


UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS  
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E SANEAMENTO  
CENTRO DE RECURSOS HÍDRICOS E ECOLOGIA APLICADA

**DISCUSSÃO SOBRE OS FATORES AMBIENTAIS IMPACTADOS  
PELO SETOR SUCROALCOOLEIRO E A CERTIFICAÇÃO  
SOCIOAMBIENTAL**

Serviço de Pós-Graduação EESC/USP  
**EXEMPLAR REVISADO**  
Data de entrada no Serviço: 06 / 12 / 00  
Ass.: 

**ALDO ROBERTO OMETTO**

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia  
de São Carlos, da Universidade de São Paulo,  
como parte dos requisitos para obtenção do Título  
de Mestre em Ciências da Engenharia Ambiental.

**ORIENTADOR: Prof. Dr. Marcelo Pereira de Souza**

DEDALUS - Acervo - EESC



31100017065



São Carlos

2000

Class.	TESE-EENG
Cott.	4048
Tombo	031/01

31100017065

st 1127713

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento  
da Informação do Serviço de Biblioteca - EESC/USP

Ometto, Aldo Roberto  
055d      Discussão sobre os fatores ambientais impactados pelo  
setor sucroalcooleiro e a certificação socioambiental /  
Aldo Roberto Ometto. -- São Carlos, 2000.

Dissertação (Mestrado) -- Escola de Engenharia de São  
Carlos-Universidade de São Paulo, 2000.

Área: Ciências da Engenharia Ambiental.

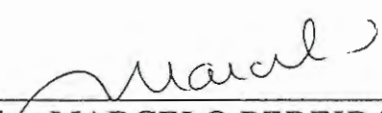
Orientador: Prof. Dr. Marcelo Pereira Souza.

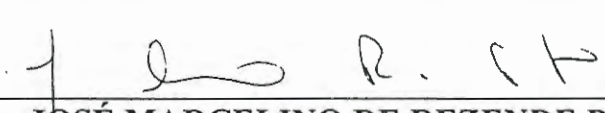
1. Cana-de-açúcar. 2. Setor sucroalcooleiro.  
3. Certificação socioambiental. 4. Impactos ambientais.  
5. Análise ambiental. 6. Gestão ambiental. 7. Adequação  
ambiental. I. Título.

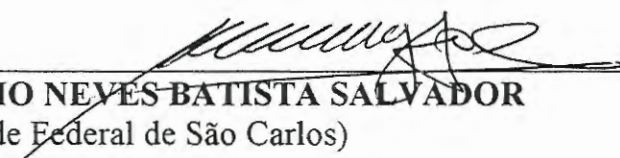
FOLHA DE APROVAÇÃO

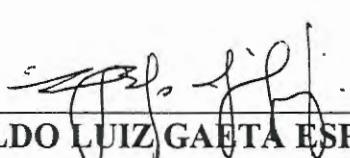
Candidato: Engenheiro **ALDO ROBERTO OMETTO**

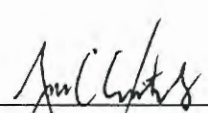
Dissertação defendida e aprovada em 06-10-2000  
pela Comissão Julgadora:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Associado **MARCELO PEREIRA DE SOUZA (Orientador)**  
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Doutor **JOSÉ MARCELINO DE REZENDE PINTO**  
(Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto - Universidade de São Paulo)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Doutor **NEMÉSIO NEVES BATISTA SALVADOR**  
(UFSCar – Universidade Federal de São Carlos)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Doutor **EVALDO LUIZ GAETA ESPÍNDOLA**  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação  
em Ciências da Engenharia Ambiental

  
\_\_\_\_\_  
**JOSÉ CARLOS A. CINTRA**  
Presidente da Comissão de Pós-Graduação da EESC

DEDICATÓRIA

AO MEU PAI, MEU MESTRE E GUIA;  
À MINHA MÃE, ETERNA INCENTIVADORA;  
À TODA MINHA FAMÍLIA E AMIGOS.

## AGRADECIMENTOS

Ao Professor Marcelo, pela amizade, disposição, atenção e imensa  
capacidade de ensino e orientação;

À FAPESP, pelo financiamento do trabalho;

Aos amigos do Laboratório *Agenda Ambiental, SIG*, em especial ao Aurélio,

Vitim, Peixe, Gi, Rutinha e todos demais;

À todos professores do CRHEA e SHS que colaboraram com minha formação  
profissional;

Aos funcionários do CRHEA, especialmente a Claudete;

Aos funcionários do SHS;

Ao apoio da Pazu;

Às Usinas de açúcar e álcool que possibilitaram a visita a campo;

A todos os amigos com os quais compartilhamos momentos únicos.

---

## SUMÁRIO

	página
LISTA DE FIGURAS .....	ii
LISTA DE TABELAS .....	iii
LISTA DE QUADROS .....	v
LISTA DE DIAGRAMA.....	vi
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS .....	vii
RESUMO .....	ix
ABSTRACT .....	x
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>6</b>
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>7</b>
<b>4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>10</b>
4.1. Breve histórico da cultura canavieira.....	10
4.2. Certificações ambientais.....	18
4.2.1. Certificação socioambiental da cana-de-açúcar e seu processamento industrial promovida pelo Instituto de Manejo Florestal e Agrícola – IMAFLORA.....	22
4.3. Gestão Ambiental.....	31
4.4. Política Nacional do Meio Ambiente e alguns de seus instrumentos.....	35
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>45</b>
5.1. Avaliação ambiental do setor sucroalcooleiro .....	45
5.2. Considerações sobre os impactos ambientais .....	50
5.3. Certificação socioambiental promovida pela IMAFLORA .....	202
<b>6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>221</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>225</b>

## LISTA DE FIGURAS

	<b>página</b>
Figura 01: Visão aérea da Usina e Companhia Energética Santa Elisa.....	50
Figura 02: Operação de preparo com aplicação de herbicida.....	66
Figura 03: Manutenção de parte do palhiço no campo.....	76
Figura 04: Plantio manual.....	80
Figura 05: Máquina plantadora de cana-de-açúcar.....	81
Figura 06: Aplicação de herbicida com tratores.....	90
Figura 07: Trabalhador com equipamentos de proteção individual.....	103
Figura 08: Fertirrigação de vinhaça com canhão.....	108
Figura 09: Canal de vinhaça com e sem impermeabilização.....	113
Figura 10: Colheita mecânica de cana crua.....	122
Figura 11: Queimada da cana-de-açúcar.....	127
Figura 12: Fumaça da queima da cana-de-açúcar nas estradas.....	139
Figura 13: Trabalho infanto-juvenil no corte de cana queimada.....	147
Figura 14: Senhora no corte de cana queimada na região de Piracicaba.....	148
Figura 15: Ônibus usado no transporte dos trabalhadores rurais.....	149
Figura 16: Fluxograma simplificado do processo industrial do açúcar e álcool.	155
Figura 17: Emissão atmosférica do processo industrial de uma usina de açúcar e álcool.....	158
Figura 18: Operação industrial de lavagem da cana-de-açúcar.....	165
Figura 19: Visão geral das técnicas de minimização dos efluentes.....	175
Figura 20: Caldeira de combustão do bagaço.....	181
Figura 21: Gerador de energia.....	181
Figura 22: Energia disponível em equivalente barril de petróleo, no bagaço, no álcool e palhiço da cana-de-açúcar de toda área com cana-de-açúcar no Brasil.....	188
Figura 23: Canal de vinhaça.....	194
Figura 24: Canal de vinhaça sem impermeabilização.....	195

## LISTA DE TABELAS

	página
TABELA 01: Poluentes emitidos durante a utilização do álcool e da gasolina por automotores.....	3
TABELA 02: Variação relativa na emissão de poluentes pelo escapamento em função do teor de álcool anidro na gasolina (%v/v).....	4
TABELA 03: Área e Produção de cana-de-açúcar, por Estado, de 1970 e 1980.....	14
TABELA 04: Distribuição de usinas e destilarias por Estado em 1990.....	16
TABELA 05: Distribuição da área ocupada com cana-de-açúcar com relação ao tamanho médio dos estabelecimentos rurais no Estado de São Paulo entre 1960 e 1985.....	52
TABELA 06: Evolução do Índice de Produtividade física da cana-de-açúcar....	72
TABELA 07: Comparação das perdas de solo nos Sistemas de Preparo Convencional e Plantio Direto.....	77
TABELA 08: Classificação mutitemporal da cobertura do solo da região de Piracicaba, SP.....	86
TABELA 09: Principais herbicidas utilizados na cultura da cana-de-açúcar....	93
TABELA 10: Persistência, degradação e deslocamento dos principais herbicidas no ambiente.....	94
TABELA 11: Resultados das simulações com Tebutiuron.....	97
TABELA 12: Resultados de 4 anos de simulação.....	98
TABELA 13: Características físicas e bioquímicas da vinhaça.....	106
TABELA 14: Características qualitativas e quantitativas da vinhaça.....	106
TABELA 15: Características qualitativas da vinhaça.....	107
TABELA 16: Média da composição química da vinhaça no Brasil.....	107
TABELA 17: Influência da aplicação de vinhaça em diferentes variedades.....	115
TABELA 18: Comparação do "volume-weighted mean concentrations (VWM)" para os componentes selecionados de quatro estações de amostras, Manaus e Serra do Navio (Amazon).....	134
TABELA 19: Rendimentos médios diários na colheita de cana-de-açúcar em Ibaté-SP (1977).....	146
TABELA 20: Composição dos gases da chaminé devido a combustão do bagaço.....	159
TABELA 21: Tamanho das partículas provenientes da queima do bagaço em caldeira.....	160
TABELA 22: Contribuição à poluição hídrica na bacia do Piracicaba.....	163
TABELA 23: Carga poluidora com relação ao equivalente populacional de Usinas de Açúcar e Alcool (base de cálculo: 1000t de cana processada para produção de açúcar e álcool de mosto de melaço).....	164
TABELA 24: Características qualitativas e quantitativas das águas de lavagem.....	166
TABELA 25: Características qualitativas e quantitativas das águas condensadas dos evaporadores.....	168
TABELA 26: Características qualitativas e quantitativas das águas das colunas barométricas.....	170
TABELA 27: Características qualitativa e quantitativa das águas dos	



condensadores da destilaria.....	171
TABELA 28: Características qualitativas e quantitativas das águas de lavagem das dornas de fermentação.....	172
TABELA 29: Composição dos gases da chaminé devido a combustão do bagaço.....	182
TABELA 30: Produção de energia elétrica pelo bagaço de cana (1982-1998).....	183
TABELA 31: Potência instalada de unidades do setor sucroalcooleiro cadastradas no MAE (dez/1998).....	184
TABELA 32: Potencial de cogeração no setor sucroalcooleiro.....	185
TABELA 33: Legislação relevante para a cogeração de energia elétrica a partir do bagaço da cana de açúcar.....	190
TABELA 34: Intoxicações coletivas por alimentos contaminados com agrotóxicos durante o transporte.....	196

**LISTA DE QUADROS**

	página.
Quadro 01: Sistema de Gestão Ambiental.....	32
Quadro 02: Matriz dos impactos ambientais do Setor Sucroalcooleiro.....	49
Quadro 03: Valores totais anuais de CO (emGg) no período de 1986/1996 provenientes da queima da cana nos estados produtores.....	130
Quadro 04: Matriz dos Impactos Ambientais do Setor Sucroalcooleiro completa .....	200

**LISTA DE DIAGRAMA**

	<b>página</b>
Diagrama 01: Média dos valores de concentração do material orgânico dissolvido.....	135

## LISTA DE SIGLAS E ABREVEATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AIA	Avaliação de Impacto Ambiental
ANELL	Agência Nacional de Energia Elétrica
APP	Área de Preservação Permanente
CASCO	Comitê de Avaliação da Conformidade
CBSC	Congresso Brasileiro de Ciências do Solo
CEA	Centro de Estudos Ambientais
CETESB	Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental
CNPMA	Centro Nacional de Pesquisas de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONTAG	Confederação Nacional dos Trabalhadores na Agricultura
COPERSUCA	Cooperativa Central dos Produtores de Açúcar e Alcool do Estado de São Paulo
R	
CQB	Certificado de Qualidade em Biossegurança
CRM	Conselho Regional de Medicina
CTNBio	Comissão Técnica Nacional de Biossegurança
DBO	
DOC	Dissolved Organic Carbon
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
EMBRAER	Empresa Brasileira de Aeronáutica
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPA	Environmental Policy Act
EPIA	Estudo Prévio de Impacto Ambiental
GEN	Global Ecolabelling Network
HPA	Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos
IAC	Instituto Agrônômico de Campinas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IMAFLORA	Instituto de Manejo Florestal e Agrícola

INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
ISO	International Standards Organizations
MAE	Mercado Atacadista de Energia
MAIA	Manual de Avaliação de Impacto Ambiental
OD	Oxigênio Dissolvido
OGMs	Organismos Geneticamente Modificados
PCB	Bifenilas Policloradas
PDT	Partido Democrático Trabalhista
PLC	Projeto de Lei Complementar
PT	Partido dos Trabalhadores
PV	Partido Verde
RAP	Relatório Ambiental Preliminar
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SBC	Sistema Brasileiro de Certificações
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
UNIDO	United Nations Industrial Development Organization
VWM	Volume-weighted mean concentrations
VWMDOC	Volume-Weighted mean concentrations of Dissolved Organic Carbon

## RESUMO

OMETTO, A. R. (2000). *Discussão sobre os fatores ambientais impactados pelo setor sucroalcooleiro e a certificação socioambiental*. São Carlos, 2000. 253p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos.

A cana-de-açúcar é uma das principais culturas agrícolas do Brasil, ocupando grandes extensões de terras. Como consequência do seu modo de produção, pode-se citar diversos impactos sociais e ambientais, tais como a substituição de vegetação nativa, o uso exacerbado de agrotóxicos, erosão, assoreamento dos corpos de água, compactação do solo, queimadas, além de concentração de terras e renda. O presente trabalho discute os fatores ambientais impactados pelo setor sucroalcooleiro a fim de que eles sejam considerados em uma certificação socioambiental da cana-de-açúcar e seu processamento industrial. Para isto, na primeira parte são apresentados um breve histórico da cultura canieira no Brasil e uma revisão bibliográfica sobre certificação ambiental, gestão ambiental, Política Nacional do Meio Ambiente e alguns de seus instrumentos. Os impactos ambientais das atividades do setor sucroalcooleiro foram sistematizados pelo método da *Matriz de Impactos* por meio de ampla revisão bibliográfica, entrevistas com técnicos e participações em eventos científicos. Estes impactos foram analisados a fim de se verificar a eficácia dos parâmetros ambientais e sociais estabelecidos por uma certificação socioambiental. A certificação socioambiental é vista como um meio de adequar sócio e ambientalmente as atividades do setor sucroalcooleiro e, com isso, seus padrões devem englobar aspectos técnicos e demandas sociais. Propôs-se alguns indicadores gerais aos princípios da certificação analisada, assim como a reformulação ou eliminação de algumas atividades que apresentaram vários impactos negativos perante os fatores ambientais avaliados.

Palavras-chave: cana-de-açúcar; setor sucroalcooleiro; certificação socioambiental; impactos ambientais; análise ambiental; gestão ambiental; adequação ambiental.

## ABSTRACT

OMETTO, A. R. (2000). *Discuss of the environmental factors that have been impacted by the sugar and alcohol sector and the social and environmental certification*. São Carlos, 2000. 253p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos.

Sugar cane is one of the most important agricultural cultivation in Brazil, which can be found in large areas of the country. As a result of its production mode there are many social and environmental impacts, such as changes in the native vegetation, the intensive use of chemical products, erosion, silting, soil compacting and burning. Besides, the incomes and the agricultural areas are held by one culture and few landlords. The present work discusses the environmental components that are impacted by the sugar and the alcohol sector in order to consider them in a social and ecological certification of sugar cane and its industrial process. Therefore, it is presented, at first part, a brief history of sugar cane in Brazil, a bibliographic revision of environmental certification, environmental management, the National Environmental Act and some of its instruments. The environmental impacts of the sugar and alcohol sector activities were systematized by the Matrix of Impacts Method with a wide bibliographic revision, interviews, and participation in scientific events. Those impacts were analyzed to verify the effectiveness of the environmental and social parameters established by a social and ecological certification. Social and environmental certification is meant to be a way to adjust the sugar and alcohol sector activities. So, this certification must involve technical aspects and social demands. The work suggests some general indicators to the principles of the analyzed certification as well as reform or elimination of some activities that cause many negatives impacts.

Keywords: sugar cane, sugar and alcohol sector, social and environmental certification, environmental management, environmental analysis.

---

## 1. INTRODUÇÃO:

— A cana-de-açúcar é a principal fonte geradora de recursos financeiros da área agrícola do Estado de São Paulo e uma das principais do Brasil. Esta cultura ocupa, segundo INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE (2000), 4.293.825ha do território brasileiro, gerando 32% da renda agrícola paulista, com mais de 370 mil empregos, segundo ORPLANA, 1997, equivalente a 45,5% do trabalho no campo. Atualmente, de acordo com CRISTO (2000), o Brasil é o maior produtor mundial de cana, de açúcar e de álcool, e o maior exportador de açúcar, sendo o segundo maior mercado consumidor deste. No país, além dos 3,5 milhões de veículos movidos a álcool, em cada litro de gasolina consumido encontra-se 22% de álcool anidro. No período de safra 1999/2000, 316 unidades produtivas transformaram 300,3 milhões de toneladas de cana em 17,6 milhões de toneladas de açúcar e 12,1 bilhões de litros de álcool, segundo UNICA (2000). —

— A principal importância econômica da cana-de-açúcar é sua capacidade de armazenar concentrações significativas de sacarose, a qual está vinculada a três importantes agroindústrias: açúcar, álcool e aguardente. Este setor pode, ainda, servir de fonte de matéria-prima a outras indústrias, como por exemplo: a utilização do bagaço pelas fábricas de papel, furfural, para o confinamento de gado, o melaço para a produção de álcool, e mais diversas utilizações, conforme PNDU (1990), além de cogeração de energia por meio do bagaço e da palhada. —

Apesar disto, segundo BROWN et al. (1990)<sup>1</sup> apud GUIVANT (1998), desde 1985 a produtividade mundial agrícola apresenta-se em pleno declínio, devido à degradação ambiental, redução da área de plantio, salinização dos solos produtivos, poluição do ar, chuvas ácidas e transformações na camada de ozônio. Esta constatação representa a resposta do meio natural frente ao modelo tradicional empregado pelos sistemas agropecuários tradicionais – latifúndio monocultor e utilização intensa de máquinas e agroquímicos – considerados por ELLIOT & COLE (1989), um dos maiores responsáveis pela degradação ambiental, com o latifúndio

---

<sup>1</sup> BROWN, L. et al (1990). *State of the world*. A worldwatch Institute report on progress toward a sustainable society. Nova York. Norton and CO.



ocupando 30% da superfície terrestre continental. Dados da WORLD RESOURCES (2000) mostram que nos últimos 50 anos, aproximadamente, 66% do solo agrícola mundial foi degradado por erosão, salinização, compactação, perdas de nutrientes, degradação biológica ou poluição. Além disso, 40% da área agrícola mundial sofre degradações consideradas de alta intensidade.

Em vista disso, a agricultura, assim como todas as atividades antrópicas, de um modo geral, devem ser redirecionadas no sentido de considerar os fatores ambientais como elementos vitais do gerenciamento e passíveis de serem incorporados no seu agroecossistema de forma a obter produtividade com sustentabilidade. Com esta finalidade, a atividade econômica deve estar adequadamente localizada e extrair do meio natural, no máximo, até a sua capacidade de suporte.

– O desenvolvimento sustentável, definido em âmbito mundial em BRUTLAND (1987) como sendo o desenvolvimento que atende as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras em atender as suas próprias, poderá ser iniciado com a instalação e controle das atividades humanas de forma a não causar danos ao meio ambiente. Faz parte deste processo a utilização de alguns instrumentos de gestão ambiental, entre eles: a alocação das atividades em áreas pré-estabelecidas por um zoneamento do território em regiões ambientalmente aptas para tais, pela melhoria das condições sociais da população, por políticas de contenção das emissões e resíduos, portanto, com a inserção da variável ambiental nos processos produtivos e de decisão. Para isto, é necessário a realização de um estudo preliminar afim de identificar as áreas com potencialidades ambientais para sua localização e analisar os impactos ambientais decorrentes de sua implantação, operação e desativação.

– De um modo geral, a inserção da variável ambiental nos processos decisórios pode ocorrer de dois modos: pela mudança da estrutura do modo de produção vigente – *revolução* – passando o meio ambiente a ser considerado neste novo modelo; ou pela inserção da questão ambiental no atual modo de produção existente sem transformar sua estrutura – *reforma* -. Esta incorporação dos fatores ambientais pela reforma pode ocorrer, no sistema atual brasileiro, de duas formas: pela *legislação*, na qual será impositiva; ou via *mercado*, meio pelo qual o consumidor irá determinar

seus produtos de consumo pelas especificidades de seus benefícios ambientais. Neste contexto, as certificações ambientais surgem como um meio de garantir ao consumidor a adequação ambiental de determinado produto, serviço ou empreendimento ou, ao menos, apresentar ao mercado esta preocupação (SOUZA, 2000). –

Assim, a certificação socioambiental se insere no sistema atual como garantia de adequação ambiental e justiça social, as quais, segundo SOUZA (1998), não devem ser vistas separadamente, visto que os danos ambientais, assim como as injustiças sociais, advêm da mesma gênese: *o modo de produção capitalista*.

Frente a este paradigma, o setor sucroalcooleiro se apresenta como mais uma atividade impactante do meio que ocupa. Entre os impactos ambientais que este trabalho irá analisar, pode-se antecipar: a substituição de vegetação nativa, o uso exacerbado de agrotóxicos, erosão, assoreamento dos corpos de água, compactação do solo, queimadas, demandas sociais, além de outros decorrentes da característica do latifúndio monocultor.

Contudo, as potencialidades deste setor em se adequar ambientalmente são altas e viáveis, tendo em vista seu alto potencial de geração de energia por fontes renováveis, possibilidade de mudanças em algumas etapas da produção e a geração de um combustível com menores taxas de poluentes, durante sua utilização, como indicado na tabela 01, renovável e alternativo aos fósseis.

TABELA 01: Poluentes emitidos durante a utilização do álcool e da gasolina por automotores

<i>Combustível</i>	<b>Poluentes (g/km)</b>		
	<i>CO</i>	<i>HC</i>	<i>NO</i>
<b>Álcool</b>	18,80	1,56	1,09
<b>Gasolina</b>	40,50	3,77	1,40

Fonte: COPERSUCAR (1989b)

A contribuição do álcool (anidro) ao ser incorporado à gasolina é outro dado positivo no rol de suas qualidades ambientais; e pode ser verificado pela tabela 02, a qual mostra o aumento da quantidade de poluentes emitida pela gasolina com a redução do álcool. A tabela 02 apresenta, portanto, a estimativa de emissão de

poluentes pelo escapamento de automotores em função do teor de álcool adicionado à gasolina.

TABELA 02: Variação relativa na emissão de poluentes pelo escapamento em função do teor de álcool anidro na gasolina (%v / v)

Porcentagem de etanol				
Poluente	22 %	18 %	12 %	0 %
CO	100	120	150	200 – 450
HC	100	105	110	140
NOx	100	95	80	60

Fonte: CETESB (2000)

Portanto, como mostra a tabela 02, a capacidade do álcool na melhoria da qualidade ambiental é grande, contudo, ocorrem externalidades ambientais negativas durante seu processo agroindustrial.

Com isso, a descrição dos parâmetros sociais e ambientais que deverão ser adotados dentro do planejamento da cadeia produtiva sucroalcooleira é de extrema importância, afim de que ela possa se adequar ambientalmente e seja passível de obter uma certificação socioambiental.

Deste modo, a certificação vem ao encontro de transformar o álcool em um verdadeiro combustível que garanta melhorias ambientais e sociais e tornar o setor sucroalcooleiro em um amplo complexo energético com bases sustentáveis. Esta sustentabilidade será buscada pela redução dos impactos sociais e ambientais advindos das atividades sucroalcooleiras durante suas fases de instalação, operação e desativação, além de maximizar os efeitos positivos de algumas práticas. A eficácia destas propostas dependerá, também, da inserção de certos parâmetros mínimos de qualidade de vida, considerados fundamentais pelos atores da sociedade envolvidos com o setor sucroalcooleiro.

O presente trabalho pretende indicar os possíveis impactos ambientais do setor sucroalcooleiro que deverão ser considerados para uma certificação socioambiental desta atividade.

Uma certificação socioambiental da cana-de-açúcar e de seu processamento industrial foi promovida pelo Instituto de Manejo Florestal e Agrícola

(IMAFLORA), em processo participativo de alguns segmentos da população, com o objetivo de estabelecer padrões de qualidade ambiental e social para o setor sucroalcooleiro. Estes padrões são descritos na forma de Princípios gerais e Critérios específicos (P&C) em um documento público ([www.imaflora.org.br/ programs/ pca/ padroes/ padroes.htm](http://www.imaflora.org.br/programs/pca/padroes/padroes.htm)); porém, para que os P&C sejam alcançados, certos indicadores técnicos devem ser estabelecidos.

O presente trabalho se contextualiza ao apontar alguns possíveis indicadores técnicos gerais para os Princípios estabelecidos nesta certificação, afim de nortear parâmetros mais específicos.

A abordagem do trabalho inicia-se com uma revisão bibliográfica sobre o histórico da cultura canavieira no Brasil, as certificações ambientais, gestão ambiental e a Política Nacional do Meio Ambiente. Em seguida, no capítulo 5 – Resultados e Discussões - , são identificados e analisados os impactos ambientais intervenientes do setor sucroalcooleiro, assim como os indicadores gerais da certificação sociambiental promovida pela IMAFLORA. As conclusões, como todo trabalho de forma geral, foram focadas no sentido de estabelecer algumas recomendações à certificação socioambiental, para que esta realmente englobe dois de seus principais princípios: *“adequação ambiental e justiça social”*.

## 2. OBJETIVOS:

O presente trabalho apresenta os seguintes objetivos:

### **Geral:**

Analisar os fatores ambientais impactados pelo setor sucroalcooleiro e analisar uma certificação socioambiental da cana-de-açúcar e seu processamento industrial.

