 15 kg/t. de cana e umidade de 85 a 90%, são enviados às caixas de decantação e destas levadas por caminhões basculantes para as áreas de reforma do canavial, juntamente com a torta de filtro, funcionando como um condicionador do solo, pois possuem matéria orgânica e o potássio: contribui-se assim para a redução do consumo de fertilizantes minerais ao mesmo tempo em que se evita a disposição inadequada destes resíduos que poderiam causar poluição em cursos d'água. O uso de um sistema de prensagem de fuligem reduz a umidade para 60 a 65% e proporciona redução de volume.

Torta de filtro

A torta de filtro é o resíduo do processo de clarificação do caldo de cana, mais propriamente dos decantadores de caldo, de onde é removido um lodo que misturado com o bagacilho é enviado para os filtros rotativos a vácuo, visando recuperar a sacarose contida neste lodo. Desta operação, resulta a torta de filtro, recolhida em moegas e retirada da destilaria através de caminhões basculantes, sendo distribuída em áreas de reforma dos canaviais. A produção estimada de torta no processo industrial é de cerca de 15,60 kg por tonelada de cana moída. A dose aplicada nos sulcos de plantio de cana é, em média, 44 t/ha.

A composição da torta de filtro é apresentada na Tabela 14.

Tabela 14: Composição físico-química da torta de filtro.

Parâmetros	Valores
Fibra	6 a 10%
Umidade	65 a 75%
Açúcar	2 a 4%
Sólidos solúveis	2 a 4%
Sólidos não solúveis	17 a 25%
Nitrogênio	1,67%
Fosfato (P₂O₅)	1,70%
Potássio (K₂O)	0,34%
CaO	2,71%
MgO	0,43%
Carbono	60%
pH	6,4

Fonte: *Ampliação da Oferta de Energia Através da Biomassa – FIESP/CIESP - 2001*

Lixo comum

Os resíduos sólidos provenientes de escritório, sanitários e variação, compostos, principalmente, por papéis, estopas, bagacilhos e plásticos seriam acondicionados em sacos plásticos pretos, armazenados em abrigo apropriado, coletados três vezes por semana pela Prefeitura Municipal.

Lixo do laboratório

É composto por restos de bagaço das análises, embalagens e papéis de filtro usados nas análises químicas do caldo, estes com traços de acetato de chumbo, o que lhe confere periculosidade. Neste caso, classifica-se como resíduo de classe I pela norma NB 10.004 da ABNT. Em função do volume reduzido é possível a sua queima na caldeira pois a temperatura atingida de 1.000C destrói o acetato de chumbo.

Lodo das fossas sépticas

Na entressafra seria feita a limpeza das fossas sépticas da destilaria. O lodo retirado, de consistência pastosa, enviar-se-ia para as lagoas de estabilização. Segundo a norma NBR 7229 da ABNT o seu volume é estimado em 0,3 litros de lodo fresco/pessoa/dia.

Sucatas ferrosas e não ferrosas

As sucatas são provenientes da manutenção da destilaria, trocas de equipamentos, tubos e chaparias. As ferrosas, principalmente aço carbono e aço inox, podem ser dispostas a granel em local aberto. As sucatas não ferrosas, principalmente cobre e bronze, devem ser armazenadas em tambores em almotarifa-do. Ambas seriam comercializadas no fim da safra com empresas de reciclagem que se encarregam da retirada dos materiais.

Óleos lubrificantes usados

Decorrem das trocas de óleo de lubrificação de veículos, redutores e turbinas. Coleta-se e armazenam-se estes resíduos, classe I da ABNT, em tambores de 200 litros. São em parte reutilizados na destilaria para a lubrificação de correntes e na proteção de chaparias, e o restante deve ser comercializado com empresa que na região já faz a reciclagem de óleos lubrificantes.

Segurança no transporte da cana

A melhoria e conservação da rede viária na área de interesse, a cargo do empreendedor, contribuiriam para o desenvolvimento local, visto que esta serve à comunidade em geral, facilitando os acessos e escoamento de outras produções agrícolas.

Os impactos mais relevantes que a lavoura canavieira causa no sistema viário referem-se à poluição das estradas com a queda dos colmos, se estes estão mal acondicionados ou em excesso; o peso dos veículos, que pode causar deterioração de rodovias; o acúmulo de barro nas pistas pavimentadas e os problemas de segurança no transporte de máquinas, de cana e no tráfego, face ao comprimento excessivo dos caminhões. A utilização dos chamados "bituqueiros" minimiza a sujeira nas estradas com cana perdida no transporte.