### **Específicos:**

- . Identificar e analisar os impactos ambientais que ocorrem na agroindústria sucroalcooleira;
- . Identificar algumas formas de minimizar os impactos ambientais na produção de açúcar e álcool;
- . Apontar os indicadores gerais que devem constar de uma certificação socioambiental da cana-de-açúcar e seu processamento industrial a partir dos impactos ambientais identificados e os requisitos mínimos ditados pelos setores envolvidos da sociedade

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS:

Inicialmente, realizou-se os procedimentos de levantamento, leitura, análise e compilação bibliográfica em vários itens do trabalho, entre eles:

- a) histórico da cultura da cana-de-açúcar no Brasil;
- b) certificação ambiental;
- c) gestão ambiental;
- d) Política Nacional do Meio Ambiente;
- e) padrões ambientais;
- f) avaliação de impactos ambientais;
- g) operações agrícolas;
- h) operações e processos industriais;
- i) identificação dos impactos ambientais do setor sucroalcooleiro;
- j) formas de minimizar os impactos ambientais industriais da produção de açúcar e álcool.
- k) participação da sociedade;
- l) certificação socioambiental promovida pela IMAFLORA.

A partir deste ponto, são realizados estudos sobre os tópicos abordados e análises críticas - sínteses – para a verificação da eficácia desta certificação na manutenção da qualidade ambiental requerida pela sociedade.

O método de identificação e análise dos impactos ambientais do setor sucroalcooleiro foi a **MATRIZ DE IMPACTOS**, sendo a abordagem de reflexão crítica, a partir da análise e síntese do processo produtivo com os fatores ambientais impactados pelo setor sucroalcooleiro. O rigor desta análise considera a excelência em qualidade ambiental ditada pelo conceito de certificação ambiental como parâmetro para a avaliação ambiental.

O método da *Matriz de Impactos* utilizado é adequado para identificação e análise dos impactos diretos e relevantes de um empreendimento em suas diversas fases: desde o projeto, posterior instalação e produção, até sua desativação. Este método interrelaciona as atividades do projeto com os fatores ambientais analisados, sendo disposto em linhas e colunas. Nas linhas podem ser representados os elementos ambientais e nas colunas as etapas a serem analisadas da atividade. As

quadrículas identificadas, definidas pela interseção das linhas e colunas da matriz, representam os impactos de cada ação sobre cada fator ambiental, podendo ser negativo (adverso) e/ou positivo (benéfico) para cada fator analisado.

A sistematização dos impactos na matriz elaborada, faz com que seja possível a fácil verificação dos impactos positivos e negativos que a atividade gera, podendo-se adotar medidas de mitigação dos impactos negativos e incentivos aos positivos.

De acordo com TOMMASI (1994), “*os impactos observados podem ser positivos ou benéficos, quando resultar em uma melhoria da qualidade de uma característica ambiental e negativo ou adverso, quando uma ação resulta em um dano à qualidade de uma variável ambiental*”.

- A identificação e análise dos impactos referentes ao setor sucroalcooleiro, assim como as propostas de mitigação dos impactos industriais, foram possíveis por meio de amplo levantamento bibliográfico, várias visitas a campo em fazendas de cana-de-açúcar e usinas nas regiões de Piracicaba - SP e Ribeirão Preto - SP, entrevistas com técnicos e professores universitários, com gerentes e diretores agrícolas e industriais, promotores públicos e funcionários de órgãos de fiscalização, como a Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental (CETESB). Realizou-se, também, pesquisas nas seções técnicas da CETESB de Araraquara - SP, Piracicaba - SP, São Paulo - SP, Secretaria do Meio Ambiente (SMA), por meio da análise de Estudos de Impactos Ambientais, Relatórios de Impactos sobre o Meio Ambiente e Relatórios Ambientais Preliminares. As participações em vários eventos científicos que abordavam os temas cana-de-açúcar e/ou meio ambiente foram, também, de grande valia para a avaliação ambiental pretendida neste. -

A análise e discussão da certificação socioambiental da cana-de-açúcar e seu processamento industrial proposta pela IMAFLORA foi possível, além dos itens anteriormente mencionados, por meio da participação no processo de definição dos seus padrões. Esta participação, de forma voluntária, iniciou-se em 1996, quando já era desenvolvido trabalho junto à Universidade Federal de São Carlos, e teve importância fundamental para a identificação dos aspectos considerados prioritários por cada área envolvida: *ambiental, social e econômica*. Os principais fóruns de discussão dos fatores ambientais, sociais e econômicos a serem contemplados nesta

certificação foram realizados em reuniões dos grupos de trabalho, dois workshops e por meio de uma assembléia geral, na qual a duração foi de dois dias de intensas argüições entre os três segmentos representativos.

– Portanto, a ampla revisão bibliográfica englobando trabalhos técnicos, processos judiciais, assim como várias visitas a usinas, universidades, instituições técnicas e eventos científicos embasaram a identificação e análise dos impactos ambientais sistematizados pelo método da Matriz. A partir desta foi possível, juntamente com a participação do processo promovido pelo IMAFLORA, discutir e sugerir possíveis indicadores gerais para os princípios da certificação socioambiental da cana-de-açúcar e seu processamento industrial. ▽



## 4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 BREVE HISTÓRICO DA CULTURA CANAVIEIRA

De acordo com o historiador ANDRADE (1994), a economia canavieira marcou todo processo histórico do país, desde o período colonial até os dias atuais. A primeira atividade agrícola desenvolvida no Brasil foi a cana-de-açúcar, introduzida por Martim Afonso de Souza, em São Vicente, em 1532. A sua produção foi localizada, inicialmente, na costa nordestina, sobretudo em Pernambuco e Bahia. A cultura requeria o emprego de grandes quantidades de capital, da apropriação das terras indígenas, da destruição das matas nativas, da construção de engenhos de açúcar, da escravização dos índios e africanos, consolidando uma estrutura dentro do molde extrativista que a colônia representava.

Em meados do século XVI a cana foi introduzida na Baixada Santista, em pequenos engenhos voltados para o abastecimento local, tendo em vista que a distância com os centros europeus impedia sua concorrência com os pernambucanos e baianos, os grandes exportadores brasileiros em todo período colonial, segundo ANDRADE (1994).

Este autor mostra que o processo de desenvolvimento provocou grandes mudanças no território, hoje, brasileiro, devido ao desmatamento da vegetação nativa, servindo de combustível, a destruição rápida da Mata Atlântica, a construção de engenhos e edificações para a indústria, a construção de cidades portuárias e estradas. Basicamente, a produção se concentrou na faixa litorânea para facilitar seu escoamento, sendo que apenas no século XVIII, os canaviais se expandiram pela planície de Campos.

No período colonial, foi mantido o sistema patriarcal sem grandes mudanças tecnológicas, dominando na agricultura, uma mesma variedade de cana, a crioula e do ponto de vista industrial, o banguê (pequeno engenho) movido à água ou à tração animal, onde se produzia o açúcar mascavo para a exportação. O processo de clareamento era artesanal e transformava o açúcar mascavo em clarificado.

ANDRADE (1994) descreve, ainda, que como a produção da cana era voltada para a exportação, o governo imperial implantou modernas fábricas e engenhos

centrais, que deveriam produzir açúcar branco visando o mercado europeu utilizando outro tipo de cana: *a cana caiana*. O primeiro engenho central foi o de Quissamã, no município de Muriaé, no Estado do Rio de Janeiro, em 1877, e ainda hoje é utilizado como usina. Posteriormente, surgiram engenhos centrais em Porto Feliz (1877) e em Piracicaba (1882).

Nas décadas de 1920 e 1930 houve uma significativa expansão dos canaviais paulistas, provocado pela crise do café em face da sua superprodução e do aumento do mercado interno do açúcar. São Paulo preparava-se para disputar com o Rio de Janeiro e Pernambuco o mercado regional que se encontrava em seu próprio território.

A filosofia dos engenhos de separar a atividade agrícola da industrial fracassou devido ao não cumprimento dos contratos por parte dos fornecedores e a conseqüente ociosidade da indústria. Além disso, o capital estrangeiro começou a investir no transporte e as fábricas foram vendidas aos proprietários de terras.

Surgia assim o período usineiro, em que foram montadas numerosas fábricas de pequeno e médio porte, construídas estradas de ferro particulares e implantadas várias destilarias de álcool. Os banguês foram gradativamente desmontados e anexados às usinas.

Neste período começou a implantação de usinas e o desenvolvimento de cursos para a formação de técnicos e agrônomos. A preocupação com o aumento do rendimento agrícola, tanto pela seleção de sementes, como pelo combate às pragas e uso de fertilizantes, foram fundamentais para o crescimento paulista, complementado com o aumento da produtividade industrial, conseqüência da modernização das instalações e técnicas de produção.

Aliado a isto, segundo ANDRADE (1994), a crise de 1930, com a queda do preço do café no mercado internacional, incidiu fortemente sobre a economia açucareira, intensificando a expansão dos canaviais em áreas antes cultivadas com café. Travou-se, então, uma forte luta entre as áreas produtoras de cana *versus* áreas produtoras de café, o que levou o governo adotar medidas mais planejadas para o setor agrícola.

O Governo Vargas, intervindo na economia e preocupado com a situação sobretudo do Rio de Janeiro e Nordeste, estabeleceu quotas de produção por estados

e por unidades produtivas (usinas), proibiu a instalação de novas fábricas e criou o Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA).

Porém, a pressão paulista sobre o I.A.A. era muito grande, de tal modo que foi promulgada em 21 de novembro de 1941, o decreto-lei nº 3855 do ESTATUTO DA LAVOURA CANAVIEIRA, beneficiando os usineiros paulistas. Ela procurava garantir a participação dos produtores de cana na produção do açúcar, exigindo que cada usina utilizasse até 50% de cana de fornecedores, ficando o restante para as canas próprias.

Alguns usineiros nordestinos não concordaram com a lei, pois se sentiam prejudicados, já que eram grandes proprietários de terra e a lei beneficiava os usineiros, proprietários de pequenas quantidades de terras e que já eram obrigados a comprar cana de terceiros.

Os usineiros paulistas foram acumulando capital e comprando terras dos fornecedores, colocando São Paulo, na década de 40, como o maior produtor de açúcar do país, com produtividade de 74 t/ha e batendo a primazia pernambucana que se fazia desde o período colonial.

Nas décadas seguintes, de acordo com ANDRADE (1994), o governo passou a ser mais liberal quanto à instalação de novas usinas e destilarias, fazendo com que o Centro-Sul, por ser uma área mais densamente povoada e maior nível de renda, fosse o grande beneficiado. Houve, em conseqüência, um desequilíbrio na produção, tornando-se São Paulo, já na década de 1950, o maior produtor nacional de açúcar. Várias tentativas foram feitas pelo governo para controlar os preços e o fornecimento de subsídios, mas não houve grandes resultados.

No ano de 1975, dois fatos importantes ocorreram que, segundo SANTOS (1993), resultaram na criação do Proálcool:

- a queda do preço internacional do açúcar e
- a crise do petróleo em 1973.

A primeira fase deste programa significava a ampliação da produção de álcool anidro em substituição ao chumbo tetra-etila na gasolina, constituindo a primeira iniciativa mundial em grande escala para a produção de energia alternativa, de origem renovável. A meta inicial era a de se aumentar o teor da mistura de álcool anidro na gasolina para 20%. A partir de 1979, nova fase do Proálcool se implantou,

em função da tecnologia de motores exclusivamente a álcool, buscando a substituição efetiva da gasolina para o álcool combustível.

Com isso, no período da ditadura, quando o governo procurava intensificar o processo de modernização, foram desenvolvidos programas de incentivo à cultura, sem mudanças sociais e preocupações ecológicas, como o Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar (Planalsucar) e o Programa Nacional do Álcool (Proálcool), decreto nº 7655-6, de 14 de novembro de 1975, tendo como justificativas: tornar a produção competitiva no mercado internacional e desenvolver uma alternativa de um combustível renovável frente ao petróleo. O Proálcool criava, segundo SANTOS (1993), *“estímulos financeiros à plantação adicional de cana, à montagem de destilarias anexas e autônomas e a programas que estimulem a produção de álcool”*.

Com esta política, o governo atendia segmentos das classes produtoras e justificava a sua atitude, alegando que ela teria um alcance social com a formação de novos empregos. Porém, deve-se analisar que estes eram sazonais e de baixa qualidade, as unidades industriais incentivadas se concentravam na mão dos grandes proprietários de terra, intensificando as desigualdades sociais e causando um grande impacto sobre o meio ambiente, com a destruição de matas nativas, poluição dos rios e lençóis de água subterrâneos, devido ao lançamento do vinhoto e de outros resíduos e efluentes, além dos impactos no solo com o uso de agrotóxicos e no ar com as queimadas. Além disso, os canaviais passaram a ocupar as melhores terras em detrimento a outras culturas, como as alimentícias.

Segundo ANDRADE (1994), estes programas estimularam a expansão dos canaviais por terras ainda não aproveitadas ou utilizadas em atividades econômicas de baixa rentabilidade, como a pecuária extensiva e a agricultura de produtos alimentares. Estados de inexpressiva importância na produção de cana-de-açúcar como Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e Maranhão, passaram a ser grandes plantadores, enquanto outros passaram a ter produções mais significativas. Entre os produtores tradicionais, como São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Alagoas, Pernambuco e Paraíba, a expansão canavieira foi feita de forma mais expressiva.

O crescimento do número de destilarias intensificou-se em 1975, com a política do Proálcool, a qual financiava a instalação de destilarias, que inicialmente

utilizavam a cana ou a mandioca como matéria prima. A cultura da mandioca para fins de produção alcooleira não obteve maiores sucessos devido a falta de equipamentos, pesquisas e técnicas agrícolas apropriadas a seu cultivo, além de problemas de doenças. Em contraposição, para o cultivo da cana-de-açúcar já se contava com os conhecimentos e técnicas necessárias. Para verificar o incentivo proporcionado à cultura canavieira pelo Proálcool, pode-se analisar a tabela 03:

Tabela 03: Área e Produção de cana-de-açúcar, por Estado, de 1970 e 1980.

Estados	Área cultivada (ha) 1970	Área cultivada (ha) 1980	Produção (t) 1970	Produção (t) 1980
Rondônia	189	245	1.847	3.074
Acre	696	222	11.602	3.325
Amazonas	624	1.045	14.541	11.909
Roraima	36	19	673	211
Pará	3880	5.893	131.669	200.013
Amapá	47	47	1.339	1.117
Maranhão	7.545	10.970	166.513	458.474
Piauí	11.665	5.701	202.713	133.207
Ceará	46.416	30.649	1.121.186	1.076.510
Rio Grande do Norte	11.964	36.558	370.930	1.706.600
Paraíba	40.007	85.455	1.433.245	3.057.112
Pernambuco	273.877	380.509	11.124.049	17.972.726
Alagoas	166.194	380.151	7.303.454	17.782.776
Sergipe	17.540	21.134	587.046	1.311.466
Bahia	45.860	26.448	1.146.083	838.050
Minas Gerais	168.553	169.124	4.067.220	7.677.901
Espírito Santo	20.797	18.475	455.499	727.934
Rio de Janeiro	180.946	199.655	5.544.790	7.059.095
São Paulo	580.487	1.073.120	30.340.214	72.257.080
Paraná	30.035	62.092	1.686.252	4.110.750
Santa Catarina	31.762	25.478	935.606	898.365
Rio Grande do Sul	41.732	42.093	805.600	1.033.964

Estados	Área cultivada (ha) 1970	Área cultivada (ha) 1980	Produção (t) 1970	Produção (t) 1980
Mato Grosso e Mato Grosso do Sul	3.900	15.310	74.393	550.062
Goiás	9.824	12.572	219.530	706.146
Distrito Federal	303	374	3.174	6.643
Brasil	1.653.960	2.400.658	67.759.379	139.185.510

Fonte: Anuário Estatístico do Brasil, 1982 in ANDRADE (1994)

Pode-se concluir, pela tabela 03, que o Proálcool, criado em 1975, realmente acelerou o crescimento do setor sucroalcooleiro; vide o Estado de São com aumento de sua produção em, aproximadamente, 138%. Isto ocorreu, principalmente, devido aos incentivos à criação de destilarias o que foi fundamental para o aumento da área produtiva. A consequência disto em São Paulo foi a construção de 78 destilarias entre 1975 e 1985, consolidando-se como o primeiro produtor de açúcar e álcool do país.

A partir de 1975, com a implantação do Proálcool, a cultura da cana-de-açúcar expandiu-se vertiginosamente de, aproximadamente, 68 milhões de toneladas de cana moídas em 1975, para 223 milhões, na safra 90/91. Isto foi acompanhado, neste período, por altas taxas de crescimento da produtividade agroindustrial.

ANDRADE (1994) mostra que os Estados com maior produtividade, como São Paulo e Paraná, ultrapassavam 50 t/ha, devido ao seu alto potencial tecnológico industrial, enquanto Roraima, de pouco desenvolvimento industrial, utilizando-se, ainda, de engenhos banguês, apresentava produtividade de 10t/ha.

Analisando a agroindústria canavieira brasileira, vê-se que ela tem uma importância tanto histórica, quanto pelo volume de produção. No primeiro caso, temos os estados do nordeste e o Rio de Janeiro, onde ainda hoje existem os pequenos banguês, os engenhos primitivos. No segundo caso temos os estados divididos em quatro grupos: aqueles que a área colhida anualmente com cana-de-açúcar é superior a um milhão de hectares, como São Paulo; aqueles na faixa de 200 mil a 900 mil hectares, como Pernambuco, Alagoas, Minas Gerais e Rio de Janeiro;

os que estão entre 50 mil a 200 mil hectares cultivados, como Paraná, Goiás, Bahia, Ceará, Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Norte, Mato Grosso; e os restantes que cultivam menos de 50 mil hectares, de acordo com ANDRADE (1994).

Como fonte de análise, é interessante verificar a tabela 04, que indica o número de usinas e destilarias por Estado:

Tabela 04 - Distribuição de usinas e destilarias por Estado em 1990:

ESTADOS	NÚMERO DE USINAS	NÚMERO DE DESTILARIAS
São Paulo	71	137
Pernambuco	32	33
Alagoas	27	31
Rio de Janeiro	16	16
Minas Gerais	13	28
Paraná	5	31
Sergipe	4	4
Bahia	3	3
Ceará	2	3
Rio Grande do Norte	2	5
Santa Catarina	2	1
Rio Grande do Sul	-	1
Mato Grosso do Sul	1	10
Mato Grosso	1	10
Goiás	2	15
Pará	1	2
Maranhão	1	4
Espírito Santo	1	6
Amazonas	-	-
Tocantins	-	1
Piauí	-	1

Fonte: ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL (1992) in ANDRADE (1994).

Analisando a tabela 04, nota-se a grande diferença no total de usinas e destilarias dos seis primeiros Estados com os outros. Isto se deve, principalmente, ao fato da região sudeste ter desenvolvido o setor industrial mais intensamente e Pernambuco e Alagoas serem tradicionais produtores de açúcar.

Áreas do Estado de São Paulo, como Ribeirão Preto, Sertãozinho, Bebedouro, Araraquara e Jaboticabal, ocupadas, anteriormente, pela cultura cafeeira passaram a dedicar-se a cana em substituição total ao café. Devido ao seu aparecimento posterior, a tecnologia no cultivo e em várias usinas dessas regiões são as mais avançadas do país, colocando-se como uma das áreas de maior produção e mais modernos complexos industriais sucroalcooleiro.

Atualmente, a cana-de-açúcar ocupa, aproximadamente, 4,4 milhões de hectares, segundo MOLINA JR. (1999), e a agroindústria sucroalcooleira brasileira é uma das maiores do mundo, perfazendo na safra de 1999/00, segundo UNICA (2000), um total de 300.393.242 toneladas de cana moída, produzindo 381.256.540 sacas de 50kg de açúcar, 6.006.655m<sup>3</sup> de álcool anidro e 6.774.855 m<sup>3</sup> de álcool.

Portanto, analisando-se todo histórico da cultura canavieira no território nacional, pode-se determinar, de acordo com ANDRADE (1994) quatro componentes da agroindústria sucroalcooleira:

1. **os industriais:** chamados usineiros, detentores do capital gerado por essa cultura, organizados em sociedades anônimas ou firmas individuais, implantaram várias usinas e destilarias pelo território nacional durante o século XX.
2. **os plantadores de cana:** chamados geralmente de "fornecedores". Eles se encarregam da produção da matéria-prima e atuam com parceiros dos industriais: são formados por grandes e pequenos proprietários.
3. **os trabalhadores rurais:** constituem a força de trabalho, muito submissos aos patrões até os anos 50 e após esse período conformista, estão entre os mais organizados em vários sindicatos. Porém, são ainda explorados, principalmente crianças e mulheres.
4. **o Estado:** quem orienta e oferece subsídios para a agroindústria.

A fim de que o desenvolvimento deste setor seja acompanhado pelas demandas sociais e valores ambientais deve-se, ainda, introduzir mais dois importantes elementos do sistema, não considerados até o momento em todo histórico da agroindústria sucroalcooleira:

5. **a participação popular:** a qual deve exigir que seus valores de qualidade



de vida não sejam comprometidos com as atividades econômicas e

6. *os fatores ambientais*: que devem ser respeitados de acordo com sua escassez relativa e legislações pertinentes;

Portanto, o papel da certificação ambiental deve ser de introduzir estes dois novos componentes em uma estrutura tradicional, como se caracteriza o setor sucroalcooleiro. O próximo tópico abordará, portanto, as certificações existentes e, com mais detalhes, a certificação socioambiental da cana-de-açúcar e seu processamento industrial proposta pela IMAFLORA.

#### 4.2 CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS

A área ambiental começou a ser discutida nas relações internacionais a partir da década de 60, segundo ELLIOTT (1994), especificamente, em 1968, com o Clube de Roma e, posteriormente, em 1972, com a realização da 1ª Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente, em Estocolmo. Este evento representou um marco político na conscientização mundial dos problemas ambientais, produzindo como principal documento a Declaração sobre o Ambiente Humano.

Vinte anos depois, em 1992, durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), realizada no Rio de Janeiro, foram assinados importantes documentos, tais como, Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, Agenda 21, Princípios para a administração sustentável das florestas, Convenção da Biodiversidade e convenção sobre a mudança do clima.

FIALHO (1997) comenta que a fim de garantir conquistas sociais e ambientais do Primeiro Mundo, sem perda da competitividade, barreiras alfandegárias vão cedendo lugar aos chamados selos normativos, os quais estabelecem padrões a serem cumpridos para que o produto possa ser certificado.

UPTON & BASS (1996) entendem a certificação como um instrumento econômico, baseado na busca de novos mercados consumidores, visando agregar valor pela diferenciação de produtos. Porém, a certificação ambiental deve ser vista como a garantia de adequação ambiental e para tal deve buscar maximizar os efeitos positivos e minimizar os malefícios ambientais da atividade certificada.

Para situar o processo de licenciamento e o estabelecimento de certificações, vale lembrar que em 1946, delegados de 25 países, dentre os quais o Brasil (representado pela ABNT - *Associação Brasileira de Normas Técnicas*), decidiram criar uma nova organização internacional cujo objetivo era de facilitar a coordenação e unificação internacional das normas industriais. Esta nova organização, a International Standards Organization (ISO), começou a funcionar oficialmente em 23 de fevereiro de 1947 com sede em Genebra, na Suíça. A primeira norma ISO foi publicada em 1951 com o título de “*Standard reference temperature for industrial length measurement*”. A ISO possui um conjunto de normas sobre todos os campos da normalização em conjunto com a IEC - *Comissão Internacional de Eletrotécnica* que atende o setor eletro-eletrônico e com o ITU - *União Internacional de Telecomunicações* que atende o setor de telecomunicações. Assim, a ISO elabora e avalia suas normas através de vários comitês técnicos compostos por especialistas dos diversos países membros, os quais tem o objetivo de monitorar os padrões ditados pela ISO.

Um dos primeiros sistemas estabelecidos de gestão ambiental empresarial foi o British Standard: BS7750, o qual se tornou uma referência para o desenvolvimento de sistemas de auditorias ambientais, para o regulamento 1836/03 e para a série ISO14000 (publicada em setembro de 1996), a qual é incompleta por não definir limites dos níveis de emissões e não se preocupar com a localização do empreendimento. Porém os padrões da ISO14000 definem os procedimentos da auditoria e os principais elementos para a implementação do Sistema de Gestão Ambiental (SGA) são: ciclo de vida do produto; avaliação da performance ambiental, estabelecidos pela empresa e a rotulagem ambiental. Estes padrões da ISO14001 são construídos baseados no “planejar, fazer, verificar e implementar”, introduzido por Schwart e Deming, por meio do seguinte ciclo:

1. Definição pela empresa do nível de qualidade ambiental desejado de ser alcançado;
2. Planejamento do SGA com todos seus componentes;
3. Implementação do sistema e suas operações;
4. Verificação do sistema e possíveis ações corretivas;
5. Revisão do processo e dos passos anteriores.

MAGNANI (2000) complementa que a adequação ambiental em manufatura se realiza com o estudo da localização, engenharia de ciclo de vida e análise de ciclo de vida do produto.

Segundo JARDIM (1997), no Brasil, a atividade de certificação está se desenvolvendo muito nos últimos anos e algumas mudanças significativas podem ser destacadas. No ano de 1992, foi instituído através da Resolução CONMETRO n.º 8/92 o novo Sistema Brasileiro de Certificação (SBC), com o objetivo de promover, articular e consolidar esforços na área da certificação. Nesta fase o INMETRO - *Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial* assumiu definitivamente o papel de credenciador, abandonando a atividade de certificação.

A ABNT vem atuando em Certificação desde 1950, desenvolvendo Programas de Certificação nas diversas áreas de interesse da sociedade, conforme os modelos internacionalmente aceitos e estabelecidos pela ISO no âmbito do Comitê de Avaliação da Conformidade (CASCO). Para garantir o alto padrão da certificação, a ABNT está estruturada de uma forma que o processo seja totalmente transparente, sem conflitos de interesse e independente, contando com a participação de representantes dos setores envolvidos, como fabricantes, consumidores, institutos de pesquisa e órgãos do Governo, de forma que a aprovação final, tanto das regras de certificação quanto das próprias empresas ou produtos, não esteja apenas nas mãos de uma pessoa que é remunerada para realizar a tarefa de certificação (JARDIM, 1997).

FERREIRA (1998) menciona que a ABNT iniciou a criação do rótulo ecológico (selo) no Brasil "ABNT Qualidade Ambiental" como membro do Comitê Executivo do Global Ecolabelling Network (GEN) - uma rede internacional dos programas nacionais de rotulagem ecológica. A rotulagem ecológica, ou seja, os selos verdes constituem marcas ou símbolos usados para orientar os consumidores sobre a performance ambiental dos produtos e são concedidos através de sistemas de certificação independentes. Eles estão para a avaliação do produto assim como o sistema de gestão ambiental está para a avaliação da empresa. JARDIM (1997) cita que o primeiro país a adotar a rotulagem ecológica foi a Alemanha em 1978, com o "Anjo Azul". Depois o

Canadá, 1988, com a "Opção Ambiental". Os países nórdicos adotaram o "Cisne Branco" também em 1988, o Japão criou o "ECO-MARK", em 1989, e os EUA o "Selo Verde", em 1990. Depois disso, outros países como a França, Índia, Coréia e Singapura seguiram o mesmo caminho.

Além destes, há a certificação socioambiental que, segundo PINTO & PRADA (2000) surgiu da preocupação de movimentos ambientalistas e sociais, juntamente com os consumidores da Europa e EUA com relação aos impactos ambientais e sociais associados à produção de produtos importados de países tropicais. Esta certificação visa diferenciar produtos oriundos de processos de produção ambientalmente adequados, socialmente justos e economicamente viáveis.

Nesta certificação há princípios e critérios, sendo que os princípios expressam idéias e conceitos gerais e os critérios traduzem estes em elementos que possam ser medidos e/ou avaliados. Os Princípios e Critérios juntos definem os Padrões, os quais são negociados e definidos pelos grupos de interesse das três áreas: ambiental, social e econômica, formadas por representantes locais destas classes. Para a verificação destes padrões há os indicadores técnicos, que avaliam se determinado padrão está sendo seguido ou não em determinado empreendimento que busca esta certificação. Este trabalho irá propor alguns indicadores gerais que devem ser incorporados para a avaliação técnica dos Princípios e Critérios da certificação socioambiental proposta pela IMAFLORA.

Além de padrões consistentes, a credibilidade e eficácia dos sistemas das certificações dependem da estrutura institucional em que estes estão apoiados. Para isto surgem os credenciadores, os quais regulamentam o funcionamento da certificação, definem a maneira de aplicação dos Padrões e fiscalizam a atividade dos certificadores. É também a instância na qual os grupos de interesse participam na definição e revisão dos Padrões, e podem controlar e apelar contra certificações e procedimentos considerados inadequados por parte dos certificadores e certificados.

#### **4.2.1. Certificação Socioambiental da cana-de-açúcar e seu processamento industrial promovida pelo Instituto de Manejo Florestal e Agrícola - IMAFLORA**

Os padrões para avaliação, monitoramento e certificação socioambiental da cana-de-açúcar e seu processamento ambiental é resultado de um processo de vinte meses de trabalho, que envolveu pesquisa bibliográfica, visitas e testes de campo, quatro reuniões de um grupo de trabalho, dois amplos processos de consulta e uma Assembléia Geral. Os padrões aqui apresentados foram definidos nestas atividades, envolvendo de maneira equilibrada, voluntária e representativa, ONGs ambientais e sociais, trabalhadores, pesquisadores, empresários e técnicos do setor sucroalcooleiro paulista.

Os critérios aqui apresentados são públicos e têm dois níveis de importância: aqueles nos quais o termo DEVE é utilizado possuem caráter obrigatório e o seu não cumprimento significa uma pontuação negativa e aqueles nos quais o termo RECOMENDA-SE é utilizado possuem caráter facultativo e o seu cumprimento significa uma pontuação positiva.

Os subitens dos critérios, indicados pelas letras, representam temas relevantes que devem ser considerados para a avaliação do critério, porém não excluem a avaliação de outros temas.

*1- “Conformidade com legislação e acordos e tratados internacionais - O manejo do sistema de produção sucroalcooleiro deve respeitar toda a legislação vigente (os tratados e acordos dos quais o país seja signatário), bem como os princípios e critérios descritos neste documento.*

- 1.1 Deve haver conformidade com a legislação do país, estado e municípios;*
- 1.2 Deve haver conformidade com os acordos e tratados internacionais dos quais o país seja signatário;*
- 1.3 Deve-se observar o pagamento das taxas e impostos devidos;*
- 1.4 Deve haver conformidade com os Princípios e Critérios descritos neste documento;*
- 1.5 Deve haver documentação consolidada com os respectivos mecanismos de controle e avaliação implantados, sempre condizentes com os padrões deste documento;*

1.6 *Para fins de certificação, o comitê certificador analisará caso a caso as eventuais pendências judiciais que possam existir entre o manejo do sistema de produção adotado e os padrões aqui descritos;*

1.7 *Para fins de certificação, os certificadores analisarão caso a caso os conflitos que possam existir entre a atividade e os padrões aqui descritos. Esses conflitos e a decisão dos certificadores deverão ser tornados públicos e ser discutidos em conjunto com o Comitê Certificador.*

**2- Direito e responsabilidade de posse e uso da terra** - *A posse e os direitos de uso da terra a longo prazo devem estar claramente definidos, documentados e legalmente estabelecidos.*

2.1 *O responsável pela atividade agrícola deverá comprovar sua posse ou direito de uso da terra a longo prazo e a legitimidade de seu título de propriedade;*

2.2 *As comunidades locais com posse ou direitos legais de uso da terra deverão controlar a atividade agrícola, exceto quando este controle for transferido voluntariamente a outros grupos;*

2.3 *Não serão certificadas propriedades que possuam imóvel enquadrado como latifúndio por exploração no cadastro do INCRA;*

2.4 *As áreas de produção que estiverem em situação de conflito e disputa pela posse da terra não serão certificadas.*

**3- Relação justa com os trabalhadores** - *A atividade sucroalcooleira deve cumprir a legislação trabalhista e elevar o bem estar socioeconômico dos trabalhadores.*

3.1 *Deve-se priorizar a contratação de mão-de-obra diretamente pela empresa, via carteira de trabalho ou contrato de safra;*

a) *Recomenda-se a contratação de mão-de-obra fixa.*

3.2 *Na terceirização de atividades, produtos ou serviços deve-se assegurar os mesmos direitos e benefícios proporcionados à mão-de-obra própria;*

3.3 *Os trabalhadores devem ter remuneração igual ou superior à média da região, de acordo com o setor de atividade;*

3.4 *Os trabalhadores residentes na unidade produtiva devem ter moradia digna e saudável. Caso existam trabalhadores migrantes, estes devem ser acomodados em alojamentos dignos e saudáveis com alimentação digna e saudável, com a autorização e fiscalização dos órgãos competentes. As empresas*

*devem garantir livre acesso aos alojamentos para seus familiares, amigos, entidades de representação, culturais, recreativas e religiosas;*

- 3.4 As empresas, isoladamente ou em parceria, deverão desenvolver programas educacionais para os trabalhadores migrantes alojados no interior das empresas. Os trabalhadores sazonais, que morarem fora da empresa, deverão receber todo o apoio para participarem de programas educacionais;*
- 3.5 Os trabalhadores devem receber contínua capacitação, treinamento e equipamentos apropriados para o manejo adequado e seguro de agroquímicos, máquinas e equipamentos agroindustriais;*
- 3.6 O transporte de trabalhadores deve ser feito com veículos apropriados, sob responsabilidade do produtor. Relativo à terceirização, a empresa deve criar medidas contratuais que garantam a qualidade e a segurança deste serviço;*
- 3.7 Não deve haver discriminação de raça, gênero, religião, naturalidade ou posição política na seleção e contratação de trabalhadores;*
  - a) Na utilização do trabalho feminino, deve-se cumprir rigorosamente a lei, ressaltando sempre que este trabalho, principalmente no período de gravidez e aleitamento materno, deve vir acompanhado por medidas mitigadoras de riscos e perigos inerentes à atividade;*
  - b) Não deve haver pedido de atestados de laqueadura (esterilização) por parte das empresas às trabalhadoras quando do período de contratação e durante a vigência do contrato de trabalho.*
- 3.9 Não deve ser utilizado trabalho de menores de 14 anos nas atividades agroindustriais. O trabalho da faixa etária de 14 a 18 anos somente será permitido naquelas atividades consideradas não penosas pelas entidades oficiais, atividades estas em que não está incluído o corte de cana-de-açúcar e deve-se priorizar programas de aprendizado e formação profissional;*
- 3.10 Os trabalhadores devem ter os direitos de organização e negociação de seus interesses garantidos, conforme as Convenções 87 e 98 da Organização Internacional do Trabalho;*
- 3.11 Deve-se seguir a legislação referente à Segurança e à Saúde Ocupacional dos trabalhadores;*
- 3.12 Os trabalhadores e suas entidades de representação devem ser previamente consultados e informados sobre mudanças tecnológicas e organizacionais da empresa, que os impactem diretamente;*
  - a) Os sindicatos e as representações trabalhistas devem ter acesso aos critérios de pagamento e aos sistemas de medição e conversão existentes;*

- b) *Recomenda-se a formação de uma comissão de negociação bipartite entre empresa e sindicatos para avaliar o impacto das mudanças tecnológicas e propor alternativas ou ações mitigadoras;*
- c) *As formas de pagamento e os sistemas adotados para medição da produção devem ser justos e coerentes com os acordos trabalhistas estabelecidos.*

*3.13 Os recursos do PAS devem ser geridos por comissão mista de empresários, trabalhadores e governo. Estes recursos devem ser utilizados em desenvolvimento de projetos sociais. Em caso de iniciativas independentes ao PAS, a empresa deverá aplicar recursos financeiros em programas de assistência social aos trabalhadores, sendo que esses recursos serão geridos por comissão mista de empresários e trabalhadores;*

*3.14 Recomenda-se a participação dos trabalhadores nos lucros e/ou resultados da empresa;*

*3.15 Visando diminuir a sazonalidade da mão-de-obra, o aumento da oferta de emprego, a redução dos impactos ambientais, o aumento da segurança alimentar e outros efeitos positivos, deve-se promover:*

- a) *Diversificação de culturas;*
- b) *Integração das atividades agrícolas e industriais;*
- c) *Maximização de aproveitamento dos produtos, subprodutos e resíduos da cultura e da usina;*
- d) *Adoção de programas permanentes de recuperação ambiental na entressafra.*

*3.16 As disposições constitucionais e trabalhistas relativas à extensão da jornada de trabalho devem ser rigorosamente respeitadas;*

*3.17 As unidades industriais devem ter refeitório adequado para seus trabalhadores.*

**4- Relação com a comunidade** - *Deve haver compromisso com o bem-estar socioeconômico e respeito à cultura das comunidades locais, nas quais a atividade agroindustrial está inserida.*

*4.1 No processo de definição de planejamento e manejo do sistema de produção agrícola deve-se consultar e considerar os interesses das populações e grupos sociais quanto aos aspectos que afetem diretamente sua qualidade de vida;*

*4.2 Deve ser proibida a prática de aliciamento de mão-de-obra em qualquer tempo;*

*4.3 As áreas de grande importância social, cultural, ambiental ou religiosa deverão ser preservadas.*



**5- Planejamento e Monitoramento** - A atividade agroindustrial deve ser planejada, monitorada e avaliada, considerando os aspectos técnicos, econômicos, sociais e ambientais.

- 5.1 Anteriormente à implantação de novas operações, processos, sistemas e/ou expansão em novas áreas, deve-se fazer uma avaliação dos impactos ambientais e sociais, de acordo com a importância dos mesmos.
- 5.2 O planejamento da atividade agroindustrial deve apresentar claramente os objetivos e metas do empreendimento a curto e longo prazo, justificando suas limitações e impactos econômicos, sociais e ambientais;
  - a) Devem ser elaborados mapas que apresentem o uso da terra e dos recursos naturais da unidade produtiva, incluindo as Áreas de Preservação Permanente e de Reserva Legal;
  - b) O sistema de produção, assim como as técnicas, insumos e equipamentos adotados na operação agrícola devem ser descritos.
- 5.3 O monitoramento e a avaliação da atividade devem ser realizados periodicamente, dando subsídios para a revisão do planejamento;
- 5.4 Deve-se definir e implementar um plano para a eliminação completa da queimada, acompanhado de contrapartidas sociais aos trabalhadores e fornecedores, incluindo prazos e metas anuais;
  - a) Deve-se a antecipação das políticas de total eliminação da queima da cana;
  - b) Não deve haver colheita mecânica de cana queimada;
  - c) Deve haver equipe responsável e especialmente capacitada para o manejo do fogo;
  - d) Deve-se criar fóruns tripartites com a participação de trabalhadores, empresários e governo para a geração de emprego, renda e qualificação profissional;
  - e) As empresas devem submeter seus planos de eliminação de queimada a esses fóruns;
  - f) O plano da empresa no campo das contrapartidas sociais deve englobar ao menos os seguintes aspectos: treinamento e requalificação da mão-de-obra, cronograma de implantação da mecanização da colheita, diversificação de atividades e geração de emprego e renda.
- 5.5. Somente serão considerados certificados os produtos compostos de 100% de cana crua e certificada;
- 5.6. Somente será considerada certificada, para fins institucionais, a empresa que tiver 80% de matéria prima processada certificada e crua e um plano implementado para atingir 100%.

**6- Conservação de ecossistemas e proteção da biodiversidade** - A atividade agrícola deve promover a conservação de ecossistemas, com especial atenção para a conservação da biodiversidade e sua recuperação.

6.1 As áreas agrícolas não devem causar danos aos ecossistemas naturais remanescentes. Não devem ser convertidos estágios avançados de sucessão florestal e florestas primárias;

6.2 Deve haver a implementação de estratégias para proteger as espécies ameaçadas e/ou em perigo de extinção (segundo lista da CITES) e seus respectivos habitats;

6.3 Não deve haver uso de organismos transgênicos;

6.4 Ecossistemas naturais devem ser imediatamente protegidos, conservados e recuperados, quando degradados.

a) As Áreas de Preservação Permanente (APP) devem estar desocupadas e eventuais aproveitamentos econômicos devem estar em consonância com a legislação vigente (Código Florestal). Essas áreas devem ser recuperadas numa taxa de 10% ao ano, com vegetação nativa;

b) Deve-se definir e implementar um plano para recuperação e conservação da Reserva Legal;

c) Deve haver um sistema eficiente para prevenir e combater incêndios florestais.

**7- Conservação do solo e recursos hídricos** - A atividade agroindustrial deve promover a conservação dos solos e recursos hídricos a curto prazo e recuperação dos solos e recursos hídricos a longo prazo.

7.1 Devem ser adotadas práticas adequadas de conservação do solo e dos recursos hídricos, adotando-se a microbacia hidrográfica como unidade de planejamento. O planejamento, manejo e mecanização do agroecossistema devem promover a manutenção e a recuperação (quando degradado) da fertilidade, matéria orgânica, atividade biológica, estrutura do solo e prevenir sua poluição;

7.2 O planejamento, a implantação e a manutenção de obras de infra-estrutura (estradas, construções, sistema de drenagem, canais, etc.) devem preservar a qualidade do solo e dos recursos hídricos;

7.3 Deve-se realizar o monitoramento da qualidade do solo e da água (de superfície e subterrânea). Quando constatado um padrão de qualidade do solo e da água inferiores aos indicadores nacionais e internacionais (o que for mais adequado) existentes, a empresa deve implementar ações imediatas para garantir a recuperação das mesmas;

7.4 *O cultivo da cana-de-açúcar deve ser realizado respeitando as restrições do meio físico, de maneira que não cause a sua degradação.*

**8- Controle do uso de agroquímicos** - *Deve-se planejar e controlar o uso de agroquímicos, considerando-se a saúde dos trabalhadores e comunidades locais e a qualidade do solo, recursos hídricos e ecossistemas. Deve haver uma clara política para a redução destes insumos.*

8.1 *Devem ser utilizados métodos integrados, priorizando o controle biológico de pragas, doenças e ervas invasoras;*

8.2 *A aplicação de agroquímicos deve ser minimizada e realizada com equipamentos e dosagens adequados;*

8.3 *O transporte, o armazenamento e o descarte de embalagens de agroquímicos devem ser planejados e realizados de acordo com a Legislação Federal de Agrotóxicos (decreto 98.816):*

a) *Deve haver planilha de controle dos produtos armazenados com data de compra e validade;*

b) *Deve haver sistema eficaz para prevenção e controle de acidentes;*

c) *Deve realizar-se lavagem tríplice das embalagens;*

d) *Deve-se priorizar o uso de um pequeno número de grandes embalagens;*

e) *Recomenda-se o uso de produtos com embalagens recicláveis, hidrossolúveis e reutilizáveis;*

f) *Deve haver um sistema seguro de destino de embalagens.*

8.4 *Não se deve utilizar princípios ativos proibidos por acordos internacionais;*

8.5 *Deve-se priorizar o uso de produtos seletivos e de menor toxicidade;*

8.6 *As áreas de uso e aplicação de agroquímicos devem ser sinalizadas e isoladas;*

8.7 *Deve haver um planejamento conjunto entre a empresa, trabalhadores e suas entidades de representação visando à permanente redução do uso de agroquímicos;*

8.8 *Recomenda-se o emprego de fertilizantes minerais pouco solúveis ou orgânicos, nos casos onde esta prática possa reduzir os riscos ambientais;*

8.9 *Devem ser adotadas práticas e normas de aplicação de agroquímicos que garantam que as áreas habitadas e os recursos naturais não sejam atingidos ou contaminados;*

8.10 *Recomenda-se o não-uso de agroquímicos.*

**9- Manejo e utilização de resíduos e demais substâncias químicas** - O manejo e a utilização de resíduos devem considerar a conservação ambiental e a qualidade de vida dos trabalhadores e das populações locais.

9.1 Deve estar definido e implementado um plano para manejo, separação e tratamento de resíduos provenientes de toda atividade agroindustrial, assim como das populações residentes na unidade agroindustrial;

9.2 O uso e a aplicação de resíduos como insumos agrícolas deve ser feito de acordo com parâmetros de eficiência e qualidade ambiental.

a) Recomenda-se a diversificação do uso da vinhaça.

**10- Interação com a paisagem** - O planejamento, a implementação e o manejo dos sistemas de produção agroindustrial devem considerar a inserção da unidade de produção no meio físico e biológico regional, visando à integração e à estabilidade a longo prazo.

10.1 As práticas empregadas no manejo dos agroecossistemas devem promover a maximização da diversidade espacial e/ou temporal dos mesmos;

a) Recomenda-se a diversidade de atividades de uso da terra;

b) Deve-se realizar rotação de cultura ou adubação verde nas áreas de reforma do canavial. Este deve ser de no mínimo 80% da área de renovação.

10.2 O uso da terra da unidade produtiva e o layout dos agroecossistemas devem promover a integração destes com a paisagem e possibilitar e incrementar o fluxo biológico e genético entre os ecossistemas locais.

a) Deve estar definido e implementado um plano de manejo da paisagem local com a implantação de corredores florestais e/ou ilhas de diversidade na área cultivada.

**11- Viabilidade econômica** - O sistema de produção agrícola deve promover a otimização do uso dos seus múltiplos recursos e produtos para assegurar a sustentabilidade econômica da atividade; incorporando os custos sociais, ambientais e operacionais associados à produção.

11.1 A unidade produtiva deve maximizar a diversificação e o aproveitamento de suas atividades, produtos, subprodutos e resíduos;

11.2 Na avaliação e no desenvolvimento econômico da empresa devem ser levados em consideração os custos sociais e ambientais do planejamento do sistema de produção. Deve-se demonstrar a sustentabilidade econômica do empreendimento a curto e longo prazo;

11.3 *O empreendimento deve provar o pagamento dos seus compromissos e cumprimento de contratos e financiamentos públicos e privados.*

**12- Atividade industrial** - *O processamento industrial da cana-de-açúcar deve cumprir com a legislação pertinente e promover a conservação dos recursos naturais e a segurança e o bem-estar de trabalhadores e comunidades.*

12.1 *Deve-se minimizar o uso de água e promover sua reciclagem, visando à manutenção de sua quantidade e qualidade;*

a) *Recomenda-se o uso de sistema fechado de utilização de água, e seu descarte adequado.*

12.2 *As unidades industriais, exclusivas de açúcar e álcool, devem ser auto-sustentáveis em produção e consumo de energia elétrica, durante a safra;*

a) *Para outras unidades industriais, que não as de açúcar e álcool, recomenda-se que sejam auto-sustentáveis em produção e consumo de energia elétrica.*

12.3 *Deve-se realizar o uso e descarte adequado dos resíduos industriais, especialmente a vinhaça;*

12.4 *Deve-se evitar uso de substâncias químicas prejudiciais à saúde;*

12.5 *A atividade industrial deve cumprir a legislação com relação à emissão de poluentes no ar, na água e no solo.*

a) *A empresa deve ter um plano para minimizar a emissão de poluentes no ar, água e solo.”*

Apesar de englobar diversos aspectos, a certificação ambiental não pode ser considerada como a panacéia dos problemas ambientais, mas deve ser vista como uma das ferramentas de gestão ambiental e sempre deve estar em acordo com a Constituição Federal – art.225 - e os objetivos da Política Nacional do Meio Ambiente – Lei Federal 6.938/81.

### 4.3 GESTÃO AMBIENTAL

Um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) fornece ordenação e dados para uma organização equacionar suas questões ambientais, por meio da alocação de recursos, atribuição de responsabilidades e avaliação em base contínua, das práticas, procedimentos e processos.

Segundo FERREIRA (1998), a gestão ambiental é parte integrante do sistema de gerenciamento global de uma estrutura. O projeto de um SGA é um processo interativo e contínuo. A estrutura, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos para a implementação das políticas, objetivos e metas ambientais podem ser coordenados com os esforços de outras áreas, como por exemplo: operações, finanças, qualidade, saúde ocupacional e segurança.

TOLBA (1982) não considera a gestão ambiental como o gerenciamento do meio ambiente, mas sim ao redirecionamento das atividades humanas que tenham considerável impacto sobre o meio ambiente, dano este determinado pela fragilidade do meio no qual a atividade se estabelece. O maior objetivo da gestão ambiental é buscar a realização das necessidades humanas considerando os potenciais e as restrições dos sistemas ambientais por um prazo de tempo considerado sustentável.

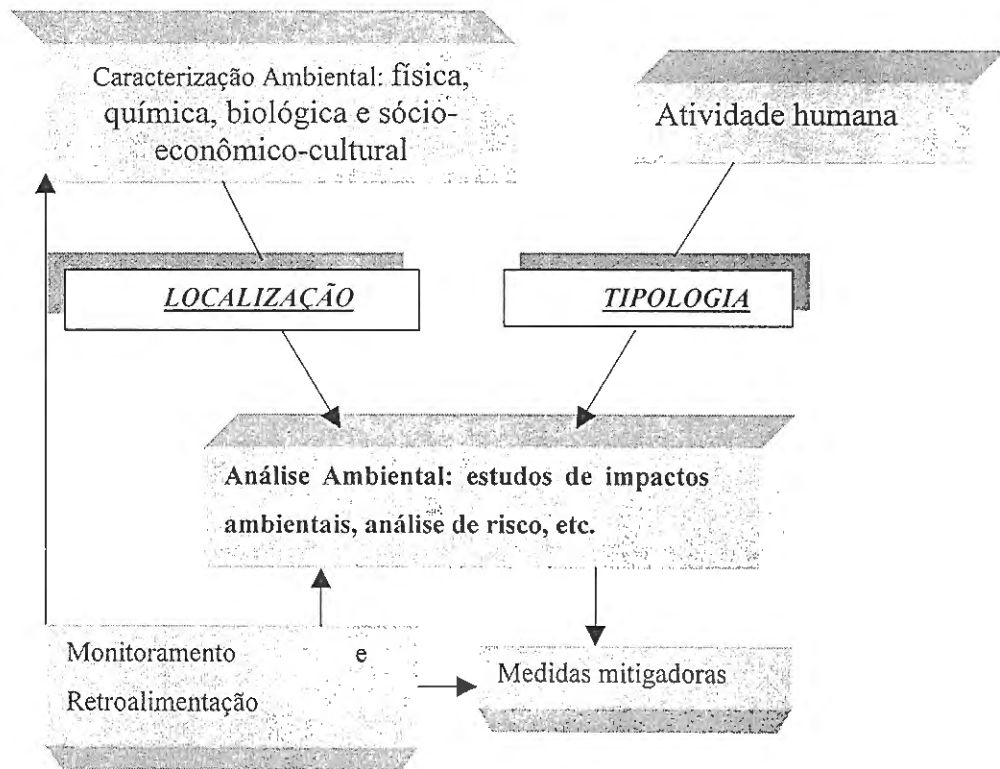
De acordo com este novo paradigma, a gestão ambiental, encontra meio a ser implementada junto ao que VIEIRA (1998) considera áreas-piloto de gestão ambiental, as quais podem ser consideradas áreas ou processos que busquem a implementação de sistemas que compatibilizem a viabilidade econômica, a equidade social e, sobretudo, a prudência ecológica. Este conjunto de objetivos pode ser considerado como a essência da proposta das certificações ambientais.

DIEGUES (1989) considera o planejamento como ambiental, quando este acrescentar o compromisso de melhoria das condições de vida das populações e a conservação do patrimônio natural e cultural ao planejamento econômico e social.

De acordo com SOUZA (2000), a gestão ambiental pode ser entendida como um conjunto de procedimentos que busquem a harmonia entre desenvolvimento e qualidade ambiental, a partir das necessidades identificadas

pela sociedade civil ou pelo Estado e representadas na legislação ordinária, na política ambiental e na participação da sociedade.

A gestão ambiental compreende algumas etapas a serem cumpridas, de acordo com o quadro 01: SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL



Quadro 01: Sistema de Gestão Ambiental adaptado de Souza (1996)

Para SOUZA (2000), cabe à caracterização ambiental determinar as vocações e as suscetibilidades naturais dos fatores ambientais que a região apresenta, permitindo assim que as atividades humanas possam ser localizadas de forma que as potencialidades do meio sejam exploradas, respeitando-se sua capacidade de suporte. Além disso, a caracterização ambiental fornece, segundo AB'SABER (1998) informações sobre a área de influência dos possíveis impactos, o que orientará a etapa de monitoramento. O quadro 01 mostra, portanto, que a localização de qualquer atividade deve avaliar como etapa preliminar as características físicas, químicas, biológicas e antrópicas da região.