No estado de São Paulo, o Departamento de Estradas de Rodagem da Secretaria dos Transportes tem apregoado as medidas para a proteção do trânsito e das estradas, baseadas nos seguintes itens a serem seguidos:

- o acondicionamento adequado da cana, retirando-se as canas soltas;

- as condições de segurança dos veículos e o uso de equipamentos obrigatórios;
- o transporte da cana sem excesso de peso;
- o uso adequado do acostamento;
- a remoção mecânica de barro dos caminhões, para se evitar seu acúmulo nas pistas;
- as medidas de segurança no transporte e locomoção das máquinas e implementos agrícolas.

Produção de álcool combustível e de resíduos com fins energéticos

A produção do álcool combustível é, por si só, atividade de interesse ambiental. A cogeração de energia elétrica a partir do bagaço pode substituir em parte a energia hidroelétrica convencional, que depende da construção de barragens, atenuando-se assim os impactos provocados ao meio ambiente pela inundação de grandes áreas e eliminação de florestas, liberando-se CO_2 que estava “imobilizado” e em equilíbrio na forma de madeiras e que passa a compor a atmosfera, também contribuindo para o efeito estufa.

O uso do álcool combustível em substituição à gasolina, por sua vez, reduz a emissão de CO_2 . No caso do álcool o CO_2 produzido pela combustão no motor é retirado da atmosfera pela planta cana, fechando-se o ciclo, diferentemente do que acontece com os combustíveis fósseis que produzem novo CO_2 liberado do petróleo, cujo carbono estava estabilizado nas profundezas da terra.

O balanço de gases de efeito estufa na agroindústria da cana-de-açúcar foi analisado por Macedo (1997). Concluiu que as parcelas de carbono produzidas e consumidas num período de um ano se cancelam e os efeitos líquidos da participação da agroindústria da cana na produção/consumo de CO_2 atmosférico podem assim serem resumidos:

aumenta-se o teor de carbono atmosférico pelo uso de combustíveis fósseis na produção de cana, e de álcool.

reduz-se a taxa de aumento de carbono atmosférico pela substituição de gasolina por álcool.

reduz-se a taxa de aumento de carbono atmosférico pela substituição do óleo diesel combustível por bagaço na produção de açúcar e álcool e em outros setores industriais.

Reduz-se o teor de carbono atmosférico pela incorporação de matéria orgânica ao solo na cultura de cana (este item não foi quantificado na análise).

A magnitude da emissão de outros gases estufa também foi estimada, incluindo-se as emissões de metano na queima da cana-de-açúcar e de protóxido de nitrogênio (N_2O) do solo. A Tabela 15 apresenta a contribuição líquida da agroindústria da cana na taxa de redução de CO_2 (equivalente).

Tabela 15: A contribuição líquida da agroindústria da cana na redução da taxa de CO_2 (equivalente).

	10^6 t carbono/ano
A substituição de gasolina por álcool	- 9,13
A substituição de óleo combustível por bagaço (Indústria de alimentos e química)	- 5,20
O uso de combustível fóssil na agroindústria da cana	+ 1,28
As emissões de metano pela queima de cana-de-açúcar	+ 0,06
As emissões de N_2O	+ 0,24
A contribuição líquida (seqüestro de carbono)	- 12,74

Fonte: Macedo, I. C., 1997

Os resultados obtidos mostram que o valor líquido das emissões evitadas de CO_2 (equivalente) foi de 12,74 x 10^6 t C por ano, ou 46,7 x 10^6 t CO_2 (equivalente). Isto representa cerca de 20% de todo CO_2 emitido pela queima de combustíveis fósseis no Brasil. O programa de produção de álcool parece ser uma boa estratégia para se evitar o acúmulo de gases estufa na atmosfera e contribuir para reverter a tendência de aquecimento global. (Macedo, 1997)

Conclusão

Conclui-se que o empreendimento, nos termos discutidos, seria viável dos pontos de vista tecnológico, sócio-econômico e ambiental, pois traz benefícios sócio-econômicos regionais, desde que se utilize de tecnologias industriais modernas e práticas agrícolas conservacionistas, com a adoção das medidas mitigadoras adequadas, entre as quais se destacam:

A redução gradativa da colheita da cana queimada e a implementação da colheita mecanizada;