Concomitante à caracterização do meio onde o empreendimento pretende se localizar, deve-se realizar um estudo completo da atividade econômica, abordando seu ramo, insumos, matéria-prima, processo produtivo, efluentes, resíduos, emissões,

entre outros. Esta etapa é a caracterização da atividade humana, que deve compreender, segundo SOUZA (2000), as etapas do projeto, implantação, operação e desativação do empreendimento, denominada como tipologia ou estudo do tipo do empreendimento.

O cruzamento dos dados do empreendimento com as características do meio fornecerá subsídios para se identificar, ponderar, medir e analisar os impactos ambientais decorrentes da atividade no local estudado. Esta fase é conhecida como análise ambiental e deve garantir a viabilidade ambiental do empreendimento e pode ser realizada por meio de estudos prévios de impactos ambientais, análise de riscos, entre outros.

Para ALVARENGA (1997), cabe a esta etapa a alocação dos atributos de restrições e potencialidades ambientais, a serem considerados de acordo com a ordem estabelecida das condicionantes determinadas no processo de caracterização. Com isso, tem-se as condições e localizações mais adequadas para determinado empreendimento, assim como as áreas que devem ser protegidas.

Em outras palavras, MACEDO (1995) explica que a avaliação ambiental, assim também denominada, tem por objetivo fundamentar e otimizar os processos decisórios envolvendo atividades transformadoras de modo a otimizar o desempenho ambiental dessas atividades, minimizando suas adversidades e maximizando seus benefícios.

Como resultado da análise de impacto ambiental, SOUZA (2000) menciona que devem ser propostos e explicitados programas e medidas que visam minimizar os impactos adversos identificados. Estas medidas podem ser ações corretivas ou preventivas, de ordem técnica, como por exemplo, sistemas de tratamento de efluentes, modificação da tecnologia empregada, de ordem política, por meio de legislações ou planos políticos, ou ainda de ordem econômica, que tem por objetivo final internalizar as externalidades negativas do agente causador da degradação ambiental.

Após a identificação e início das medidas de mitigação é necessário o monitoramento contínuo a fim de, segundo SOUZA (2000), retroalimentar o processo de gestão e verificar a adequabilidade dos procedimentos adotados e da eficácia das ações mitigadoras. Deste modo, caso as medidas de mitigação não



produzam o efeito esperado, cabe ao monitoramento detectar esta falha e enviar esta informação ao gestor para que novas medidas sejam adotadas.

Assim, o sistema de gestão ambiental é definido pela Environmental Policy Act (EPA) em United Nations Industrial Development Organization - UNIDO (1997) como um círculo contínuo de planejamento, implementação, revisão e melhoramento de ações que visem a melhoria da qualidade ambiental.

Tomando um viés intrínseco as atividades empresarias, um SGA deve ser, portanto, um método criativo e holístico baseado em técnicas que permitam a atividade se planejar, crescer, manter, controlar e melhorar continuamente seus sistemas internos, seu processo produtivo, o tratamento de seus efluentes e toda sua manutenção. As técnicas e tecnologias para uma produção industrial mais limpa envolvem, segundo UNIDO (1997), reduções dos níveis de perdas, desperdícios, resíduos e emissões, além da correta localização da planta industrial e dos sistemas de tratamento de resíduos. Implementações corretas do SGA fornecem às empresas soluções práticas e efetivas de reduções de custos, não se limitando apenas em se adequar às legislações ambientais.

A implementação de um efetivo SGA para a organização sucroalcooleira não seria um procedimento difícil, se houvesse o empenho dos empreendedores e a colaboração das agências ambientais. O Instituto Internacional para o Desenvolvimento Sustentável identificou, em UNIDO (1997), os seguintes benefícios que um eficiente SGA contem:

- Redução de acidentes e risco;
- Aumento da eficiência;
- Melhoria da performance ambiental;
- Expansão cultural da cooperação;
- Acesso a novos mercados;
- Limitações nas demissões;
- Melhoria da imagem da empresa;
- Facilidades no acesso a mercados financeiros;
- Facilidades para financiamentos;

A estes atributos podem ser destacados, também, as certificações ambientais, como resultado de um sistema de gestão ambiental implementado.

Portanto, a gestão ambiental é um instrumento fundamental para se atingir os conceitos de sustentabilidade global e interno de uma organização e deve atender os objetivos da Política Nacional do Meio Ambiente.

#### 4.4 POLÍTICA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE

A Política Nacional do Meio Ambiente está expressa na Lei Federal n.º 6.938, de 31/08/81, em BRASIL (1981), e tem por objetivo “a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no país, condições para o desenvolvimento sócio-econômico aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana”. Dentre os princípios que a norteiam, incluem-se: a dignidade da pessoa humana; o direito da sociedade ao meio ambiente equilibrado; o uso sustentável dos recursos ambientais e a recuperação das áreas degradadas.

Para a consecução dos objetivos previstos na Política Nacional do Meio Ambiente é necessária uma série de instrumentos. São instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, os definidos pelo Artigo 9º da Lei nº 6938 de 31/08/81, em BRASIL (1981):

*“Art. 9º São instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente:*

*I - o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental;*

*II - o zoneamento ambiental;*

*III - a avaliação de impactos ambientais;*

*IV - o licenciamento e a revisão de atividades efetivas ou potencialmente poluidoras;*

*V - os incentivos à produção e instalação de equipamentos e a criação ou absorção de tecnologia, voltados para a melhoria da qualidade ambiental;*

*VI - a criação de espaços territoriais especialmente protegidos pelo poder Público Federal, Estadual e Municipal, tais como áreas de proteção ambiental, de relevante interesse ecológico e reservas extrativistas;*

*VII - o sistema nacional de informações sobre o meio ambiente;*

*VIII - o Cadastro Técnico Federal de Atividades e instrumentos de defesa ambiental;*

*IX - as penalidades disciplinares ou compensatórias ao não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção da degradação ambiental;*

*X - a instituição do Relatório de Qualidade do Meio Ambiente, a ser divulgado anualmente pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA;*

*XI - a garantia da prestação de informações relativas ao Meio Ambiente, obrigando-se o Poder Público a produzi-las, quando inexistentes;*

*XII - o Cadastro Técnico Federal de atividades potencialmente poluidoras e/ou utilizadoras dos recursos ambientais.”*

O zoneamento ambiental, caso houvesse, facilitaria sobremaneira as avaliações de impactos ambientais e a identificação dos empreendimentos que estão localizados de forma ambientalmente adequada, norteando, desta maneira as certificações ambientais. Da mesma forma, o sistema nacional de informações sobre o meio ambiente (Inc. VII), atualizado e de fácil acesso para a sociedade, viria a facilitar a gestão ambiental do território, pois eliminaria uma das etapas do processo, a qual é a caracterização ambiental.

Não existem prioridades entre os instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, devendo estar todos a disposição da sociedade para um melhor manejo dos recursos ambientais. Porém, para o presente trabalho, os instrumentos que mais se aplicam a uma certificação ambiental são os padrões de qualidade ambiental e a avaliação de impactos ambientais. Estes instrumentos devem direcionar e padronizar as exigências mínimas necessárias para as atividades que desejam obter uma certificação ambiental, pois correspondem as exigências mínimas legais. Enfim, estar de acordo com os instrumentos da Política Nacional do Meio ambiente, seria o primeiro passo necessário para determinado empreendimento receber uma comprovação de sua adequação ambiental.

#### **A) PADRÕES AMBIENTAIS**

Os padrões ambientais no Brasil que se encontram regulamentados se referem, de modo geral, à classificação dos recursos hídricos superficiais, ao lançamento de efluentes, à poluição e qualidade do ar e à poluição sonora.

No que se refere aos corpos hídricos superficiais, seus padrões de qualidade na legislação se encontram defasados do seu estado atual, o que torna a legislação inoperante frente às distorções encontradas na realidade. Portanto, é necessário uma adequação deste recurso ambiental frente à legislação vigente e uma atualização dos padrões considerados, como por exemplo a inclusão de padrões dos sedimentos junto ao padrão de qualidade do corpo receptor.

A Resolução CONAMA n.º 20, de 18/06/86, definiu as águas do território nacional em águas doces (salinidade < 0,05%), salobras (salinidade entre 0,05 e 3,00%) e salinas (salinidade > 3,00 %). Em função dos usos previstos, foram criadas nove classes. Cada uma destas classes corresponde uma determinada qualidade a ser mantida no corpo d'água que é expressa na forma de padrões.

Além dos *padrões de qualidade dos corpos receptores*, a Resolução CONAMA 20/86 apresenta ainda padrões para o lançamento de efluentes nos corpos d'água. Ambos os padrões estão de certa forma inter-relacionados. O real objetivo de ambos é a preservação da qualidade no corpo d'água. No entanto, os padrões de lançamento existem apenas por uma questão prática, já que é difícil se manter o controle efetivo das fontes poluidoras com base apenas na manutenção da qualidade do corpo receptor. O inter-relacionamento entre os dois padrões ocorre no sentido de que um efluente, além de satisfazer os padrões de lançamento, deve proporcionar condições tais no corpo receptor, de tal forma que a classe de qualidade na qual este se enquadra, não seja alterada.

A Resolução CONAMA n.º 20/86 inclui, ainda, em BRASIL (1986), as seguintes definições:

- *“classificação: qualificação das águas doces, salobras e salinas com base nos usos preponderantes (sistema de classes de qualidade);*
- *enquadramento: estabelecimento do nível de qualidade (classe) a ser alcançado e/ou mantido em um segmento de corpo d'água ao longo do tempo;*
- *condição: qualificação do nível de qualidade apresentado por um segmento de corpo d'água, num determinado momento, em termos dos usos possíveis com segurança adequada;*

- *efetivação do enquadramento: conjunto de medidas necessárias para colocar e/ou manter a condição de um segmento de corpo d'água em correspondência com sua classe”.*

O objetivo último do estabelecimento dos padrões é o de resguardar a qualidade das águas do corpo receptor. O padrão de lançamento é uma conveniência prática (mas importante), que visa a facilitar a fiscalização dos poluidores e a detecção e a autuação dos responsáveis pela degradação da qualidade do corpo receptor. A Resolução CONAMA 20/86 reconhece esta prioridade no atendimento do padrão do corpo receptor estipulando, através do Artigo 21 os padrões de lançamento juntamente com os Artigos 19 e 23, cujas redações são:

*“Art. 19 - Nas águas das Classes 1 a 8 serão tolerados lançamentos de despejos, desde que, além de atenderem ao disposto no Art. 21 desta Resolução, não venham a fazer com que os limites estabelecidos para as respectivas classes sejam ultrapassados.”*

*“Art. 23 - Os efluentes não poderão conferir ao corpo receptor características em desacordo com seu enquadramento nos termos desta resolução.”*

Portanto, pode-se concluir, pela interpretação do Artigo 19, de que é necessário o cumprimento simultâneo dos padrões do corpo receptor e do padrão de lançamento.

Os padrões de qualidade do ar estão regulamentados na Resolução CONAMA 03/90, em BRASIL (1990), a qual define poluente atmosférico como *“qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar:*

- I – impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde;*
- II – inconveniente ao bem-estar público;*
- III – danoso aos materiais, à fauna e flora;*
- IV – prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.”*

A resolução CONAMA 05/89 estabelece dois tipos de padrões de qualidade do ar: os primários e os secundários. São padrões primários de qualidade do ar *“as*

*concentrações de poluentes que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população, podendo ser entendidos como níveis máximos toleráveis de concentração de poluentes atmosféricos, constituindo-se em metas de curto e médio prazo.” Os padrões secundários de qualidade do ar são “as concentrações de poluentes atmosféricos abaixo dos quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem estar da população, assim como o mínimo dano à fauna e flora, aos materiais e meio ambiente em geral, podendo ser entendidos como níveis desejados de concentração de poluentes, constituindo-se em meta de longo prazo.”*

O discernimento de qual padrão deve ser seguido é estabelecido pela resolução CONAMA 05/89, dividindo as áreas que serão enquadradas em três tipos de classes:

. *“Classe I: áreas de preservação, lazer e turismo, tais como Parques nacionais e Estaduais, Reservas e Estações Ecológicas, Estâncias Hidrominerais e Hidrotermais. Nestas áreas deverá ser mantida a qualidade do ar em nível o mais próximo possível do verificado sem a intervenção antropogênica;*

. *Classe II: áreas onde o nível de deterioração da qualidade do ar seja limitado pelo padrão secundário de qualidade;*

. *Classe III: áreas de desenvolvimento onde o nível de deterioração da qualidade do ar seja limitado pelo padrão primário de qualidade.”*

De forma geral, o artigo 8º da resolução CONAMA 03/90 estabelece que enquanto cada Estado não definir as áreas de Classe I, II e II, serão adotados os padrões primários de qualidade do ar.

Da mesma forma que os recursos hídricos, a legislação ambiental para controle da poluição atmosférica, expressa na resolução CONAMA 05/89, estabelece que além dos padrões de qualidade do ar, definidos na resolução CONAMA 03/90, deve ser observado os padrões de limites máximos de emissão de cada agente poluidor.

Com relação ao Estado de São Paulo, o Decreto nº 8.468/76 aprova o regulamento da Lei Estadual 997/76, o qual estabelece os padrões de qualidade do ar e da água, os limites máximos de emissões atmosféricas e em corpos de água, a divisão das regiões administrativas para controle da poluição atmosférica, normas referentes a poluição do solo e outras.

O controle da poluição sonora em decorrência de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política deve obedecer os padrões, critérios e diretrizes expressas na resolução CONAMA 01/90. Dentre eles pode-se citar as seguintes normas da Associação Brasileira de Normas técnicas – ABNT: NBR 10151 – Avaliação do Ruído em áreas Habitadas e NBR 10152 – Níveis de Ruído para Conforto Acústico, além de normas do Ministério do Trabalho referente aos ambientes de trabalho.

## **B) AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL – AIA**

Para o entendimento de avaliação de impacto, faz-se necessário, de modo preliminar, definir o que é impacto ambiental. Segundo a resolução CONAMA 01/86 considera-se impacto ambiental *“qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:*

- I. a saúde, a segurança e o bem-estar da população;*
- II. as atividades sociais e econômicas;*
- III. a biota;*
- IV. as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;*
- V. a qualidade dos recursos ambientais.”*

Portanto, a avaliação de impacto ambiental deve identificar e analisar os impactos decorrentes qualitativamente e, se possível, medir quantitativamente o grau e extensão do dano de determinada política. plano, programa, atividade ou ação humana para o meio na qual ela irá se inserir.

A AIA tem nos Estudos de Impactos Ambientais (EIA) sua melhor representação no caso de empreendimentos, os quais, de acordo com MILARÉ (1998), têm como objetivos evitar que um projeto, programa, atividade ou obra, justificável sob o ponto de vista econômicos e/ou sociais, venha a ser negativo para o meio ambiente. Para explicitar este conceito, a Constituição Federal, no artigo 225 inclui a palavra “prévia” para designar os estudos de impactos ambientais, passando a denominá-lo Estudo Prévio de Impacto Ambiental (EPIA).

Desta maneira o EIA deve ser realizado na fase de elaboração do projeto, de forma preventiva aos impactos ambientais que o empreendimento possa ocasionar.

CUSTÓDIO (1995) e MILARÉ (1998) afirmam que é por meio da Lei nº 6.938/81 que a avaliação de impacto ambiental passa a ser necessária em qualquer situação considerada de potencial dano ambiental.

A regulamentação, definições, critérios e diretrizes gerais de uso e implementação da EIA como membro de um dos instrumentos da política nacional do meio ambiente estão dispostos na Resolução CONAMA Nº 01, de 23/01/86.

O Artigo 2º desta Resolução elenca uma série de atividades modificadoras do meio ambiente cujo licenciamento dependerá de elaboração de estudo de impacto ambiental (EIA) e respectivo relatório de impacto ambiental (RIMA), entre elas está especificado a destilaria de álcool.

Segundo ALVES (1995), o EPIA é um procedimento analítico técnico-científico, realizado por equipe multidisciplinar, que tem como objetivo analisar os possíveis impactos ambientais decorrentes de obras ou atividades a serem implantadas em determinada área. O estudo deve sugerir alternativas de localização e de procedimentos técnicos para diminuir os impactos adversos sobre o meio. Após sua conclusão, o responsável deverá sintetizá-lo de maneira clara e concisa, sob a forma de um relatório - RIMA - o qual deverá conter todas as alternativas propostas e conclusões para servir de discussão às partes interessadas.

A elaboração de um EPIA deve conter os pontos definidos pelo Artigo 5º da Resolução CONAMA Nº 01, os quais são:

“Art. 5º (...)

*I - contemplar todas as alternativas tecnológicas e de localização do projeto, confrontando-as com a hipótese de não execução do projeto;*

*II - identificar e avaliar sistematicamente os impactos ambientais gerados nas fases de implantação e operação da atividade;*

*III - definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza;*

*IV - considerar os planos e programas governamentais, propostos e em implantação na área de influência do projeto, e sua compatibilidade”.*



O procedimento para a realização do estudo prévio de impacto ambiental deve contemplar as seguintes etapas, de acordo com o Artigo 6º da Resolução CONAMA 01:

- ✓ *“Diagnóstico ambiental da área de influência do projeto, completa descrição e análise dos recursos ambientais e de suas interações, tal como existem, de modo a caracterizar a situação ambiental da área, antes da implantação do projeto, considerando: a) o meio físico; b) o meio biológico e os ecossistemas naturais, as áreas de preservação permanente; c) o meio sócio-econômico;*
- ✓ *Análise dos impactos ambientais do projeto através de sua identificação, previsão de magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes (benéficos e adversos; diretos ou não; imediatos, de médio e longo prazo, etc.);*
- ✓ *Definição das medidas mitigadoras de impactos negativos, entre elas os equipamentos de controle e sistemas de tratamento de despejos, avaliando a eficiência de cada uma delas;*
- ✓ *Elaboração do programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos positivos e negativos, indicando os fatores e parâmetros a serem considerados.”*

Para SÁNCHEZ (1993) são quatro os possíveis papéis deste instrumento: 1) procedimento de ajuda à decisão, sendo este seu uso mais comum; 2) papel de instrumento de ajuda à concepção de projetos - referindo-se a idéia de desenvolvimento e utilização de novas tecnologias; 3) mecanismo de negociação entre atores sociais; 4) instrumento de gestão ambiental.

Os principais métodos de avaliação de impactos ambientais podem ser, segundo MOREIRA (1992), os seguintes:

1) **Ad Hoc:** reunião de especialistas criando um grupo de grupo de trabalho com profissionais de diversas disciplinas relacionadas ao tema em questão. Este método não é considerado como um método técnico-científico que possa realizar um estudo de impactos ambientais.

2) **Listagem de Controle:** consiste na descrição dos fatores ambientais impactados durante as fases do projeto. Pode ser *simples*, na qual apenas é mencionado o elemento ambiental impactado; *descritiva*, na qual é

explicado como o fator ambiental é impactado; *escalares*, na qual atribui-se certos valores aos fatores e impactos ambientais; ou, ainda, *escalares ponderados*, na qual incorpora-se o grau de importância dos impactos. Estas listas de controle são indicadas para a realização do diagnóstico ambiental da área de influência e não como método de avaliação de impacto ambiental. Nos Relatórios Ambientais Preliminares (RAP) da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo analisados neste trabalho, este foi o método utilizado.

**3) Matrizes de Interação:** cruzamento bidimensional das ações do projeto (nas colunas) com os fatores ambientais (nas linhas). O impacto identificado é representado na célula de interseção correspondente, indicando se é positivo ou negativo. Este método é considerado de boa visualização e pode ser usado como método técnico-científico nos estudos de impactos ambientais.

**4) Redes de Interação:** gráfico ou diagrama representando cadeias de impactos gerados pelas ações do projeto. Ele demonstra onexo causal de determinada atividade nos diferentes fatores ambientais impactados. Portanto, identifica os impactos diretos e indiretos (secundários, terciários, etc.)

**5) Superposição de cartas temáticas:** atualmente é realizada por meios computacionais, através de sistema de informações geográficas (SIG) que, segundo FISCHER (1994), é um sistema computacional de informações espacialmente referenciadas, o qual permite o armazenamento, manipulação e exposição destas informações. Com isso pode-se gerar mapas e demonstrar as potencialidades e restrições de determinadas áreas de acordo com suas características, como: geologia, hidrografia, geomorfologia, pedologia, entre outros. Muito utilizado em projetos lineares e para definição de zoneamentos ambientais.

**6) Modelos Matemáticos de Simulação:** são modelos matemáticos computacionais que representam o funcionamento dos sistemas ambientais. Muito utilizado em diagnóstico e prognóstico da qualidade ambiental da área de influência.

Com relação aos métodos mencionados, não há graus de maior importância entre eles (desconsiderando o Ad Hoc e as listagens de controle), devendo o método utilizado ser eficaz para avaliar os impactos ambientais da

atividade em análise. Muitas vezes, é utilizado mais de um método para poder caracterizar, da melhor forma e mais precisamente, os impactos identificados.

O próximo capítulo abordará uma avaliação ambiental do setor sucroalcooleiro por meio do método da Matriz de Interação. Esta avaliação não pode ser considerada como um EPIA ou AIA, pois estes são instrumentos de uma Política necessitando, portanto, serem realizados de acordo com suas respectivas normas e especificidades locais. Porém, este capítulo identifica e analisa os possíveis impactos ambientais, de modo geral, intervenientes no setor sucroalcooleiro.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 AVALIAÇÃO AMBIENTAL DO SETOR SUCROALCOOLEIRO

As atribuições e considerações concebidas no método da *Matriz de Impactos* (quadro 2) para análise dos impactos ambientais do setor sucroalcooleiro tiveram o caráter preventivo do problema, seguindo o *Princípio da Precaução*, Princípio 15 da Agenda 21(1992), o qual rege as análises ambientais, assim como prevê a legislação ambiental na Lei 9605/98 em seu artigo 54 que estabelece sanções penais a quem “causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar (grifo do autor) em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora.”. O princípio da precaução estabelece que em caso de não haver consenso da comunidade científica perante uma problemática ambiental, ou com relação a um novo impacto, deve-se considerá-lo como tal e não realizar a atividade causadora do dano. Deve-se, portanto, seguir a vocação preventiva do direito ambiental, expressa por PRIEUR (1984)<sup>2</sup>apud MILARÉ (1998): “*Mieux vaut prévenir que guérir*” que significa: *é melhor prevenir do que remediar*.

Portanto, os estudo de impactos ambientais devem seguir este princípio, único à área ambiental, devido a dificuldade em se recuperar um dano ambiental tendo-se em vistas a magnitude das variáveis envolvidas e o tempo muito extenso, o qual pode atingir milhares de anos, ou até a impossibilidade de repará-lo.

Com isso, havendo na bibliografia trabalhos que comprovem ou indiquem a ocorrência ou a possibilidade de algum dano ambiental, isto é passível de ser considerado e ponderado como impacto ambiental negativo. Portanto, as atribuições e considerações concebidas na Matriz dos Impactos Ambientais do Setor Sucroalcooleiro tiveram o caráter preventivo do problema, seguindo os Princípios da Avaliação de

---

<sup>2</sup> PRIEUR, M. (1984). *Drit de l'environnement*. Paris, Dalloz, p.84-85.

Impacto Ambiental para a Sustentabilidade, os quais segundo SADLER (1996)<sup>3</sup> apud RODRIGUES (1998) são:

- **Princípio da Precaução (ECO-92 Princípio 15):** estabelece que em caso de dúvidas e/ou de trabalhos apontando conclusões distintas para o mesmo tema, a questão ambiental necessita ser tratada de forma a se prevenir possíveis problemas apontados, ou seja, eventuais erros no manejo devem favorecer a conservação - anterior a qualquer risco de degradação - como uma condição limite para evitar alterações irreversíveis ou altamente danosas;
- **Antecipação e prevenção:** com o conhecimento do possível impacto que determinada atividade causará, é prudente se antecipar às conseqüências maléficas e prevenir o dano;
- **Obediência às restrições das medidas mitigadoras:** os sistemas de tratamento de resíduos e efluentes devem seguir normas de localização e seu produto não pode danificar a capacidade regenerativa do ecossistema, cada qual com sua capacidade assimiladora, de acordo com cada resíduo poluente;
- **Manutenção do capital natural nos níveis atuais ou próximos destes:** o que significa não haver depauperação ou perda agregada-líquida da diversidade ecológica;
- **Maximizar conversão do uso do solo para sistemas menos intensivos:** a monocultura, por exemplo, deve empregar práticas conservacionistas, como a rotação de culturas para não exaurir a capacidade produtiva do solo;
- **Polluidor-pagador:** os custos dos danos ambientais causados, devem ser assumidos e pagos pelos causadores do dano ocorrido.

Cabe observar que a identificação dos impactos socioambientais para a elaboração da *Matriz dos Impactos Ambientais do Setor Sucroalcooleiro* (quadro 2) foi realizada dependendo da atividade a ser analisada, sob duas vertentes: a partir de uma análise histórica do setor sucroalcooleiro no Brasil e com relação as atividades inerentes

---

<sup>3</sup> SADLER, B., ed. (1996). *Environmental assessment in a changing world: evaluating practice to improve performance*. [S.l.]: Canadian Environmental Assessment Agency: International Association for Impact Assessment. 248p.

de produção do setor. A análise histórica avaliará como ocorreu a introdução e expansão desta atividade canavieira no Brasil, principalmente na fase do Proálcool, e sua interface ao meio natural e social, elucidando a maneira pela qual o setor sucroalcooleiro se sustenta até os dias atuais e o outro aspecto, analisará cada etapa do processo produtivo com relação ao meio. Estas duas áreas de estudo estão ponderadas e definidas na *Matriz dos Impactos* ambientais diretos e indiretos de maior relevância do setor sucroalcooleiro.