A recirculação de águas do processo industrial em sistemas fechados, como na lavagem de cana e resfriamento de água das colunas barométricas;

A redução de captação de água bruta, necessidade inclusive econômica pela aplicação futura prevista do princípio usuário-pagador no estado de São Paulo e o uso da fertiirrigação, com monitoramento rigoroso para se evitar contaminações, em particular das águas subterrâneas;

A utilização do bagaço para a cogeração, em substituição a energia elétrica convencional;

O uso de resíduos industriais, como a torta de filtro, para incorporação de matéria orgânica ao solo;

A adoção generalizada das práticas conservacionistas do solo, o monitoramento da compactação dos mesmos e a recuperação permanente e progressivas da vegetação das áreas de preservação permanente e reservas legais, considerando os elevados riscos de erosão relacionados aos aspectos pedológicos e geomorfológicos. A utilização do álcool combustível no Brasil permitiu o domínio pelo país de uma tecnologia única no mundo, favorecendo o desenvolvimento econômico e do nível de empregos. Destacamos em especial os benefícios de ordem ambiental com relação ao balanço de gases de efeito estufa, conforme demonstrado por Macedo, 1997, em análise detalhada do balanço do carbono na agroindústria da cana-de-açúcar.

A crise de abastecimento de energia elétrica recente aponta para mudanças na matriz energética brasileira no sentido de maior sustentabilidade sócio-econômico-ambiental, com destaque crescente para o potencial de cogeração do setor sucroalcooleiro.

Referências

ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 592 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1987). **NBR 10.004 Resíduos sólidos: classificação**. São Paulo, ABNT.

BENEDINI, M.S. **Recomendação de Calcário para a Cana-de-Açúcar**. In: Seminário de Tecnologia Agrônômica, 4º, São Paulo, Coopersúcar, 1989.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Livroceres, 1985.

BRAGA, Benedito et al. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

BRAILE, P. M.; CAVALCANTI, J.E.W.A. **Manual de tratamento de águas residuárias industriais**. São Paulo, CETESB, 1993.

CBH-AP. **Relatório de Situação dos Recursos Hídricos das Bacias dos Rios Aguapeí e Peixe.** São Paulo, DAEE, 1997. CDROM.

CEBDS. **Roteiro Básico para Elaboração de um projeto do mecanismo de desenvolvimento limpo.** Conselho Empresarial Brasileiro para o desenvolvimento Sustentável, 2002. Disponível em: <<http://www.cebds.com.br>> Acesso em: 14 set. 2004.

DURIGAN, G., MELO, A.C.G. de, MAX, J.C.M., VILAS BÔAS, O., CONTIERI, W.A. **Manual para a recuperação das matas ciliares do Oeste Paulista.** São Paulo: Páginas & Letras. Instituto Florestal/CINP/Secretaria do Meio Ambiente, 2001.

FIESP/CIESP. **Ampliação da Oferta de Energia Através da Biomassa,** 2001.

IAA/PLANALSÚCAR. **Guia das Principais Pragas da Cana-de-Açúcar no Brasil.** Piracicaba: [s.n.], 1977. 29p.

LOPES, I.V. **O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo: guia de orientação.** Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2002. 90 p.

MACEDO, I. C., **Greenhouse Gas Emissions and Bio-Ethanol Production/Utilization in Brazil,** Internal Report, CTC-05/97, Jan/1997, Copersucar, Piracicaba-SP.

MACHADO, R. **Álcool energia verde.** São Paulo: Iqual Editora, 2002.

MORAES, M. A.F.D. & SHIKIDA, P.F.A. **Agroindústria Canavieira no Brasil: evolução, desenvolvimento e desafios.** São Paulo: Ed. Atlas, 2002.

ORLANDO FILHO E LEME, 1984. Fluxograma Simplificado apresentando quantidades médias de produtos e subprodutos gerados na industrialização da cana-de-açúcar. **Revista Saneamento Ambiental,** [S.l.], n.11, Dez.1990.

RAIJ, B. van; SPIRONELLO, A. **Boletim 100: Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo,** 2 ed. Campinas, Instituto Agrônomo e Fundação IAC, 1996 p. 237-239.

SILVA, F. C. da . **Levantamento de Modelos Matemáticos aplicados a cana-de-açúcar,** 1ª edição; Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, Doc. 1, 2001:26p.

WAACK, R. S. & NEVES, M. F. **Competitividade do Sistema Agro-industrial da cana-de-açúcar.** 1998.