O setor sucroalcooleiro foi subdividido em 13 atividades que foram analisadas de acordo com seus impactos, nos diversos elementos ambientais, como mostra o quadro 2:

Atividade preliminar 1: - Adquirir ou arrendar terras;

- Contratar fornecedores;
- Adquirir máquinas e implementos agrícolas

Atividade preliminar 2: - Projetos de instalações civis e industriais;

- Contratar empreiteiras montadoras;
- Adquirir equipamentos industriais

Atividade preliminar 3: - Implantação e melhoria da infra-estrutura industrial;

- Execução das obras civis e industriais

Atividade agrícola 4: - Preparo e conservação do solo:

- A) Convencional;
- B) Conservacionista

Atividade agrícola 5: - Plantio da cana-de-açúcar

Atividade agrícola 6: - Tratos culturais

Atividade agrícola 7: - Fertirrigação

Atividade agrícola 8: - Colheita da cana-de-açúcar:

- 8.A.) Colheita de cana crua;
- 8. B.) Colheita de cana queimada

Atividade agrícola 9: - Rotação de culturas

Atividade industrial 10: - Produção de açúcar e álcool

Atividade industrial 11: - Geração de energia e subprodutos

Atividade pós-industrial 12: - Armazenamento e transporte de insumos e produtos

Atividade industrial 13: - Desativação das atividades

Quadro 2: Matriz dos Impactos Ambientais do Setor Sucroalcooleiro

Sistema Ambiental			Principais atividades do setor sucroalcooleiro															
Sub-sistema Ambiental	Componente Ambiental	Fator Ambiental	Atividades Preliminares			Atividades Agrícolas						Atividades Industriais e Pós-industriais						
			1	2	3	4		5	6	7	8		9	10	11	12	13	
						A	B				A	B						
Atmosférico	Meio Atmosférico	<i>Clima</i>																
		<i>Qualidade do ar</i>																
Terrestre	Meio Físico	<i>Geologia</i>																
		<i>Geomorfologia</i>																
		<i>Solos</i>																
		<i>Aptidão Agrícola</i>																
		<i>Erosão</i>																
	Meio Biológico	<i>Vegetação</i>																
		<i>Fauna</i>																
	<i>Uso e ocupação</i>																	
Aquático	Meio Físico- Químico - Biológico	<i>Águas superficiais</i>																
		<i>Águas subterrâneas</i>																
		<i>Biologia aquática</i>																
Sócio - Econômico - Cultural	Infra-estrutura	<i>Sistema viário</i>																
		<i>Uso de água</i>																
	Demografia	<i>População</i>																
		<i>Migração</i>																
	Atividades Econômicas	<i>Setor 1°</i>																
		<i>Setor 2°</i>																
		<i>Setor 3°</i>																
	Nível de Vida	<i>Educação</i>																
		<i>Saúde</i>																
		<i>Nível de emprego</i>																
	<i>Patrimônio Paisagístico / Histórico / Cultural</i>																	
	<i>Relação Político/ Institucional</i>																	

Fonte: Adaptado de SALLES (1993) e OMETTO *et al.* (1999)



Atividade preliminar 1: - Adquirir ou arrendar terras;  
- Contratar fornecedores;  
- Adquirir máquinas e implementos agrícolas.

---

## 5.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS IMPACTOS AMBIENTAIS:

**Atividade preliminar 1: - Adquirir ou arrendar terras;**  
**- Contratar fornecedores;**  
**- Adquirir máquinas e implementos agrícolas;**

O setor sucroalcooleiro caracteriza-se por uma estrutura verticalmente integrada de produção, na qual a fase agrícola abastece a industrial. Portanto, com a grande capacidade de produção das usinas atuais, imensas áreas são ocupadas pela cultura canavieira.

Geralmente, o usineiro é também um grande latifundiário, como cita RAMOS (1999), porém, raramente, a quantidade produzida em sua terra é capaz de suprir toda a capacidade da empresa, o que gera a necessidade de contratar fornecedores ou realizar arrendamentos. Os fornecedores cultivam a cana-de-açúcar em sua propriedade e as vendem à usina, enquanto o arrendatário arrenda sua terra para ser cultivada sob os cuidados do usineiro em troca de dinheiro ou produto.



Figura: 01 Visão aérea da Usina e Companhia Energética Santa Elisa  
(<http://www.santaelisa.com.br>, 01/09/2000)

Atividade preliminar 1: - Adquirir ou arrendar terras;  
- Contratar fornecedores;  
- Adquirir máquinas e implementos agrícolas.

---

## **Subsistema Ambiental: Terrestre**

### **Meio Biológico: Vegetação**

Desde a implantação da cultura canavieira, iniciada em 1532, como relatam PRADO JR. (1976) e ANDRADE (1994), grandes áreas de vegetação nativa foram devastadas para servirem à plantação da cana-de-açúcar e obtenção de lenha para suprir os engenhos de açúcar, que na época da colonização não queimavam o bagaço da cana nas caldeiras. Castro (1963)<sup>4</sup> apud GRAZIANO NETO (1982) comenta que durante o ciclo da cana-de-açúcar no Nordeste, desde o século XVI, o açúcar arrasou o Nordeste e as matas tropicais da Bahia ao Ceará converteram-se em região de savanas.

Uma área onde se localizará o projeto agroindustrial sofrerá, segundo Instituto Agrônomo de Campinas - IAC (1994), sensíveis impactos, com modificações do estado anteriormente existente. COPERSUCAR (1989a) comenta que ao avançar sobre espaços ocupados com matas naturais, ciliares e capoeiras, a cana-de-açúcar causa sérios prejuízos ao meio ambiente.

ALVES (1991a) comenta, em estudo de impacto ambiental de uma destilaria, que a região de Araraquara, SP era, originalmente, ocupada com Cerrado, em suas diferentes variações até o Cerradão. Atualmente, a cana-de-açúcar ocupa praticamente toda a área, restando apenas alguns poucos maciços remanescentes. Isto não significa que a cana foi a única responsável por este processo, porém ela pode ter agravado ainda mais este processo de desflorestamento. Além disso, as plantações geralmente não respeitam as matas ciliares, conforme determinação do Código Florestal.

## **Subsistema Ambiental: Terrestre**

### **Uso e ocupação**

O elemento principal da produção canavieira característico em toda sua história no território brasileiro, segundo RAMOS (1999); PRADO JR. (1976); DIEGUES JR (1954), desde sua introdução em 1532 até os dias atuais, é o latifúndio monocultor, como cita Prado JR. (1976): *“A cultura da cana só se prestava, economicamente, a grandes plantações. Já para desbravar convenientemente o*

---

<sup>4</sup> CASTRO, J. (1963). *Geografia da fome*. São Paulo, Brasiliense.

Atividade preliminar 1: - Adquirir ou arrendar terras;  
 - Contratar fornecedores;  
 - Adquirir máquinas e implementos agrícolas.

*terreno ... tornava-se necessário o esforço reunido de muitos trabalhadores; não era empresa para pequenos proprietários isolados. ... Nestas condições, o pequeno produtor não podia subsistir."*

Atualmente, o modelo de uso e ocupação do espaço pela cultura canavieira continua sendo caracterizado por grandes extensões de terras e a monocultura é dominante, ocupando mais de 4,4 milhões de ha atualmente no Brasil, como cita MOLINA JR. (1999).

Em RAMOS (1999), foi estipulado o número e o tamanho das propriedades rurais com cana-de-açúcar no Estado de São Paulo entre 1960 e 1985, sendo que os resultados estão apresentados na tabela 05:

**Tabela 05: Distribuição da área ocupada com cana-de-açúcar com relação ao tamanho médio dos estabelecimentos rurais no Estado de São Paulo entre 1960 e 1985.**

Tamanho médio estabelecimentos (ha)	Área ocupada (ha)				
	1960	1970	1975	1980	1985
50	235.850	367.800	259.800	260.700	354.750
550	671.000	883.300	839.300	1.206.700	1.958.000
5.500	902.000	1.089.000	1.364.000	1.903.000	2.909.500
+ de 10.000	+ de 80.000	+ de 50.000	+ de 70.000	+ de 70.000	+ de 110.000

Fonte: Adaptado de FIBGE, Censos Agrícolas (1960) e Agropecuários in RAMOS (1999)

Portanto, de acordo com a tabela 05, verifica-se que as propriedades com tamanho médio de 5.500ha são as que predominam em todo o período analisado (1960 à 1985) no Estado de São Paulo, confirmando a afirmação que a cultura canavieira se concentra nas grandes propriedades rurais.

### **Sub-sistema sócio-econômico-cultural:**

#### **Demografia: Migração:**

Segundo IAC (1994), o pequeno agricultor que vendeu ou arrendou suas terras ao usineiro migra para outras áreas, principalmente nas zonas periféricas dos centros urbanos mais próximos, podendo ocasionar pressão demográfica e problemas de subemprego e moradia. GRAZIANO NETO (1982; p.77) menciona: "*Se antes*

Atividade preliminar 1: - Adquirir ou arrendar terras;  
- Contratar fornecedores;  
- Adquirir máquinas e implementos agrícolas.

---

*suas casas (dos trabalhadores rurais) tinham chão de terra batida, hoje elas são de restos de caixotes de madeira ou de folhas de zinco, nas favelas urbanas.*” COPERSUCAR (1989a) comenta, também, que a concentração da posse da terra gera a migração de pequenos proprietários. Como conseqüências desta migração para a zona urbana, IAC (1994) enumera: a pressão intensa sobre o abastecimento de água e luz, maior geração de resíduos sólidos, demanda por atendimento médico-hospitalar e maior procura por moradia e transporte.

### **Sub-sistema sócio-econômico-cultural:**

#### **Atividades econômicas: *Setor primário:***

Segundo CARDOSO (1986), a agroindústria sucroalcooleira modifica a estrutura fundiária (monopolização) e se apropria de solos de alta produtividade para a utilização de apenas uma cultura, bem como de solos com sérias restrições devido à erodibilidade.

Segundo GRAZIANO NETO (1982), ALVES (1991a), SILVA (1995), COPERSUCAR (1989a) e RAMOS (1999), a expansão da cultura da cana-de-açúcar traz um processo de concentração de terras, na medida que as pequenas propriedades são adquiridas pelas grandes. Um exemplo disto, citado por GRAZIANO NETO (1982), é uma usina na região de Ribeirão Preto, S.P., a qual incorporou mais de 300 propriedades pequenas ao seu redor, ultrapassando os 40.000ha. No tocante a concentração de terras devido à monocultura, 50% das terras cultiváveis do Estado de São Paulo são destinadas ao plantio de cana-de-açúcar. GOULART (1998) destaca, ainda, o caráter de exclusão social, especificamente dos imensos canaviais dominados por poucas famílias. IAC (1994) acrescenta, ainda, o desaparecimento de pequenas propriedades como resultado deste processo.

IAC (1994) comenta, também, que para assegurar autonomia da matéria-prima, os industriais sucroalcooleiros adquirem ou arrendam propriedades menores, substituindo, principalmente, culturas alimentícias pela canaveira. GRAZIANO NETO (1982) menciona: “*Cada pequeno sítio incorporado pelos usineiros nas*

Atividade preliminar 1: - Adquirir ou arrendar terras;  
- Contratar fornecedores;  
- Adquirir máquinas e implementos agrícolas.

---

*regiões de expansão da monocultura açucareira significa um decréscimo na produção de arroz, feijão, mandioca, leite e outros alimentos.”<sup>5</sup>*

Dados expostos por SILVA (1995) mostram o aumento da pobreza na área rural com o modelo atual de monocultura, latifúndio e exploração da mão-de-obra. Como exemplo, pode-se comparar o indicador de insuficiência de renda de 1981 com o de 1990. Este parâmetro indica o quanto é necessário se aumentar a renda da população pobre rural para que esta possa sair da condição de pobreza. Em 1981 seria necessário um aumento de 45% na renda mensal, em 1990 o aumento deveria ser de 78%, mostrando que a qualidade de vida no campo piorou sensivelmente. Em 1988, o Brasil foi considerado pelo Fundo Internacional de Desenvolvimento Agrícola (FIDA), em SILVA (1995), o 6º país com população rural vivendo abaixo da linha da pobreza, equivalente a 73% da população rural, e, segundo o estudo, esta taxa vem aumentando.

Isso não significa que a cana-de-açúcar seja a única responsável por estes dados alarmantes, porém o sistema agrícola atual empregado pelo setor sucroalcooleiro pertence a este modelo analisado por SILVA (1995). Deste modo, ela contribui de modo determinante para a manutenção do mesmo.

#### **Sub-sistema sócio-econômico-cultural:**

##### **Atividades econômicas: *Setor secundário:***

A aquisição de máquinas e implementos agrícolas pelo setor sucroalcooleiro promove um acréscimo na demanda destes bens, refletindo em crescimento na produção das empresas que o suprem.

#### **Sub-sistema sócio-econômico-cultural:**

##### **Atividades econômicas: *Setor terciário:***

Com o arrendamento das terras por parte das usinas, o pequeno agricultor teve seus hábitos culturais modificados, retirando-o do trabalho junto à terra e colocando-o como um “negociador” de suas terras.

---

<sup>5</sup> GRAZIANO NETO, F. (1982). *Questão agrária e ecologia: crítica da moderna agricultura*. p. 60. São Paulo, Brasiliense.

Atividade preliminar 1: - Adquirir ou arrendar terras;  
- Contratar fornecedores;  
- Adquirir máquinas e implementos agrícolas.

---

De outro modo, inicia-se a necessidade de serviços técnicos agrônômicos para a escolha da área, além de operadores para as máquinas e implementos a serem utilizados no campo.

Além disso, há o aumento da demanda por combustível para as máquinas agrícolas, impulsionando o ramo de postos de combustíveis e serviços ligados ao mesmo.

### **Sub-sistema sócio-econômico-cultural:**

#### **Nível de vida: Educação:**

A migração dos pequenos proprietários (que venderam suas terras aos latifundiários) aos centros urbanos vem acompanhado de uma carência de qualificação profissional destes trabalhadores para ser exercida nas cidades. Isto gera a necessidade por cursos profissionalizantes, a baixos custos ou gratuitos, na busca de novos conhecimentos para que possam sobreviver nos centros urbanos, aumentando a demanda no sistema educacional.

### **Sub-sistema sócio-econômico-cultural:**

#### **Nível de vida: Saúde:**

Segundo IAC (1994), o pequeno agricultor que vendeu ou arrendou suas terras fixam-se na periferia dos centros urbanos, necessitando dos serviços de saúde pública, os quais já são precários.

### **Sub-sistema sócio-econômico-cultural:**

#### **Nível de vida: Nível de emprego:**

Os antigos e pequenos agricultores que se deslocam à cidade após a venda de suas terras, geralmente à usina, encontram muitas dificuldades na aquisição de novos empregos nos centros urbanos, os quais exigem mão-de-obra qualificada. Isto faz com que se aumente a grande massa urbana subempregada ou desempregada, muitas vezes vivendo em condições miseráveis, de acordo com IAC (1994).

Atividade preliminar 1: - Adquirir ou arrendar terras;  
- Contratar fornecedores;  
- Adquirir máquinas e implementos agrícolas.

---

### **Sub-sistema sócio-econômico-cultural:**

#### ***Patrimônio Paisagístico / Histórico / Cultural:***

ANDRADE (1994) mostra as grandes mudanças no território para a implantação do complexo canavieiro no Brasil, como o desmatamento da vegetação nativa, servindo de combustível aos engenhos, a destruição rápida da Mata Atlântica, a construção de engenhos e edificações para a indústria, a construção de cidades portuárias e estradas. Além da formação de imensas áreas de monocultura relatadas por CARDOSO (1986).

### **Sub-sistema sócio-econômico-cultural:**

#### ***Relação Política Institucional:***

SALLES (1993) observa que haverá aumento do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) com relação à compra de equipamentos e aumento na arrecadação de impostos sobre transações imobiliárias e compras de terras.

---

Atividade preliminar 2: - Projetos de instalações civis e industriais;  
- Contratar empreiteiras montadoras;  
- Adquirir equipamentos industriais.

---

**Atividade preliminar 2: - Projetos de instalações civis e industriais;**  
**- Contratar empreiteiras montadoras;**  
**- Adquirir equipamentos industriais.**

**Sub-sistema sócio-econômico-cultural:**

**Atividades econômicas: *Setor secundário:***

O crescimento das indústrias fabricantes de equipamentos industriais para as usinas é comprovado por ANDRADE (1994) pelo fato que desde 1940 muitas empresas metalúrgicas se especializaram na fabricação de máquinas para as usinas devido ao crescimento da cultura canavieira, como é o caso da Dedini, em Piracicaba, SP e Zanini, em Sertãozinho, SP.

**Sub-sistema sócio-econômico-cultural**

**Atividades econômicas: *Setor terciário:***

A construção das instalações civis e industriais das usinas de açúcar e álcool aumenta a demanda pela prestação de serviços das empreiteiras e montadoras, impulsionando o crescimento do setor terciário.

**Sub-sistema sócio-econômico-cultural:**

***Relação Política Institucional:***

De acordo com SALLES (1993), haverá um aumento na arrecadação de IPI (Impostos sobre Produtos Industrializados) pela aquisição dos equipamentos industriais e haverá um aumento no parque industrial sucroalcooleiro.

O projeto das instalações civis e industriais deve ser realizado de acordo com Estudo de Impacto Ambiental necessário, segundo a Constituição Federal, Lei Federal 6938/81 e CONAMA 01/86, aos complexos sucroalcooleiros. Neste estudo deve estar contemplado, além de outros, a observância da legislação competente no item de localização de empreendimentos e adequação ambiental de seus efluentes. O primeiro item se baseia em um dos instrumentos da Lei nº6938/81, o zoneamento ambiental, já previsto pela Lei 6903/80 para o estabelecimento de atividades industriais. Os efluentes que serão dispostos em corpos de água devem se adequarem



Atividade preliminar 2: - Projetos de instalações civis e industriais;  
- Contratar empreiteiras montadoras;  
- Adquirir equipamentos industriais.

---

ao padrão do corpo receptor e pelo padrão de emissão estabelecidos pela Resolução CONAMA nº20/1986, descrito em seu artigo 21:

*“Artigo 21: Nas águas das Classes 1 a 8 serão tolerados lançamentos de despejos, desde que, além de atenderem ao disposto no Artigo 21 desta Resolução, - padrões de emissão (nota do autor) - não venham a fazer com que os limites estabelecidos para as respectivas classes sejam ultrapassados – padrão de qualidade do corpo de água (nota do autor) -.”*

**Atividade preliminar 3: - Implantação e melhoria da infra-estrutura industrial;  
- Execução das obras civis e industriais.**

Estas atividades ocorreram em vários momentos da história canavieira, porém a melhoria da infra-estrutura industrial ocorreu com maior ênfase durante a segunda fase do Proálcool, quando a construção de novas destilarias destinadas ao álcool carburante foram subsidiadas. Devido a esta questão, em alguns fatores ambientais o período do Proálcool será avaliado com maior ênfase.

**Sub-sistema ambiental atmosférico:**

**Meio atmosférico: *Qualidade do ar:***

A execução das obras civis e industriais, juntamente com o tráfego de caminhões e tratores, promovem a suspensão de material particulado no ar, alterando a qualidade atmosférica local. ALVES (1991a) propõe que as vias de circulação de veículos devem ser umedecidas com caminhão-pipa afim de se evitar a geração de poeira em suspensão.

**Sub-sistema ambiental terrestre:**

**Meio físico: *Solos:***

A execução das obras civis e industriais promove o revolvimento da terra, a compactação do solo e a impermeabilização do local. O primeiro impacto citado causa a desestruturação do solo, enquanto a compactação, juntamente com a impermeabilização, obstrui a infiltração de água.

**Sub-sistema ambiental terrestre:**

**Meio biológico: *Vegetação***

Esta atividade promove a substituição da vegetação existente para a construção do parque industrial sucroalcooleiro, mencionado por SALLES (1993). Este impacto pode ser agravado quando o empreendimento não está localizado de forma ambientalmente adequada, como, por exemplo, nas áreas de preservação permanente.

Segundo CASER *et al.*(1998), o Estado de São Paulo, grande produtor de cana-de-açúcar, tinha em 1975, início do Proálcool, uma área ocupada com mata natural de 2.854.985ha e em 1995 caiu para 2.059.262ha. O cerradão, em 1975, ocupava 536.244 ha e em 1995 esta área reduziu para 135.692ha, enquanto o cerrado, em 1975, tinha 1.126.478ha e em 1995, 188.599ha. Isto não significa que todas estas diferenças tenham sido ocasionadas pela expansão canavieira, porém partes destes desmatamentos foram devido à implantação do Proálcool que induziu a expansão do cultivo de cana-de-açúcar ou pelo manejo adotado, como a queimada.

#### **Sub-sistema ambiental terrestre:**

##### **Meio biológico: *Fauna:***

A destruição da cobertura vegetal para a implementação da usina ou de destilarias anexas causa impactos à vida animal terrestre que vive neste habitat, pois muitos animais se alimentam das espécies vegetais e animais desta região. Este impacto analisado foi também mencionado por SALLES (1993).

#### **Sub-sistema ambiental terrestre:**

##### ***Uso e Ocupação do espaço:***

Os impactos da instalação industrial dependerão, basicamente, da sua localização. Porém, a expansão do complexo industrial traz, segundo COPERSUCAR (1989a), o aumento da área cultivada com cana-de-açúcar sobre áreas com outras culturas ou vegetações nativas, causando a formação de imensas áreas com cana-de-açúcar.

#### **Sub-sistema ambiental aquático:**

##### **Meio físico-químico-biológico: *Águas superficiais:***

A possibilidade de erosão, pelo revolvimento do solo durante as obras civis e industriais, pode causar o assoreamento de corpos de água, gerando, segundo SALLES (1993), prejuízos à qualidade da água com o aumento do material em suspensão.

**Sub-sistema ambiental aquático:****Meio físico-químico-biológico: *Águas subterrâneas:***

A impermeabilização do solo para a implantação do complexo industrial diminui a quantidade de água infiltrada, o que pode ser ainda mais grave se a área for de recarga do aquífero.

**Sub-sistema ambiental aquático****Meio físico-químico-biológico: *Biologia aquática:***

A degradação na qualidade da água gera prejuízos à flora e fauna aquáticas, devido ao aumento do material em suspensão, pois a incidência luminosa diminui, decaindo a produção primária de oxigênio pelas algas.

**Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural:****Infra-estrutura: *Sistema viário:***

Com a usina implantada, haverá a ampliação da malha viária para a entrada da matéria-prima, funcionários, visitantes ao complexo industrial e para servir ao escoamento do produto final.

**Sub-sistema sócio-econômico-cultural:****Atividades econômicas: *Setor primário:***

Sendo a estrutura de produção sucroalcooleira verticalmente integrada, com a expansão do complexo industrial, tem-se um conseqüente aumento da atividade agrícola, a qual se caracteriza pelo latifúndio monocultor. O aumento da capacidade das destilarias no período de 1976 à 1980, durante o Proálcool, necessitaria uma área adicional de cana de 2,2 milhões de hectares, considerada por SANTOS (1986), uma estimativa um pouco exagerada.

Porém, em uma primeira análise, esta ampliação da cultura canavieira pode ser considerada benéfica ao setor primário, porém deve-se observar, também, as implicações disto. Pode-se iniciar pelo aumento das queimadas, depauperamento do solo, a impossibilidade de geração de alimentos nestas áreas utilizadas com cana-de-açúcar, substituição da vegetação nativa, exploração da mão-de-obra, entre outras.

O estudo da CEBRAP (1983)<sup>6</sup> apud SANTOS (1986) mostra que a expansão da atividade canavieira com o Proálcool deslocou 46,5% da área cultivada de culturas alimentícias no Estado de São Paulo (maior produtor de álcool), sobretudo o arroz, milho e mandioca, bem como as de exportação, no caso, o algodão e o milho. No Estado da Paraíba

a cana substituiu, durante o mesmo período, 41,9% da área cultivada com feijão, 93,9% da área com mandioca e, entre as culturas de exportação, 75,7% do algodão. GRAZIANO NETO (1982) cita que além da substituição direta das terras com alimentos para a expansão canavieira, deve-se incluir as áreas passíveis de expansão por parte dos alimentos que foram destinadas à produção do álcool.

Alem disso, GRAZIANO NETO (1982) destaca, também, a concentração de renda dentro deste processo de expansão da cana nas palavras do então Secretário da Agricultura do Estado de São Paulo, no período do Proálcool, Sr. Afif: *“A figura do plantador de cana, que fornece matéria-prima às destilarias de álcool, está desaparecendo e em seu lugar os grandes usineiros estão se utilizando de prepostos disfarçados em arrendamento para promover o plantio de cana em 100% da terra localizada ao redor das destilarias. Isso torna o Proálcool um programa extremamente concentrador de renda, ao mesmo tempo em que inviabiliza a continuidade da produção de alimentos por parte daqueles que estão deixando suas terras.”*<sup>7</sup>

Portanto, a expansão industrial sucroalcooleira traz tanto benefícios quanto malefícios ao setor primário.

### **Sub-sistema sócio-econômico-cultural:**

#### **Atividades econômicas: *Setor secundário:***

A implantação de usinas sucroalcooleiras fortalece o setor secundário, visto que ela própria faz parte deste setor, além das empresas especializadas na construção de usinas e equipamentos industriais para servirem a indústria de açúcar e álcool.

No período do Programa Nacional do Álcool, segundo SANTOS (1986), houve grande impulso aos grupos fornecedores dos equipamentos da destilaria e às indústrias automobilísticas, representando importante alternativa a este segmento econômico. Um exemplo disto foi que mais de 90% de todas as vendas dos automóveis de passageiros, entre 1983 e 1988, foram de carros a álcool.

<sup>6</sup> CEBRAP (1983). “Proálcool: Agricultura e Emprego”. São Paulo, mimeo. Relatório à FINEP.

<sup>7</sup> Declaração do Sr. Afif. Jornal de São Paulo. Setembro de 1981.

Segundo Secretaria do Meio Ambiente – SÃO PAULO (1994), a expansão agrícola canavieira traz aumento no parque industrial sucroalcooleiro, tendo como exemplos a expansão industrial neste ramo nas cidades de Piracicaba, Santa Bárbara d'Oeste, Rio das Pedras e Itacemópolis.

**Sub-sistema sócio-econômico-cultural:**

**Atividades econômicas: *Setor terciário:***

A construção do parque industrial, segundo SALLES (1993), aumentará a demanda por serviços de empreiteiros e montadoras.

**Sub-sistema sócio-econômico-cultural:**

***Patrimônio Paisagístico / Histórico / Cultural:***

Esta atividade modifica completamente a paisagem do local no qual é implantada a obra civil, retirando a vegetação que existia para construção da indústria e laboratórios necessários, além de induzir o crescimento das áreas produtoras de cana em detrimento, segundo COPERSUCAR (1989a), de outras culturas e de vegetações nativas. Deve-se, também, ser verificado se as construções não se realizam em locais com sítios arqueológicos.

**Sub-sistema sócio-econômico-cultural:**

***Relação Política Institucional:***

A implantação e melhoria da infra-estrutura industrial, juntamente com a execução das obras civis e industriais, geram, segundo SALLES (1993), impactos positivos com o crescimento regional e local, além de arrecadação de IPI, ICMS e ISS.

Contudo, deve ser observada a legislação ambiental de zoneamento industrial, Lei Federal n.º 6.803/80, que dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição e eventuais leis estaduais e municipais que tratam do assunto. Isto é importante para que as instalações industriais ocorram em locais propícios (ambientalmente) às mesmas.

O subsídio governamental para a ampliação das destilarias de álcool durante a segunda fase do Proálcool favoreceu, segundo SANTOS (1986), o próprio governo,

Atividade preliminar 3: - Implantação e melhoria da infra-estrutura industrial:  
- Execução das obras civis e industriais.

---

os consumidores de carros à álcool, o “grande capital” (os produtores de açúcar e álcool), os fornecedores de equipamentos para a destilaria e os fabricantes de automóveis. Entretanto os pequenos produtores foram excluídos de quaisquer benefícios do Proálcool, assim como a grande maioria da população e o meio ambiente.

## ATIVIDADE AGRÍCOLA 4: PREPARO E CONSERVAÇÃO DO SOLO

### A) CONVENCIONAL

A fase agrícola do processo canavieiro inicia-se, de acordo com IAC (1994), pelas operações semelhantes a uma cultura tradicional, com a limpeza do terreno, nivelamento de solo, estudos de sua qualidade, aração e gradagem.

A definição de preparo do solo pode ser vista em CASTRO (1985) e OMETTO (2000) como sendo uma série de operações que tem por finalidade fornecer as melhores condições físico-químico-biológicas ao solo para a germinação das sementes ou brotamento dos tubérculos.

A conservação do solo faz parte de algumas técnicas do preparo, tais como: a incorporação da matéria orgânica, curvas de nível, terraços e a subsolagem, ou seja, a eliminação das camadas compactas para aumento da infiltração de água no solo.

As práticas convencionais de preparo e conservação do solo, segundo FREITAS (1987), diferem se o terreno está recebendo a cana pela primeira vez ou se as áreas serão utilizadas para a renovação do canavial. A diferença básica está na necessidade de limpeza do terreno para o primeiro plantio, que corresponde ao “desmatamento das florestas naturais ou artificiais, inclusive frutíferas, ..., destoca, enleiramento, queima e desenraizamento”.

O preparo inicial convencional ocorre com a finalidade de introduzir a cultura agrícola na área ocupada com vegetação natural, pasto ou áreas com outras culturas e pode ser dividido, segundo OMETTO (2000), pelas seguintes fases:

- a) desmatamento;
- b) derrubada;
- c) destoca;
- d) desenraizamento e
- e) enleiramento.

O preparo periódico do solo em cana-de-açúcar, após a retirada da vegetação anterior (preparo inicial), ocorre primeiramente para o plantio inicial da cana planta. Após o primeiro corte ocorre o preparo para a cana soca, o qual se repete por quatro a cinco cortes e finalmente, o ciclo se completa com a renovação do canavial (após vários cortes), na qual ocorre o replantio.



Para a introdução da cana planta após o preparo inicial, OMETTO (2000) enumera as operações normalmente realizadas:

- 1) aração mais gradagem ou gradagem pesada;
- 2) subsolagem;
- 3) sulcamento;
- 4) adubação.



Figura 02: Operação de preparo com aplicação de herbicida

Como mostra a figura 02, as operações mecânicas de preparo de solo podem ser associadas a aplicações de herbicidas. As conseqüências das aplicações de agrotóxicos serão analisadas na operação 6: Tratos Culturais.

No caso de renovação do canavial, o preparo do solo de modo convencional, segundo FREITAS (1987), pode ser ordenado nas seguintes operações:

1. “limpeza, enleiramento e queima da palha;
2. calagem: sempre que as quantidades de cálcio e/ou magnésio trocáveis do solo estiverem em níveis insuficientes, ou quando o solo apresentar altos teores de alumínio tóxico;
3. grade pesada para erradicação da soqueira;
4. operações de conservação de solo (curvas de nível, terraceamento,);
5. gradagens subsequentes;
6. sistematização;
7. subsolagem com aletas (em áreas que exijam esta operação);

8. gradeação pesada;
9. gradagem leve de pré-plantio.”

Segundo CASTRO (1985), o preparo convencional do solo antes do plantio pode, também, ser dividido em primário: aração, desmatamento e operações com rolo faca; e o secundário: nivelamento do terreno, destorroamento, incorporação de herbicidas, eliminação de ervas invasoras com o uso de gradagem e/ou enxada rotativa.

#### **Sub-sistema ambiental atmosférico:**

##### **Meio atmosférico: *Qualidade do ar:***

A "limpeza" da área a ser cultivada cana-de-açúcar pelo modo convencional emprega o uso da queimada, comprometendo a qualidade do ar com material em suspensão e gases tóxicos. Outro impacto à qualidade do ar é o emprego de máquinas agrícolas (tratores, arados e grades) suspendendo, localmente, material particulado no meio atmosférico. ALVES (1991a) propõe que as vias de circulação de veículos devem ser umedecidas com caminhão-pipa afim de se evitar a geração de material em suspensão.

#### **Sub-sistema ambiental terrestre:**

##### **Meio físico: *Solos:***

O manejo intensivo e inadequado do solo gera, para CASTRO (1985), a desagregação das propriedades físicas do solo que prejudica a produtividade da cultura. As práticas convencionais de preparo do solo, com exceção do terraceamento, constituem grandes fontes de erosão e danificação da microbiota existente no solo. Estes fatos causam a desestruturação do solo, juntamente com a perda de nutrientes e matéria orgânica.

Segundo BERTONI & LOMBARDI NETO (1990), o uso intensivo do solo, sem técnicas de manejo conservacionistas adequadas, é responsável por perda de cerca de milhões de toneladas de solo e nutrientes.

GRAZIANO NETO (1982) cita que as arações profundas nas condições tropicais expõem o solo a altas temperaturas, danificando sua vida microbiana e matéria orgânica. PEREIRA (1997) enfatiza que nestas condições, ocorre a

mineralização da matéria orgânica em quantidades superiores à sua capacidade de reposição, o que resulta no decréscimo da mesma e diminuição dos rendimentos da cultura.

#### **Sub-sistema ambiental terrestre:**

##### **Meio físico: *Aptidão agrícola:***

O manejo empregado na cultura canavieira deve utilizar parâmetros de aptidão agrícola apropriados às condições agroecológicas, como declividade, tipo de solo e geologia, entre outros; assim como parâmetros sócio-econômicos regidos pela sociedade, o que segundo MUZZILI (1998), devem ser considerados para a sustentabilidade da operação. LEPSCH ET AL (1983) definem capacidade de uso da terra como “a sua adaptabilidade para fins diversos, sem que sofra depauperamento pelos fatores de desgaste e empobrecimento”.

Portanto, o manejo convencional do solo, por não considerar os aspectos de sustentabilidade citados, pode-se qualificá-lo como negativo com relação à aptidão agrícola.

#### **Sub-sistema ambiental terrestre:**

##### **Meio físico: *Erosão:***

De acordo com CASTRO (1985), as diversas maneiras de preparo do solo afetam o processo erosivo de modo diferente e peculiar, devido a movimentação do solo e quantidade de resíduos deixados sobre o mesmo.

BERTONI & LOMBARDI NETO (1990) indicam, também, o manejo como o fator de maior influência na erodibilidade do solo, tornando-se necessário conhecer sua aptidão e a forma de manejo que menos agrida este recurso natural.

RESCK (1997) explica que a grade pesada, usada durante o preparo do solo agrícola na cultura canavieira, desagrega o solo e, com isso, suas partículas são facilmente carregadas pela enxurrada ou pela água de percolação. GRAZIANO NETO (1982) comenta que as arações profundas expõem os solos às chuvas, causando a desestruturação de suas camadas superficiais e, conseqüentemente, erosão. COPERSUCAR (1989a) destaca que o revolvimento do solo provoca alterações na suas condições físicas, favorecendo o aparecimento de erosão.

**Sub-sistema ambiental terrestre:****Meio biológico: *Vegetação***

De acordo com IAC (1994), a introdução da cultura canavieira requer o desmatamento da vegetação natural para as atividades de preparo do solo e, segundo COPERSUCAR (1989a), a flora será empobrecida.

A formação da camada compacta devido a utilização da grade pesada reduz, de acordo com RESCK & GOMES (1997), a infiltração de água no solo e a argila em suspensão sedimenta-se, formando uma camada que endurece após a chuva, tornando difícil a penetração das raízes.

**Sub-sistema ambiental terrestre:****Meio biológico: *Fauna*:**

A destruição da vegetação nativa, segundo IAC (1994) e COPERSUCAR (1989a), traz como consequência a diminuição da fauna na região, a qual migra para outras áreas na procura de seu habitat remanescente. CASTRO (1963)<sup>8</sup> apud GRAZIANO NETO (1982) comenta que os incêndios que abriram terras aos canaviais destruíram a floresta e, conseqüentemente, a fauna, como exemplos: porcos do mato, topeiras, coelhos, pacas, cervos e tatus.

COPERSUCAR (1989a) comenta que além do desaparecimento de espécies, redução da diversidade e rompimento da cadeia alimentar, as alterações do solo, como de pH, provoca destruição de microorganismos do solo, o que afetará a cadeia dos decompositores, mesmo havendo substituição por outros.

**Sub-sistema ambiental terrestre:*****Uso e Ocupação***

As áreas ocupadas por vegetação nativa que tinham sua função de manter o equilíbrio biológico e ecológico de seu entorno, perde este potencial em decorrência da utilização de técnicas devastadoras de preparo do solo, que não respeitam os limites legais das coberturas vegetais ao longo dos corpos de águas, as áreas de preservação permanente, as reservas legais, áreas de recarga do aquífero e outras impróprias para o cultivo agrícola. Esta ocupação indiscriminada, até incentivada

---

<sup>8</sup> CASTRO, J. (1963). *Geografia da fome*. São Paulo, Brasiliense.

pelo Estado nas décadas anteriores, como o pró-várzea, atualmente, com a concepção de desenvolvimento com qualidade ambiental, é considerada nefasta e precisa ser planejada novamente para assegurar níveis aceitáveis de qualidade de vida.

### **Sub-sistema ambiental aquático**

#### **Meio físico-químico-biológico: *Águas superficiais:***

A compactação do solo pelas máquinas agrícolas e a ausência da cobertura de restos da cultura no solo, traz como consequência, segundo CASTRO (1985), RESCK (1997) e COPERSUCAR (1989), uma redução drástica na infiltração da água. Isto gera um aumento no escoamento superficial, o que pode comprometer a qualidade dos corpos de água, segundo IAC (1994), por meio de assoreamento, arraste dos fertilizantes, herbicidas e corretivos de solo. Estes produtos podem ser adsorvidos no sedimento ou em solução, poluindo-os. Este comprometimento pode danificar a qualidade da água de modo superior a sua capacidade de recuperação, fazendo com que se torne inviável a utilização deste rio para sua respectiva finalidade definida pela Resolução CONAMA 20/86.

Segundo CHAVES (1997), o manejo agrícola que ocorre dentro da propriedade afeta, sobremaneira, a geração de enchentes, o assoreamento de corpos de água, a eutrofização e a poluição de rios e lagos, além da redução das vazões de pico durante o período de chuva.

COPERSUCAR (1989a) destaca que o revolvimento do solo causa erosão, fazendo com que as águas das chuvas carreguem partículas e nutrientes do solo exposto para os corpos hídricos. A entrada de nutrientes contribui para a eutrofização e as partículas provocam assoreamento e aumento da turbidez dos corpos receptores.

### **Sub-sistema ambiental aquático**

#### **Meio físico-químico-biológico: *Águas subterrâneas:***

O manejo com máquinas pesadas e com ausência da cobertura vegetal, como mostra CASTRO (1985), diminui a quantidade de água a ser infiltrada, a qual poderia atingir o aquífero.

---

Segundo RÜEGG (1991), o uso intensivo de herbicidas, fertilizantes, e corretivos, de acordo com as taxas aplicadas, pode comprometer o lençol freático, depositando-se no sedimento ou em solução. Este impacto ao aquífero é ainda pior quando os elementos poluidores são usados em solos de textura arenosas, pois a infiltração é rápida, e uma vez comprometido, dificilmente conseguir-se-á a sua recuperação.

### **Sub-sistema ambiental aquático**

#### **Meio físico-químico-biológico: *Biologia aquática:***

COPERSUCAR (1989a) destaca o assoreamento do corpo hídrico, devido ao escoamento superficial no solo desagregado pelas técnicas convencionais de manejo de solo. Isso gera condições impróprias para a vida aquática, destruindo os habitats aquáticos, soterrando os organismos bentônicos e as desovas de peixes. Além disso, gera aumento do material em suspensão e conseqüente diminuição da entrada de luz, indispensável para a sobrevivência das algas bentônicas, alimento dos animais herbívoros e importante elo da cadeia trófica. Como resultado, tem-se o rompimento da cadeia alimentar e desaparecimento de muitas espécies aquáticas.

Os produtos químicos corretivos do solo e fertilizantes podem gerar eutrofização pela sua carga de nutrientes, segundo COPERSUCAR (1989a). O mesmo estudo indica que a alta dosagem de agrotóxico aplicado na lavoura pode atingir o corpo de água, podendo provocar efeitos irreversíveis ou morte dos organismos aquáticos.

### **Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural:**

#### **Infra-estrutura: *Sistema viário***

No primeiro momento, a rede viária será ampliada para o transporte das máquinas agrícolas. Porém, o tráfego dessas máquinas pode acarretar problemas nas estradas, como acidentes e desgaste do pavimento.

**Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural****Atividades econômicas: *Setor primário***

Como pode ser observado na tabela 06, a produtividade com a utilização do sistema convencional, durante várias décadas, não foi acrescida de maneira significativa, quando comparados em nível mundial, segundo GRAZIANO NETO (1982).

**TABELA 06: Evolução do Índice de Produtividade Física da cana-de-açúcar.**

Triênios	Cana-de-açúcar
1948/50	100
1951/53	96
1954/56	94
1957/59	104
1960/62	114
1963/65	106
1966/68	114
1969/71	107
1972/74	108
1975/77	108
1978/80	113

Fonte: Adaptado de IEA/SP in GRAZIANO NETO (1982)

COPERSUCAR (1989a) destaca que a perda de terras férteis pela erosão causa um grande prejuízo ao empreendimento agrícola, com perda de produtividade e de insumos aplicados na lavoura.

Portanto, o impacto do manejo e conservação do solo ao setor primário dependerá das técnicas utilizadas pelo agricultor, as quais poderão aumentar a produtividade e longevidade de sua propriedade agrícola, por meio de um sistema conservacionista, ou danificar a estrutura do solo, comprometendo com a fertilidade do solo (convencional), dita agricultura moderna nas décadas de 70 e 80, de acordo com GRAZIANO NETO (1982).

**Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural****Atividades econômicas: *Setor secundário***

A demanda por máquinas agrícolas, como tratores, grades e demais implementos para servirem às práticas de manejo e conservação do solo, gera um crescimento neste ramo industrial.

A utilização de agrotóxicos, fertilizantes, corretivos e demais produtos industrializados para servirem à agricultura faz com que este ramo químico industrial tenha uma grande demanda, pois a utilização de produtos químicos para fins de controle de pragas e ervas invasoras têm a necessidade de a cada reaplicação usá-los de forma mais intensiva para se obter os mesmos resultados.

**Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural****Atividades econômicas: *Setor terciário***

A aplicação de forma adequada de certos corretivos, fertilizantes, inseticidas e herbicidas, demanda do serviço especializado de técnicos agrícolas, o qual necessita ter preocupações com a contaminação do lençol freático, das águas superficiais e da mineralização do solo. Segundo COSTA (1985), este profissional deve ter conhecimentos sobre a gênese e textura do solo, mineralogia, física, química, fertilidade do solo, topografia, cobertura vegetal e regime pluvial, para um adequado plano de manejo e conservação do solo. Serviços de manutenção e operação das máquinas e implementos agrícolas também serão necessários.

A demanda de combustível das máquinas agrícolas, com as operações de preparo e conservação do solo, será aumentada, gerando aumento das atividades de negócio neste ramo.

**Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural*****Patrimônio Paisagístico / Histórico / Cultural:***

A destruição da vegetação nativa para a implantação das técnicas de manejo e conservação do solo transformou significativamente a paisagem, principalmente do Estado de São Paulo, transformando extensas áreas de vegetação nativa e diversidade biológica em imensos canaviais.



**Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural*****Relação Política Institucional:***

As operações de preparo e conservação do solo traz aumento na arrecadação de impostos com a compra de insumos químicos industrializados, máquinas, implementos agrícolas e combustíveis.

A Lei Federal 4771 de 15/09/1965 - Código Florestal - determina a proteção de florestas nativas e define como áreas de preservação permanente (onde a conservação da vegetação é obrigatória) uma faixa de 30 a 500 metros nas margens dos rios (dependendo da largura do curso d'água), a beira de lagos e de reservatórios de água, os topos de morro, encostas com declividade superior a 45° e locais acima de 1800 metros de altitude. No Art. 16 §2° (com redação dada pela Lei 7803 de 18 de julho de 1989) exige que propriedades rurais da região Sudeste do País preservem 20% da cobertura arbórea, conhecida como Reserva Legal, devendo tal reserva ser averbada no registro de imóveis, a partir do que fica proibido o desmatamento, mesmo que a área seja vendida ou repartida. Esta reserva deve ser de vegetação nativa e em áreas que não coincidam com a áreas de preservação permanente. Cabe observar que as condutas ilegais são consideradas crimes a partir da Lei dos Crimes Ambientais –Lei Federal 9605 de 1998.

O uso de herbicidas deve seguir a Lei dos Agrotóxicos - Lei Federal nº 7.802/89 - , a qual regulamenta desde a pesquisa e fabricação dos agrotóxicos até sua comercialização, aplicação, controle, fiscalização e também o destino da embalagem. Impõe, também, a obrigatoriedade do receituário agrônomo para venda de agrotóxicos ao consumidor.

**Atividade agrícola 4: Preparo e Conservação do solo****B) Conservacionista**

Atualmente, com a inserção do conceito de qualidade ambiental de forma a direcionar as atividades humanas de modo sustentável, pesquisadores, ao encontro deste novo paradigma, desenvolveram técnicas de preparo do solo de acordo com os seguintes princípios básicos citados por VOGTMANN & WAGNER (1987):

- pouco dano ao solo;
- emprego de tempo reduzido;
- pouco consumo de combustível.

O preparo do solo, segundo estes cientistas, deve promover a máxima intensificação da vida biológica, devendo esta prática, portanto, danificar o mínimo possível a estrutura do solo. Afim de se atingir estes objetivos, outras formas de preparo do solo frente a convencional (arado, grade e semeadora), foram desenvolvidas:

- **Preparo mínimo:** emprega-se o subsolador sem arar, realizando o preparo do solo de semeadura ou plantio com grade de disco. Segundo VOGTMANN & WAGNER (1987), a retenção hídrica do solo neste sistema é maior que no convencional;
- **Semeadura direta:** utiliza-se a técnica de não revolvimento do solo e plantio direto sobre os restos da cultura, no caso da cana-de-açúcar, ocorre a operação de sulcamento direto na palha. Este método oferece sem dúvida alguma, para VOGTMANN & WAGNER (1987), inúmeras vantagens, entre elas: grande proteção do solo contra a erosão.

**Sub-sistema ambiental terrestre:****Meio físico: Solos:**

A utilização de métodos conservacionistas, os quais mantêm parte da palha no campo e segundo SALATA (1997) utiliza-se de terraços de grande porte em desnível, aração profunda, canais escoadouros, plantio em faixas, entre outros; o controle da erosão é muito mais eficiente.



Figura 03: Manutenção de parte do palhiço no campo

MUZILLI (1985) explica que com a manutenção da palha no campo há maior incorporação de matéria orgânica pelo solo, com sua decomposição e manutenção da umidade do solo. Dados em CASTRO (1985) mostram umidade 10% maior no solo sob a palhada em contraponto com o solo exposto. Isto se deve a cobertura vegetal existente sobre o solo, a qual reduz as perdas em formas de vapor. Este aspecto é considerado, por este autor, como a grande vantagem deste sistema, pois há maior disponibilidade de água às plantas.

Outros aspectos destacados por CASTRO (1985) como vantagens do sistema conservacionista são a menor compactação, devido a menor utilização de máquinas agrícolas e a maior infiltração de água. Este autor conclui que a cobertura do solo, com restos culturais, é essencial, pois a matéria orgânica resultante da sua decomposição auxiliará na estruturação do solo, mantendo uma porosidade que facilita a infiltração da água, diminuindo o escoamento superficial.

#### **Sub-sistema ambiental terrestre:**

##### **Meio físico: *Erosão:***

As técnicas conservacionistas, de acordo com IAC (1994), como a construção de curvas de nível, manutenção de uma camada de palha no solo, preservação das matas ciliares e o revolvimento mínimo do solo, constituem grande proteção contra a erosão.

CASTRO (1985) conclui que com as técnicas de plantio direto (não revolver a terra, realizar rotação de cultura e manter uma cobertura vegetal sobre o solo), o preparo convencional do solo se torna uma operação dispensável, pois, no geral, os rendimentos da cultura são similares e as perdas por erosão são superiores neste sistema, devido, principalmente, a desagregação das partículas do solo. Esta constatação pode ser verificada ao analisar a tabela 07, a qual compara as taxas de perdas de solo no sistema convencional e com as técnicas de plantio direto durante onze meses de análise.

**TABELA 07: Comparação das perdas de solo nos Sistemas de Preparo Convencional e Plantio Direto.**

Descrição	Perdas de solo (t/ha/ano)		
	Plantio Convencional	Plantio Direto	Porcentagem
Paraná (12 anos de soja +trigo) <sup>9</sup>	26.4	3.3	87.5
Paraguai (4 anos) <sup>10</sup>	21.4	0.6	97.2
Paraguai (2 dias com chuva de 186mm) <sup>10</sup>	46.5	0.01	< 99.7
Cerrado – Soja <sup>11</sup>	4.8	0.9	81.2
Cerrado – Milho <sup>11</sup>	3-3.4	2.4	20-29

Fontes: MERTEN *et al.* (1996)<sup>9</sup> in DERPSCH (1997); VENIALGO<sup>10</sup> (1996) in DERPSCH (1997); SANTANA *et al.* (1994)<sup>11</sup> in DERPSCH (1997) .

Os sistemas de controle à erosão, segundo DEMATTÊ (1993), podem ser feitos por terraços, que devem ser em desnível, principalmente para os solos

<sup>9</sup> MERTEN, G. H.; ROSA, J. A.; BISCAIA, R.M.; SILVA, F.A. (1996). *Plantio Direto*, n.31, p.18-25, março/abril

<sup>10</sup> VENIALGO, N. (1996). Efecto de dos sistemas de labranza en el control de la pérdida de suelo por erosión hídrica. In: ENCUESTRO LATINOAMERICANO DE SIEMBRA DIRECTA EN PEQUEÑAS PROPIEDADES, 2., Edelira, Paraguay. *Anais*. Itapúa, Paraguai: MAG-GTZ. Proyecto Conservación de Suelos.

<sup>11</sup> SANTANA, D.P.; PEREIRA FILHO, I.A.; SANS, L.M.A.; CRUZ, J.C.; ALVARENGA, R.C. (1994) Determinações de perdas de solo e água sob diferentes condições de manejo, em um podzólico Vermelho-Amarelo de sete lagoas, MG. *Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. Período 1992-1993. Sete Lagoas, v.6, p.319-320.*

abruptos, com canais escoadouros. Os solos arenosos, principalmente, devem ter um preparo mínimo ou plantio direto.

### **Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural:**

#### **Infra-estrutura: *Sistema viário***

O transporte das máquinas agrícolas impulsionará a necessidade de ampliação e melhoria da infra estrutura da rede viária. Contudo, este tipo de transporte pode acarretar problemas nas estradas como acidentes e desgastes no pavimento.

### **Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural**

#### **Atividades econômicas: *Setor primário***

A utilização do sistema conservacionista oferecerá benefícios ao setor primário, com a conservação do solo e conseqüente aumento da produtividade e longevidade da propriedade agrícola.

### **Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural**

#### **Atividades econômicas: *Setor terciário***

A aplicação de forma adequada de certos corretivos, fertilizantes naturais e do manejo adequado do solo requerem pessoas tecnicamente treinadas com as práticas conservacionistas.

A utilização dos equipamentos agrícolas irá necessitar de serviços especializados em manutenção e operação dos mesmos, além de impulsionar os negócios de combustíveis.

### **Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural**

#### ***Patrimônio Paisagístico / Histórico / Cultural***

As técnicas de manejo e conservação do solo, embora conservacionistas, necessitam transformar a paisagem, destruindo áreas de vegetação nativa em extensos canaviais.

**Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural*****Relação Política Institucional***

Há aumento na arrecadação de impostos com a compra de insumos químicos industrializados, de equipamentos agrícolas, da prestação de serviços e da compra de combustíveis.

### Atividade Agrícola 5: Plantio da cana-de-açúcar

A operação de plantio pode ser manual ou mecanizada, feita pelo modo direto ou convencional.

No método de plantio direto, o sulco é feito por meio de um sulcador que atua sobre a palhada remanescente, enquanto no convencional o terreno é preparado por operações de aração e gradagem, seguida do sulcador no solo sem palha. O sulco é um canal de aproximadamente 25 a 30cm de profundidade, no qual a muda de cana-de-açúcar é colocada. Quando o solo é impermeável e muito compactado, utiliza-se a subsolagem para romper este horizonte de impedimento e facilitar o desenvolvimento e penetração das raízes no solo.

O método convencional utiliza o modo de preparo e conservação do solo convencional, como visto, e após a adubação ocorre o plantio dos toletes de cana nos sulcos e posterior cobertura.

O plantio manual é realizado com o auxílio de um caminhão o qual carrega a cana e os funcionários arremessam-na no sulco e outros picam-na em toletes, como mostra a figura 04.



Figura 04: Plantio manual

O plantio mecânico é realizado por grandes máquinas plantadoras, como é mostrado na figura 05, as quais sulcam, adubam, plantam os toletes nos sulcos e cobrem-nos.



Figura 05: Máquina plantadora de cana-de-açúcar

Neste item, além das conseqüências ambientais da operação do plantio em si, será feito, em alguns itens, uma análise da utilização intensiva da cultura da cana-de-açúcar.

#### **Sub-sistema ambiental atmosférico**

##### **Meio atmosférico: *Qualidade do ar:***

No caso do plantio mecanizado há a movimentação de terra, por meio das máquinas agrícolas, ocasionando suspensão de material particulado (poeira) no local onde a máquina está operando. ALVES (1991a) propõe que as vias de circulação de veículos devem ser umedecidas com caminhão-pipa afim de se evitar a geração de poeira em suspensão.

#### **Sub-sistema ambiental terrestre**

##### **Meio físico: *Solos***

Os principais aspectos negativos durante o plantio são relacionados à compactação dos solos, descritos por GUIMARÃES *et al.* (1975), devido a utilização de máquinas agrícolas pesadas e ao sulcamento do solo para receber as mudas de cana. Esta abertura no solo pode causar sua desagregação, pois rompe a estrutura formada pelo mesmo uma vez que abre sulcos de até 30cm de profundidade para o plantio.



CASAGRANDE & DIAS (1999) realizaram um estudo no Centro de Ciências Agrárias – campus de Araras, SP, da Universidade Federal de São Carlos, no qual foram realizadas determinações químicas em latossolo roxo com mata natural e cultivado com cana-de-açúcar há 45 anos. As amostras foram coletadas a cada 20cm de profundidade até 1m e demonstraram que o teor de matéria orgânica da camada superficial (0-20cm) do solo com cana diminuiu de 36 para 29g/dm<sup>3</sup> e a quantidade de N total diminuiu acentuadamente, com o cultivo da cana-de-açúcar, nas camadas de 0-20cm e 20-40cm de profundidade. Outros fatores analisados foram os micronutrientes B, Cu, Fe, Mn e Zn, apresentando teores mais elevados no solo com mata natural.

Na região de Piracicaba, CERRI (1986) verificou que após cinquenta anos de cultivo com cana-de-açúcar, em substituição à floresta, o teor de carbono e nitrogênio da camada superficial do solo foi sensivelmente inferior àquele da mata natural. DALARI & MAYER (1986) e BAVER *et al.* (1987) explicam que com o cultivo agrícola dos solos ocorre, em geral, uma redução no teor de matéria orgânica. Isto é devido, às menores incorporações da matéria orgânica pela cultura agrícola frente à vegetação natural, além das queimadas e o revolvimento do solo por arações e gradagens.

LIMA (1995) avaliou as mudanças nas propriedades de solos representativos do Estado de São Paulo cultivados com cana-de-açúcar por períodos de tempo de 12 a 40 anos. Os solos álicos e distróficos tiveram aumentos nos cátions trocáveis, saturação em bases, pH e capacidade de troca catiônica efetiva. Porém, os solos originalmente eutróficos tornaram-se distróficos. Ocorreram perdas importantes de carbono independente das características do solo e do manejo, o que influenciou na diminuição da troca catiônica e aumento do ponto de carga zero. Os micronutrientes apresentaram tendências à diminuição com o cultivo e a densidade do solo apresentou acréscimos diferenciados de acordo com a composição granulométrica, refletindo em aumento da água disponível e restrição do desenvolvimento radicular. A porosidade total e macroporos sofreram reduções atingindo níveis considerados críticos. A atividade biológica foi reduzida em função do cultivo contribuindo para a redução da macroporosidade.

Portanto, de modo geral os solos sofreram perdas qualitativas e quantitativas com a utilização da cultura canavieira de modo intensiva durante vários anos.

### **Sub-sistema ambiental terrestre**

#### **Meio físico: *Aptidão Agrícola:***

SPAROVEK & LEPSCH (1995) mostram que 27% (48.000ha) da área total de cana-de-açúcar em Piracicaba são super utilizadas e com alto risco de degradação, pois estas áreas estão em lugares com solos pouco profundos, arenosos e declivosos. Portanto, estudos devem ser realizados para implantar a cultura canavieira em locais aptos a cultivá-la.

### **Sub-sistema ambiental terrestre**

#### **Meio físico: *Erosão***

Segundo DEMATTÊ (1993), a cana-de-açúcar, apesar de ser uma cultura semi-perene e cada sulco funcionar como um pequeno terraço, as perdas por erosão são grandes, na faixa de 12 a 15 t/ha/ano de sedimentos. O período mais vulnerável em relação à erosão, para o mesmo autor, é o do plantio, exigindo o uso de práticas conservacionistas de manejo, descritas no item correspondente.

O tipo de solo é uma variável importante ao se analisar o grau de erosão, pois segundo BERTONI & LOMBARDI NETO (1990), as propriedades físicas, como estrutura, textura, permeabilidade e densidade, além das características químicas e biológicas exercem distintas influências na erosão. Assim sendo, os diferentes tipos de solos e suas susceptibilidade à erosão são descritos, segundo DEMATTÊ (1993):

- ***Podzólicos vermelho-amarelo:*** apresentam textura mais arenosa na superfície e mais argilosa na sub-superfície, são solos suscetíveis à erosão e aos altos riscos de assoreamento do sulco de plantio, além do encharcamento temporário do sulco de plantio durante o período de chuvas;
- ***Areia-quartzosa:*** solo sem mudança textural, com elevada susceptibilidade à erosão, com elevado risco de assoreamento nos sulcos de plantio e facilmente adensam na superfície com as chuvas, dificultando assim a brotação;

- **Podzólicos Vermelho-Amarelo Latossólico, Terra Roxa Estruturada:** solos sem mudanças texturais, os quais necessitam de sistema de controle à erosão, com susceptibilidade menor que os arenosos;
- **Vertissóis, PVA argila/argila, Hidromórfos, Planossóis e PVA-vérticos:** solos com baixo ou nenhum gradiente textural, porém com argila de elevada atividade, necessitando de sistema de controle à erosão.

Em BERTONI & LOMBARDI (1990), a erodibilidade do solo pode ser considerada como proporcional à seguinte relação: 
$$\frac{\% \text{ areia} + \% \text{ limo}}{\% \text{ argila}}$$

Com o advento da equação universal de perda de solo, estudos do fator da erodibilidade do solo foram intensificados com o auxílio de simuladores matemáticos, permitindo conclusões, como as de LOMBARDI & BERTONI (1990), que de maneira geral os solos podzolizados são mais suscetíveis à erosão que os latossolos, tanto nos horizontes superficiais, como nos sub-superficiais.

Além do tipo de solo, a profundidade do sulcamento para o plantio da cana-de-açúcar influencia, de acordo com GUIMARÃES *et al.* (1975), a quantidade de terra perdida pela ação da erosão eólica e/ou pluviométrica.

As devidas técnicas conservacionistas, como por exemplo, sistemas de controle a erosão, como: construção de curvas de nível compatíveis à cultura, terraços, preservação de matas ciliares, não desagregação das partículas do solo, entre outros, constituem fatores importantes para a manutenção da camada superficial do solo. Isto se verifica em estudo de impacto ambiental, apresentado por ALVES (1991a), de uma área com cana-de-açúcar, na região de Araraquara, SP, a qual apresentava 80% da área com problemas de susceptibilidade à erosão.

FIORIO (1998) observou que com o acréscimo do plantio de cana-de-açúcar de 16% para 66% da área de uma microbacia em Piracicaba, SP, o impacto ambiental mais facilmente destacado foi o assoreamento de uma represa que serve de abastecimento a uma comunidade, a qual tinha uma área de 12ha de espelho d'água e passou a 0.6ha.

**Sub-sistema ambiental terrestre****Meio biológico: *Vegetação:***

CARDOSO (1986) comenta que o acréscimo da área total cultivada com cana-de-açúcar e a velocidade de expansão da monocultura canavieira foram grandes nas últimas décadas, resultando em declínio das culturas alimentícias e de vegetação natural.

As vegetações remanescentes das operações de preparo do solo são, em geral, localizadas em áreas de alta declividade (no alto dos morros), onde o efeito de borda vai dizimando paulatinamente toda a mata. As reservas legais, que devem constituir 20% da área agrícola com vegetação nativa, raramente são encontradas em propriedades rurais canavieiras. ALVES (1991a) exemplifica este problema por meio de um estudo de impacto ambiental de parte da região de Araraquara, SP, no qual o meio biológico é caracterizado pela ocupação quase total da cana-de-açúcar, restando, apenas, 1% da área total reservada a mata ciliar e alguns remanescentes de cerrado.

Áreas de Preservação Permanente (APP), contidas no Código Florestal, como as matas ripárias, topos de morros, áreas de contenção à erosão, são sistemas vegetais de fundamental importância e devem ser mantidos dentro da propriedade rural. Da mesma forma, os corredores de espécies vegetais nativas dentro dos canaviais podem facilitar o deslocamento dos animais de uma “ilha de vegetação” para outra.

MORENO (2000) realizou uma classificação multitemporal da região de Piracicaba, S.P., grande produtora de cana-de-açúcar, com imagens de satélite Landsat TM. De acordo com estes dados construiu-se a tabela 08 mostrando as transformações na paisagem da região.

TABELA 08: Classificação multitemporal da cobertura do solo da região de Piracicaba, S.P.

Classe de Cobertura	Ano - 1987		Ano - 1992		Ano - 1997	
	Áreas		Áreas		Áreas	
	ha	%	ha	%	ha	%
<b>Cultura da cana</b>	<b>26.595,45</b>	<b>22.33</b>	<b>34.830,99</b>	<b>29.24</b>	<b>45.343,62</b>	<b>38.07</b>
Vegetação paludosa	29.017,71	24.36	17.653,95	14.82	14.584,68	12.24
Vegetação arbórea	15.221,16	12.78	9.589,41	8.05	7.139,25	6.00
Vegetação nativa	12.475,17	10.47	12.604,23	10.58	8.014,41	6.73
Solo exposto	10.185,57	8.55	20.210,67	16.97	16.965,27	14.24
Pasto	14.586,84	12.25	11.707,29	9.83	14.400,09	12.09
Água	4.838,76	4.06	4.930,38	4.14	2.768,67	2.32
Urbano	6.199,47	5.20	7.593,21	6.37	9.904,14	8.31
<b>Total</b>	<b>119.120,13</b>	<b>100</b>	<b>119.120,13</b>	<b>100</b>	<b>119.120,13</b>	<b>100</b>

Fonte: MORENO (2000)

De acordo com a tabela 08, pode-se notar o significativo aumento da cobertura de cana-de-açúcar e o detrimento das coberturas vegetais existentes na região. A cana não foi a única responsável por esta degradação, porém como a região se caracteriza pelo grande aumento da cultura canavieira ela pode ser considerada como uma das grandes responsáveis.

### Sub-sistema ambiental terrestre

#### Meio biológico: *Fauna*

Com a retirada da vegetação natural, a fauna existente que estava adaptada a viver naquelas condições, tendem a migrar para as matas remanescentes, restando dentro do canal, apenas algumas espécies de roedores, cobras e alguns animais peçonhentos. IAC (1994) comenta que o desmatamento para implantação e expansão da cultura reduz a qualidade do habitat, trazendo prejuízos à fauna e afetando sua distribuição.

Em estudo de impacto ambiental, realizado por ALVES (1991a), a fauna, de uma área da região de Araraquara, SP (com cana-de-açúcar) é caracterizada por ser escassa, tanto em número de espécies, quanto em número de indivíduos por espécie. Nesta área restam apenas aves e pequenos mamíferos, ligados às áreas de culturas e pastagens.

**Sub-sistema ambiental terrestre*****Uso e Ocupação do espaço***

O plantio de cana altera significativamente o uso e ocupação do espaço, na medida em que substitui vegetações nativas e outras atividades agrícolas como as alimentícias, entre outras, formando imensas áreas com apenas uma cultura, como pode ser observado na tabela 08. ALVES (1991a) cita, em estudo de impacto ambiental, que em 7 fazendas com cana-de-açúcar analisadas, a cobertura vegetal natural estava praticamente inexistente.

**Sub-sistema ambiental aquático****Meio físico-químico-biológico: *Águas superficiais:***

A desagregação do solo pela operação de sulcamento pode ocasionar erosão, o que prejudicará a qualidade do corpo hídrico, sendo este o destino final do material carreado pela chuva ou pelo vento. Isto aumentará a quantidade de material em suspensão na água, diminuirá a quantidade de luz e intensificará o processo de assoreamento do corpo receptor.

Durante a preparação de cana-mudas ocorre a sua imersão em mistura inseticida-fungicida, segundo IAC (1994), o que pode contaminar as águas superficiais com o auxílio do escoamento superficial.

**Sub-sistema ambiental aquático****Meio físico-químico-biológico: *Águas subterrânea:***

A compactação do solo pelas máquinas agrícolas diminui a percolação da água para as camadas mais profundas, ocasionando uma menor vazão de alimentação do lençol freático.

**Sub-sistema ambiental aquático****Meio físico-químico-biológico: *Biologia Aquática:***

O sulcamento que pode ocasionar o carreamento de material particulado em suspensão aos cursos de água, pode causar o decréscimo da luminosidade na coluna de água e da produção de oxigênio.

**Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural:****Infra-estrutura: *Uso de água:***

Como citado anteriormente, a contaminação dos recursos hídricos leva a uma deterioração da sua qualidade e sérias restrições ao seu uso serão impostas. Além disso, aumentam os gastos com os sistemas de tratamento de água para abastecimento.

**Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural:****Demografia: *Migração:***

No caso do plantio manual, um grande contingente de trabalhadores rurais, principalmente da região do norte de Minas Gerais e Estados do nordeste, migra para as regiões canavieiras do centro sul, intensificando a demanda de serviços que atendam as necessidades dessas pessoas com escola, habitação, saúde, transporte, entre outros.

**Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural:****Atividade Econômica: *Setor Primário***

Segundo ROLIM (1993), a prática da monocultura – plantio repetido da mesma espécie, no mesmo lugar – traz como consequência, a queda da produtividade, podendo-se atingir a perda de produção, devido a vários fatores, entre eles:

- aumento de pragas e doenças;
- maior quantidade de ervas invasoras;
- diminuição da disponibilidade de nutrientes;
- diminuição do sistema radicular e
- acúmulo de substâncias tóxicas ou inibidoras do crescimento.

Embora, traga estas consequências negativas, a cana-de-açúcar é uma das principais culturas agrícolas do Brasil e do Estado de São Paulo, trazendo, também, aspectos positivos ao setor primário.

**Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural*****Patrimônio Paisagístico / Histórico / Cultural:***

A plantação de cana-de-açúcar em imensas áreas, ocupando 4,4 milhões de hectares no Brasil, segundo MOLINA Jr. (1999), homogeneiza a paisagem em apenas uma única cultura. Exemplos disto são as regiões de Piracicaba, SP e Ribeirão Preto, SP, onde as áreas de cana são predominantes e são chamadas de “oceanos verdes”.

**Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural*****Relação Política Institucional:***

O plantio de cana-de-açúcar em áreas não permitidas pelo Código Florestal, como em áreas de preservação permanente e a não manutenção da reserva legal de 20% de vegetação nativa constituem crime ao patrimônio público.

Além disso, comenta-se a introdução do plantio de espécies geneticamente modificadas. A lei 8974 de 05/01/95 estabeleceu normas para o uso de técnicas de engenharia genética e liberação no meio ambiente de organismos geneticamente modificados (OGMs) e criou a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio).

À CTNBio compete autorizar instituições a produzirem e manipularem OGMs a partir de análise técnica de suas condições, conferindo-lhes, se for o caso, um Certificado de Qualidade em Biossegurança (CQB).

Apesar disto, gera impostos sobre a propriedade fundiária e os produtos comercializados.



### Atividade Agrícola 6: Tratos Culturais

Os tratos culturais, segundo CORBINI (1987), são práticas agrícolas com as seguintes finalidades:

- preservar ou restaurar as propriedades físicas e químicas do solo;
- eliminar ou reduzir a concorrência das plantas invasoras;
- conservar o sistema de controle de erosão;
- controlar pragas ou doenças, eventualmente.

De acordo com CORBINI (1987) e GELMINI (1988), as operações de controle das ervas concorrentes podem ser:

- preventivas: como levantamento das infestações para identificação precoce de pequenos focos;
- culturais: pela cobertura total do solo e práticas de rotação com adubos verdes;
- mecânicas: podendo ser manual, com a utilização da enxada; animal, no qual os cultivadores são tracionados por animais e mecanizada por tratores;
- químicas: herbicidas.



Figura 06: Aplicação de herbicida com tratores

Segundo IAC (1994), os tratos culturais incluem a adubação química e, quando necessário, a aplicação de inseticidas e formicidas. O controle do mato nos canaviais é feito por capinação mecânica, manual, com tração animal ou química (aplicação de herbicidas).

Dentre os principais agrotóxicos da lavoura da cana-de-açúcar, pode-se caracterizá-los por:

- Aldrin: para MELLO (1997), baseado em OTTAWAY<sup>12</sup> (1982), é um organo-clorado utilizado para combater nematóides e insetos. A utilização de organo-clorados é proibida em diversos países pelo seu poder residual e acumulativo na cadeia alimentar. Seu tempo para desaparecimento de 95% da quantidade aplicada varia, de acordo com RÜEGG (1991), de 5 a 7 anos, podendo permanecer no solo por 10 a 12 anos.
- Ametrina: herbicida com nomes comerciais de Gesapax, Herbipax e Metrimex, tem sua dosagem média, recomendada por VICTORIA (1993), de 2,5kg/ha;
- Atrazina: herbicida para controlar gramíneas anuais e latifoliadas com doses médias de 2,0 kg do componente ativo, segundo VICTORIA (1993);
- Clorpirifuos: inseticida considerado tóxico e sua dosagem limite é 384g do princípio ativo por hectare, segundo COPERSUCAR (1989a);
- 2,4-D: segundo AREVALO (1980), herbicida do grupo químico dos fenóis, se utilizado dentro dos padrões recomendados pela COPERSUCAR (1989a), de 1440g do ingrediente ativo por hectare, é considerado pouco tóxico e de rápida degradação;
- Diflubenzuron: inseticida de baixa toxicidade na proporção até 200g do princípio ativo por hectare, segundo COPERSUCAR (1989a);
- Diuron: segundo AREVALO (1980), herbicida do grupo da uréia, possuindo baixa toxicidade se utilizado nas doses recomendadas por COPERSUCAR (1989a), de 1200 gramas do princípio ativo por hectare, podendo permanecer no solo por, aproximadamente, 200 a 500 dias;
- Finitrotin: inseticida de baixa toxicidade quando empregado na dose até 500g do princípio ativo por hectare, para COPERSUCAR (1989a);

---

<sup>12</sup> OTTAWAY, J. H. (1982). *Bioquímica da poluição*. São Paulo, EPU-EDUSP

- Hexazinone: herbicida conhecido comercialmente como Velar K e recomendado por VICTORIA (1993) a dose média de 1,5kg/ha do princípio ativo.
- Paration metil: componente ativo de alguns pesticidas organofosforados. Sua ação se baseia em matar os insetos provocando o bloqueio dos impulsos nervosos e banido dos EUA, pela Agência de Proteção Ambiental norte-americana (EPA), segundo FOLHA DE SÃO PAULO (1999);
- Roundap: herbicida pouco tóxico quando empregado na faixa de 960 a 1440 g do princípio ativo por hectare, de acordo com COPEŞUCAR (1989a).
- Simazina: herbicida com nomes comerciais de Topeze e Simetrex SC e doses do componente ativo, recomendadas por VICTORIA (1993), de 3,2kg/ha de Topeze e 3,0kg de Simetrex SC;
- Tebuthiuron: segundo VICTORIA (1993), constitui-se de um herbicida de nome comercial Perflan e Combine. Apresenta meia vida aproximada de 12 a 15 meses no solo, para doses médias do ingrediente ativo de 1 kg /ha para o Perflan e Combine;
- Telrithiuron: herbicida pouco tóxico quando utilizado na dose de 900 a 1000g do princípio ativo por hectare, segundo COPERSUCAR (1989a).
- Velpark: herbicida de baixa toxicidade quando empregado até 426g do princípio ativo por hectare, segundo COPERSUCAR (1989a);

Os herbicidas podem ser divididos conforme a sua utilização, a qual pode ser antes da brotação da cana-de-açúcar, denominados pré-emergentes, aplicado de 10 a 15 dias após o plantio da cana; ou após a brotação, conhecidos como pós-emergentes. Os principais herbicidas estão listados na tabela 09, de acordo com seu princípio ativo, podendo haver variações em seus nomes comerciais.

**TABELA 09: Principais herbicidas utilizados na cultura da cana-de-açúcar.**

HERBICIDAS	PRÉ-EMERGÊNCIA	PÓS-EMERGÊNCIA
Alachlor	X	
Ametrina	X	X
Atrazina	X	
Cyanazina	X	
2.4-D	X	
Dicamba	X	
Diuron	X	
Metolachlor	X	
Metribuzin	X	
Napropamide	X	
Pendimethalin	X	
Simazina	X	
Tebuthiuron	X	
Terbacil	X	
Asulan		X
Dalapon		X
Fluazifopbutil		X
Glifosate		X
Ioxinil		X
MSMA		X
Paraquat		X

Fonte: PRADO (1999) adaptado da Fundação CARGIL (s/d)<sup>13</sup>

Como se verifica na tabela 09, a maioria dos herbicidas na cultura de cana-de-açúcar são aplicados antes da brotação da cana-de-açúcar.

De acordo PRADO (1999), as características químicas de cada herbicida pode apresentar persistência e degradação curta (meia-vida até 90 dias), média (meia-vida de 91 até 180 dias) ou longa (meia-vida acima de 180 dias) e deslocamento vertical variável, dependendo do tipo de solo e formação geológica, podendo atingir 20cm durante a meia vida, considerados como pequenos. A tabela 10 fornece uma visão geral destes itens:

<sup>13</sup> CARGIL, Fundação (s/d). *Cana-de-açúcar: Cultivo e utilização*. Piracicaba, SP. v.1

**TABELA 10: Persistência, degradação e deslocamento dos principais herbicidas no ambiente.**

HERBICIDA	PERSISTÊNCIA E DEGRADAÇÃO	DESLOCAMENTO
Alachlor	Curta	Não desloca
Ametrina	Média	Pequeno
Atrazina	Média	-
Cyanazina	Curta	-
2.4-D	Curta	-
Dicamba	Curta	-
Diuron	Média	Não desloca
Metolachlor	Curta	Pequeno
Metribuzin	Curta	Pequeno
Napropamide	Média	Pequeno
Pendimethalin	-	-
Simazina	Média	Pequeno
Tebuthiuron	Longa	-
Terbacil	Média	Pequeno
Asulan	Curta	Não desloca
Dalapon	Curta	Pequeno
Fluazifopbutil	Curta	Pequeno
Glifosate	Curta	Pequeno
Ioxinil	-	-
MSMA	Curta	Pequeno
Paraquat	Longa	Não desloca

Fonte: PRADO (1999) adaptado do PLANALSUCAR (1985)<sup>14</sup>

Esta duração do herbicida no ambiente denominada meia-vida se refere ao tempo para que ele perca metade de suas características tóxicas, ou seja, do seu componente ativo.

### Sub-sistema ambiental atmosférico

#### Meio atmosférico: *Qualidade do ar:*

O uso das máquinas agrícolas no solo promove a suspensão de material particulado, prejudicando a qualidade do ar, o que é acentuado pela utilização de herbicidas, principalmente em aplicações aéreas. ALVES (1991a) propõe que as vias

<sup>14</sup> PLANALSUCAR (1985). *Manual de orientação do programa de melhoramento da cana-de-açúcar* – Portaria SNVS/MS nº 10. Piracicaba, SP.

de circulação de veículos devem ser umedecidas com caminhão-pipa, para se evitar a geração de poeira em suspensão.

Para RÜEGG *et al* (1991), as aplicações aéreas, sem os cuidados necessários, poluem gravemente o ar, sendo a cana-de-açúcar a segunda cultura agrícola que mais utiliza esta prática, abrangendo, segundo dados da Empresa Brasileira de Aeronáutica (EMBRAER), em RÜEGG (1991), aproximadamente, 200.000ha no Brasil.

Segundo RISEBROUGH *et al.* (1968)<sup>15</sup> apud RÜEGG *et al.* (1991), a evaporação das gotas durante a pulverização é responsável pela formação de núcleos pequenos que flutuam no ar, contaminando-o, podendo levá-los a lugares distantes pelas correntes aéreas, atingindo civilizações, outras culturas ou vegetação nativa.

### **Sub-sistema ambiental terrestre**

#### **Meio físico: Solos:**

CORBINI (1987) evidencia que o maior problema das operações de cultivo é o efeito da compactação do solo sobre o desenvolvimento do sistema radicular e perfilhamento, causado pelo intenso tráfego de veículos pesados agrícolas e de transporte. O mesmo autor aponta os solos argilosos como os maiores prejudicados, pela compactação, sob condições de umidade elevada.

O uso exacerbado de herbicidas prejudica o solo, podendo seu residual permanecer de 12 a 15 meses dependendo da dose utilizada, das características do solo e clima do local, como explica VICTORIA (1993). RÜEGG *et al.* (1991) mostram que inseticidas organo-clorados, como o Aldrin pode persistir no solo por vários anos.

Porém, segundo COSTA (1985), quando se realiza uma adubação ou correção do solo, de modo controlado, normalmente há melhorias em suas condições químicas, porém com o uso intensivo de fertilizantes químicos, agrotóxicos, corretivos e demais produtos de forma não criteriosa, o solo se torna inapto à produção agrícola e salinizado. A exposição ao sol parece desempenhar grande influência, segundo o mesmo autor, no endurecimento do solo.

---

<sup>15</sup> RISEBROUGH, R. W. et al. (1968). Organochlorine pesticides in the atmosphere. *Nature*, 211:259.

**Sub-sistema ambiental terrestre****Meio físico: *Erosão*:**

Para DEMATTÊ (1993), o uso intensivo do solo na monocultura canavieira por meio de práticas agrícolas, tais como: preparo do solo, tratos culturais e outros; quando utilizadas de forma não conservacionistas, acarretam erosão.

**Sub-sistema ambiental terrestre****Meio biológico: *Fauna*:**

Há o comprometimento da microbiota do solo, segundo VALARINI et al. (1997) e COPERSUCAR (1989a), pelas freqüentes aplicações de agrotóxicos. Esta influência é importante, pois segundo VALARINI et al. (1997), a diversidade biológica do solo forma a base de sustentação da atividade agrícola, dos processos biológicos e biogeoquímicos responsáveis pela formação e manutenção da estrutura física e da fertilidade do solo. Os microorganismos também desempenham funções importantes de interações benéficas com a planta, como os processos de fixação biológica de nitrogênio e solubilização de fósforo.

MELLO (1997), baseado em OTTAWAY<sup>16</sup> (1982), destaca que o Aldrin (organo-clorado) ataca toda a microbiota do solo, podendo causar danos irreversíveis a pássaros e outros animais. Somente no Estado de São Paulo, o uso anual de inseticidas organoclorados (Heptacloro e Aldrin), segundo PLANALSUCAR (1985) in MACEDO & BOTELHO (1995), foi de 150t de ingrediente ativo, em cerca de 250.057ha, especialmente no ataque de térmitas. Estando os organoclorados proibidos desde 1985, seu uso está sendo reduzido e estão sendo substituídos. Porém, este problema deveria estar totalmente eliminado, tendo em vista sua proibição.

Além disso, de acordo com RÜEGG (1991), há o problema do aumento do número de pragas resistentes ao inseticida, eliminação de inimigos naturais das pragas e o envenenamento de insetos úteis, como as abelhas e polinizadores de um modo geral. Estes insetos podem ser contaminados pelos pesticidas, por três maneiras diferentes: contato, ingestão e fumigação.

---

<sup>16</sup> OTTAWAY, J. H. (1982). *Bioquímica da poluição*. São Paulo, EPU-EDUSP

### Sub-sistema ambiental aquático

#### Meio físico-químico-biológico: *Águas superficiais*

Segundo IAC (1994), pode haver a contaminação dos corpos de água por pesticidas e adubos, com o escoamento superficial no terreno em que são aplicados os defensivos agrícolas. O transporte destes produtos químicos e/ou venenosos para os rios ou lagos pode causar vários problemas como eutrofização e insalubridade da água para consumo humano.

De acordo com IAC (1994), na região da bacia hidrográfica do rio Pardo, nordeste do Estado de São Paulo, destaca-se, nas décadas 1970 e 80, a expansão da cana-de-açúcar devido à implantação do PRÓALCOOL. Concomitante à expansão agrária ocorre a ampliação da utilização de insumos agrícolas em grande escala e como consequência um aumento no aporte de poluentes que atingem o rio pelo escoamento superficial.

### Sub-sistema ambiental aquático

#### Meio físico-químico-biológico: *Águas subterrâneas:*

Para IAC (1994), a contaminação das águas subterrâneas por pesticidas e adubos é um grande impacto ambiental, no qual vários pesquisadores estudam modelos simulando o comportamento de produtos químicos no perfil dos solos de modo a afetarem as camadas mais inferiores deste e contaminar as águas subterrâneas. Nesse sentido, pesquisadores da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, do Centro Nacional de Pesquisas de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental - EMBRAPA (CNPMA) - elaboraram um estudo para monitorar a infiltração do herbicida Tebutiuron, um dos utilizados na cultura da cana-de-açúcar, em área de recarga do aquífero Pirambóia-Botucatu, em Ribeirão Preto, SP. A tabela 11 mostra os resultados de 4 anos de simulação da percolação do Tebutiuron:

**TABELA 11 : Resultados das simulações com Tebutiuron**

SOLO	PROF. (m)	QTD. (kg/ha)
Areia Quartzosa	23.9	$1,2 \cdot 10^{-1}$
Latosolo Vermelho Escuro	5.60	$1,2 \cdot 10^{-1}$
Latosolo Vermelho Escuro	6.06	$1,2 \cdot 10^{-1}$
Latosolo de Transição	3.6	$1,2 \cdot 10^{-1}$



SOLO	PROF. (m)	QTD. (kg/ha)
Latossolo de Transição	4.0	$1,2 \cdot 10^{-1}$
Latossolo de Transição	4.5	$1,2 \cdot 10^{-1}$
Latossolo Roxo	3.6	$1,2 \cdot 10^{-1}$

Fonte: NICOLELLA et al. (1997)

Os resultados de NICOLELLA *et al.* (1997), obtidos com o simulador CMLS-94, indicam que este herbicida atinge, em areia quartzosa, profundidades de 23,9m, em quantidades de  $1,2 \cdot 10^{-1}$  kg/ha, podendo ser detectados até a 50m de profundidade. Outro estudo de GOMES *et al.* (1997) com o mesmo simulador utilizou doses de lançamento de herbicidas correspondente aos limites superiores recomendados, as quais são: Atrazina – 4.0kg/ha; Ametrina – 3.0kg/ha; Simazina – 4.0kg/ha; Diuron – 1.2kg/ha e Hexazinone – 0.3kg/ha. Os resultados estão na tabela 12:

**TABELA 12: Resultados de 4 anos de simulação**

PRODUTO	SOLO	PROF. (m)	QTD. (kg/ha)
<b>Hexazinone</b>	Areia Quartzosa	30.3	$3.7 \cdot 10^{-5}$
	Latossolo Vermelho Escuro	7.3	$3.7 \cdot 10^{-5}$
	Latossolo de Transição	5.1	$3.7 \cdot 10^{-5}$
	Latossolo Roxo	4.7	$3.7 \cdot 10^{-5}$
<b>Diuron</b>	Areia Quartzosa	4.9	$1.5 \cdot 10^{-4}$
	Latossolo Vermelho Escuro	0.77	$1.5 \cdot 10^{-4}$
	Latossolo de Transição	0.66	$1.5 \cdot 10^{-4}$
	Latossolo Roxo	0.55	$1.5 \cdot 10^{-4}$
<b>Atrazina</b>	Areia Quartzosa	20.5	$5.5 \cdot 10^{-6}$
	Latossolo Vermelho Escuro	4.7	$5.5 \cdot 10^{-6}$
	Latossolo de Transição	3.4	$5.5 \cdot 10^{-6}$
	Latossolo Roxo	3.1	$5.5 \cdot 10^{-6}$
<b>Ametrina</b>	Areia Quartzosa	8.0	$4.1 \cdot 10^{-6}$
	Latossolo Vermelho Escuro	1.5	$4.1 \cdot 10^{-6}$
	Latossolo de Transição	1.2	$4.1 \cdot 10^{-6}$
	Latossolo Roxo	0.99	$4.1 \cdot 10^{-6}$
<b>Simazina</b>	Areia Quartzosa	16.8	$5.5 \cdot 10^{-6}$
	Latossolo Vermelho Escuro	3.7	$5.5 \cdot 10^{-6}$
	Latossolo de Transição	2.7	$5.5 \cdot 10^{-6}$
	Latossolo Roxo	2.4	$5.5 \cdot 10^{-6}$

Fonte: GOMES *et al.* (1997)

De acordo com estes estudos, fica evidenciado que solos do tipo areia quartzosa são muito vulneráveis à infiltração de herbicidas não devendo haver aplicações e em outros solos deve-se acompanhar a dinâmica espaço-temporal dos herbicidas para camadas mais profundas, por meio de simulações com dados do local que orientem uma aplicação e monitoramento mais seguro. Análises periódicas e com elevada precisão devem ser realizadas em relação às regiões onde há predomínio da utilização de água subterrânea para abastecimento público.

### **Sub-sistema ambiental aquático**

#### **Meio físico-químico-biológico: *Biologia aquática*:**

De acordo com RÜEGG *et al.* (1991), as melhores indicações da poluição hídrica pelos agrotóxicos são fornecidas pelas análises dos resíduos em peixes. Os inseticidas organo-clorados, como o Aldrin, são bioacumulados e bioconcentrados na cadeia alimentar (plâncton, microcrustáceos, crustáceos, peixes e homem), com acúmulos progressivos. Portanto, com a contaminação dos cursos de água pelos herbicidas, a biologia aquática é comprometida pela acumulação e disposição de elementos químicos na cadeia trófica. MELLO (1997), baseado em OTTAWAY (1982)<sup>17</sup>, cita os peixes como um dos animais que mais sofrem com os problemas de inseticidas organo-clorados, como é o caso do Aldrin.

IAC (1994) menciona que um dos problemas da aplicação de agrotóxicos e sua contaminação nos cursos de água por meio do escoamento superficial, é o envenenamento dos organismos vivos presentes no corpo receptor. O

ALDRIN, por exemplo, tem limite de concentração máxima para não intoxicar a vida aquática em água doce, segundo a EPA in THOMANN *et al.* (1987)<sup>18</sup> apud SALVADOR (1990), de 3,0 µg/l.

<sup>17</sup> OTTAWAY, J. H. (1982). *Bioquímica da poluição*. São Paulo, EPU-EDUSP.

<sup>18</sup> THOMANN, R. V. *et al.* (1987). *Manual de evaluación y control de substancias tóxicas en aguas superficiales: seccion 2 – evaluación de riesgo*. Lima, CEPIS. 29p.

**Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural****Infra-estrutura: *Sistema viário***

O transporte de agrotóxicos deve ser feito com muito cuidado, uma vez que, em caso de acidente, podem contaminar culturas agrícolas alimentícias, cursos de água e aquíferos.

**Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural****Demografia: *Migração***

Na década de 1970, iniciou-se a substituição do trabalho humano pelo uso de tratores e emprego de herbicidas, o que gerou um êxodo rural dos trabalhadores para as cidades mais próximas, verificado por RÜEGG *et al.* (1991) sendo 2% da população rural da região Centro-Sul.

A migração da população rural para as cidades acarretou graves problemas sociais devido a carência de formação destas pessoas com relação à necessidade técnica dos empregos da área urbana. Conseqüentemente, estes migrantes conseguiram sobreviver, segundo RÜEGG *et al.* (1991), por meio de subempregos existentes nas cidades ou como trabalhadores diários (temporários).

**Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural****Atividade econômica: *Setor primário***

Para RÜEGG *et al.* (1991), os processos produtivos e tecnológicos sofreram grandes modificações durante a década de setenta, com a entrada dos agrotóxicos, a “Revolução Verde”, impulsionada pelas condições financeiras favoráveis que o crédito rural impunha. As culturas que mais se evoluíram neste período foram a soja, a cana-de-açúcar e a laranja, realizando aplicações sistemáticas de agrotóxicos excessivas e desnecessárias. Esta utilização demasiada prejudica a qualidade do solo, por afetar a microbiota do solo, diminuindo sua produtividade.

Os problemas do uso de agrotóxicos podem ser sofridos pelas propriedades circunvizinhas da qual esteja sendo feito uma pulverização. Um exemplo disto, em ROSA (1995), é o dano causado a vários pomares, que circundam uma fazenda de cana-de-açúcar, pela pulverização aérea de agrotóxicos altamente tóxicos e prejudiciais à saúde.



**Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural****Atividade econômica: *Setor secundário***

O emprego de produtos químicos industrializados, principalmente os agrotóxicos, gera uma dependência em estar sempre os reutilizando de forma intensiva e progressiva. Isto faz com que o setor industrial se favoreça desta dependência, que geralmente ocorre com empresas multinacionais fabricantes de agrotóxicos.

De acordo com RÜEGG *et al.* (1991), o consumo de agrotóxico aumentou muito na região Centro-Sul durante a década de setenta, pois os agricultores eram obrigados a adquirir grandes quantidades de agrotóxicos e outros insumos se desejassem obter crédito rural. Com isso, o consumo de agrotóxicos aumentou 280% nas décadas de 60 e 70. Dados elaborados pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA), em RÜEGG *et al.* (1991), mostram que a cana-de-açúcar utilizou, em 1984, 5.432t de herbicidas, o que representou US\$ 76,5 milhões comercializados naquele ano.

Portanto, a política de crédito agrícola impulsionou o desenvolvimento de vários segmentos industriais, entre eles: os fertilizantes químicos, agrotóxicos, máquinas agrícolas e tratores.

**Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural****Nível de vida: *Saúde:***

Segundo KUNZ *et al.* (1993), as atividades desenvolvidas pelos trabalhadores e os equipamentos de pulverização influenciam o grau de exposição dermal potencial total e sua distribuição pelo corpo do trabalhador, exigindo proteção específica. Além disso, os agrotóxicos podem ser carreados e poluir os recursos hídricos, que podem ser de abastecimento, podendo comprometer a saúde da população.

Segundo RÜEGG *et al.* (1991), a exposição constante a doses relativamente baixas de agrotóxicos pode acarretar o surgimento de sintomas e sinais clínicos, entre eles:

- Lesões hepáticas, por inseticidas organo-clorados, como o Aldrin;
- Lesões renais, por inseticidas organo-clorados e por fungicidas fenilmercúricos e metoximercúricos;

- Neurite periférica, por herbicidas como o 2,4-D e por inseticidas organo-fosforados;
- Ação neurotóxica retardada, pelos inseticidas organo-fosforados, por agentes desfolhantes;
- Atrofia testicular, pelo fungicida tridemorfo ou calixen;
- Esterilidade masculina, motivada pela oligospermia que se desenvolve por exposição ao nematicida diclorobromopropano;
- Cistide hemorrágica causada pelo acaricida clordimeforme;
- Hiperglicemia ou diabetes transitória causada pelo herbicida 2,4-D;
- Hipertermia pelos pesticidas do grupo dos dinitrofenóis e pelo pentaclorofenol;
- Diminuição das defesas orgânicas, pela diminuição dos linfócitos e conseqüente redução do teor de anticorpos, pelos fungicidas trifenilestânicos (Duter e Brestan);
- Fibrose pulmonar irreversível, pelo herbicida paraquati (Gramoxone) com casos de óbitos;
- Reações de hipersensibilidade (urticária, alergia e asma) pelos inseticidas piretróides e por diversos outros pesticidas;
- Teratogênese, pelos fungicidas mercurianos orgânicos e pela dioxina presentes em alguns herbicidas;
- Mutagênese: observadas nas exposições ao dinitro-ortocresol, entre outros;
- Carcinogênese: comprovado após absorção prolongada aos inseticidas aldrin, dieldrin, clordano, heptacoloro, canfecloro e dodecacloro; aos fungicidas clorotolonil, carbendazin e etileno-tiouréia; aos herbicidas amitrol, profam e dinitrosaminas e de outros herbicidas do grupo dos dinitroderivados; e aos reguladores de crescimento hidrazida maléica e daminozida ou alar.

Segundo ALMEIDA *et al.* (1980), os casos de envenenamento agudo provocados por pesticidas são relativamente freqüentes. As intoxicações entre os trabalhadores que manuseiam e aplicam agrotóxicos são consideradas endêmicas nos países em desenvolvimento, porém não são registrados e contabilizados os números

de doentes e óbitos, segundo RÜEGG *et al.* (1991). Os trabalhadores agrícolas que manipulam os agrotóxicos não são orientados e no geral não usam equipamentos de proteção individual (EPI) de vias respiratórias, como máscara a filtro e aparelhos de isolamento, proteção para a cabeça, olhos, mãos e pés.

Estudos realizados no Instituto Biológico de São Paulo, durante o período de 1967 a 1979, assinalaram 3.481 casos de envenenamento por inseticidas, com 208 casos mortais, segundo ALMEIDA *et al.* (1980). Em 1983, outro estudo de TRAPÉ (1984) mostra que 12% dos trabalhadores examinados da Região de Campinas (total de 133 trabalhadores examinados) estavam intoxicados e 8 deles morreram.

### **Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural**

#### **Nível de vida: *Nível de emprego***

O trabalhador é submetido ao contato com substâncias tóxicas e prejudiciais a saúde, como indicado no item anterior. Afim de se minimizar os efeitos adversos da utilização e manuseio de agrotóxicos, equipamentos de proteção individual, como mostrado na figura 07, devem ser utilizados, assim como cabine de proteção ao operador da máquina agrícola.



Figura 07: Trabalhador com equipamentos de proteção individual

**Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural****Relação Político Institucional.**

A comercialização de fertilizantes químicos e agrotóxicos gera impostos sobre produtos industrializados. Contudo, o armazenamento, uso e escolha de defensivos agrícolas devem seguir a Lei de Agrotóxicos: Lei Federal nº 7.802/89. Esta lei, segundo BRASIL (1989), regulamenta desde a pesquisa e fabricação dos agrotóxicos até sua comercialização, aplicação, controle, fiscalização e também o destino da embalagem. Impõe a obrigatoriedade do receituário agrônomo para venda de agrotóxicos ao consumidor. Também exige registro dos produtos nos Ministérios da Agricultura e da Saúde e no IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). Qualquer entidade pode pedir o cancelamento deste registro, encaminhando provas de que um produto causa graves prejuízos à saúde humana, meio ambiente e animais. O descumprimento da lei pode render multas e reclusão, inclusive para os proprietários.

De acordo com MACEDO & BOTELHO (1995), o uso de produtos organoclorados, embora oficialmente proibido no Brasil desde 02/09/1985, continua ocorrendo.

De acordo com a Lei Federal nº9.974, de junho de 2000, em BRASIL (2000), os usuários de agrotóxicos, seus componentes e afins deverão efetuar a devolução das embalagens vazias dos produtos aos estabelecimentos comerciais em que foram adquiridos. As empresas produtoras e comercializadoras de agrotóxicos, seus componentes e afins, são responsáveis pela destinação das embalagens vazias dos produtos por elas fabricados ou comercializados, com vistas à sua reutilização, reciclagem ou inutilização, obedecidas as normas e instruções dos órgãos registrantes e sanitário-ambientais competentes.

### Atividade Agrícola 7: Fertirrigação

Esta operação é analisada pelas conseqüências que o elemento principal da fertirrigação utilizado atualmente gera ao meio ambiente, no caso, o subproduto da destilação do álcool: a vinhaça.

A vinhaça ou vinhoto é resultante da produção do álcool, após a fermentação do mosto e a destilação do vinho na primeira coluna de destilação. O vinho é constituído de álcool, fermento, água e sais minerais, sendo o álcool separado dos outros componentes na primeira coluna de destilação, obtendo-se álcool de 45 à 50°GL e a vinhaça. Segundo CETESB (1985) e UNIDO (1997), a vinhaça ou vinhoto é o maior poluidor dentre dos efluentes industriais, sendo seu desprendimento dependendo da concentração (teor) alcoólico obtido na fermentação, variando de 10 a 18 litros de vinhaça por litro de álcool produzido ou de 180 a 1000 litros de vinhaça por tonelada de cana com altas temperaturas na saída dos destiladores, variando de 85 a 90°C.

Quanto à composição, a vinhaça apresenta características específicas, bem estudadas por vários autores e variando de acordo com alguns fatores, segundo CRUZ (1991), tais como: natureza e composição da matéria prima, do mosto, do vinho, tipo de aparelho destilatório e condução da operação de destilação.

SZMRECSÁNYI (1994) atribui como composição média do vinhoto os seguintes valores: 93,2 % de água e 6,8 % de sólidos em suspensão, sendo que 5,1 % deste último são constituídos de matéria orgânica e 1,7 % de substâncias minerais (nitrato, sulfato, potássio, cálcio, magnésio e fósforo). Suas características físico-químicas estão descritas com mais detalhes na tabela 13:



TABELA 13: Características físicas e bioquímicas da vinhaça

<b>Parâmetros</b>	<b>Valores</b>
Produção volume (l/t. cana)	180 a 1.000
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	20.000 a 35.000
Temperatura (° C)	80 – 90
Sólidos Totais (g/l)	21,80
Sólidos Suspensos (g/l)	5,01
Sólidos Fixos (g/l)	4,34
Sólidos Voláteis(g/l)	0,67
Sólidos Dissolvidos (g/l)	16,09
Sólidos Fixos(g/l)	12,24
Sólidos Voláteis(g/l)	3,85
<b>Propriedades Físicas (25° C)</b>	<b>Valores</b>
Massa específica (kg/m <sup>3</sup> )	1.007,4
Viscosidade dinâmica (m <sup>2</sup> /s)	0,0009977
Viscosidade cinemática(m <sup>2</sup> /s)	0,00000099
Condutividade elétrica (µmhs/cm)	5.000 to 6.000

Fonte: LEME & ORLANDO FILHO (no prelo)

CETESB (1985) elenca as principais características da vinhaça de um modo geral, e diferenciado de acordo com sua origem nas tabelas 14 e 15:

TABELA 14: Características qualitativas e quantitativas da vinhaça

<b>Parâmetros</b>	<b>Unidades</b>	<b>Vinhaça</b>
<b>pH</b>	-	3.8 a 5.0
<b>Temperatura</b>	°C	85 a 95
<b>Sólido Sedimentável</b>	ml/ l	0.1
<b>DBO</b>	mg/ l	3000 a 26000
<b>DQO</b>	mg/ l	15000 a 27000
<b>Vazão</b>	m <sup>3</sup> / m <sup>3</sup> álcool	12 a 16
	l/ t cana	-

Fonte: Gerência de Projetos de Fontes: Divisão de Análise de Efluentes Líquidos e Resíduos Sólidos in CETESB (1985)

A vinhaça é subproduto da destilação do vinho, o qual pode ser advindo da fermentação do melão, do caldo ou de uma mistura dos dois. Portanto, ela apresenta

algumas diferenças em sua composição, conforme sua origem, o que é mostrado na tabela 15:

TABELA 15: Características qualitativas da vinhaça (kg/m<sup>3</sup>)

Parâmetros	Origem da vinhaça		
	Mosto de Melaço	Mosto Misto	Mosto de Caldo
Sólidos Totais	81.5	52.7	23.7
Sólidos Voláteis	60.0	40.0	20.0
Sólidos Fixos	21.5	12.7	3.7
Carbono (C) *	18.2	12.1	6.1
Potássio (K <sub>2</sub> O)	7.8	4.6	1.2
Enxofre (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	6.4	3.7	0.6
Parâmetros	Mosto de Melaço	Mosto Misto	Mosto de Caldo
Cálcio (CaO)	3.6	1.7	1.0
Cloro (NaCl)	3.0	2.0	1.0
Nitrogênio (N)	1.2	0.7	0.3
Magnésio (MgO)	1.0	0.7	0.2
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.2	0.1	0.01
DBO	25.0	19.8	16.4
DQO	65.0	45.0	33.0
Acidez (pH)	4.5	4.5	4.5
Temperatura (°C)	80 - 100	80 - 100	80 - 100

\* Teor em carbono = teor em sólidos orgânicos / 3.3

Fonte: Gerência de Projetos de Fontes: Divisão de Análise de Projetos de Efluentes Líquidos e Resíduos Sólidos in CETESB (1985)

A composição química da vinhaça é descrita por LEME & ORLANDO FILHO (no prelo) e está representada na tabela 16:

Tabela 16: Média da composição química da vinhaça no Brasil

Elemento	Mosto de melaço	Mosto misto	Caldo de mosto
kg/m <sup>3</sup>			
N	0,58	0,42	0,28
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,12	0,11	0,09
K <sub>2</sub> O	5,50	2,70	1,30
CaO	2,10	1,20	0,45
MgO	0,95	0,48	0,28
SO <sub>4</sub>	1,00	1,46	1,83
Matéria orgânica	42,35	31,30	23,21

Elemento	Mosto de melação	Mosto misto	Caldo de mosto
		mg/L	
Fe	85	62	46
Cu	6	4	2
Zn	4	3	2
Mn	9	6	5
pH	4,3	3,9	3,6

Fonte: Leme & Orlando Filho (no prelo)

De acordo com os dados da tabela anterior, pode-se verificar a riqueza orgânica da vinhaça e, conseqüentemente, a sua importância na aplicação em solos agrícolas. Ao mesmo tempo, ela se torna um componente de alto impacto para os recursos hídricos, com grandes cargas de Demanda Biológica de Oxigênio (DBO). Sua composição mineral é rica em potássio, seguida de cálcio, enxofre e magnésio, como mostra a tabela 16. Portanto, sua utilização nas lavouras de cana-de-açúcar em substituição parcial ou total a adubação mineral tem sido largamente usada. Contudo, a grande quantidade de sais presentes na vinhaça e a presença de metais, como mostra a tabela 16, demandam estudos técnicos afim de que haja aplicações seguras e rentáveis.

Nesta ótica, SZMRECSÁNYI (1994) afirma que o seu uso não pode ser excessivo nem indiscriminado, sob pena de comprometer o meio ambiente, salinizando o solo e comprometendo os aquíferos, assim como a própria rentabilidade agrícola e industrial sucroalcooleira.



Figura 08: Fertirrigação de vinhaça com canhão

**Sub-sistema ambiental atmosférico****Meio atmosférico: *Qualidade do ar:***

A utilização da vinhaça no campo resulta em fortes odores, segundo COPERSUCAR (1989a), resultantes da sua fermentação e decomposição, podendo o mau cheiro permanecer durante 2 dias, comprometendo a qualidade do ar das áreas próximas.

**Sub-sistema ambiental terrestre****Meio físico: *Solos:***

O avanço da tecnologia de aplicação de vinhaça nas soqueiras da cana tem conduzido as usinas à utilização da sua aplicação agrícola. As taxas de aplicação ao solo podem variar segundo o tipo de vinhaça e do solo irrigado. O critério generalizado para as unidades sucroalcooleiras, no qual se baseia o órgão controlador ambiental é de acordo com o teor de potássio da vinhaça, sendo admissíveis índices de 300 a 350 quilos desse elemento por hectare, segundo CASARINI (1989).

Os efeitos da vinhaça com relação às propriedades físicas, químicas e microbiológicas dos solos são vários, entres eles, segundo GLÓRIA & ORLANDO FILHO (1984), destacam-se:

- elevação do pH;
- aumento da disponibilidade de alguns nutrientes (potássio, cálcio e magnésio);
- aumento do poder de retenção e troca de cátions pelo solo;
- aumento da capacidade de retenção hídrica;
- melhoria da estrutura física do solo;
- diminuição da disponibilidade do nitrogênio no solo
- aumento da população e atividade microbiana do solo.

Esta última característica é, também, comprovada por ARLEU (1992), quando cita o aumento da entomofauna associada ao uso de vinhaça na cultura da cana-de-açúcar.

O aumento da capacidade de retenção hídrica do solo com a aplicação da vinhaça, também foi verificado por REZENDE (1979), principalmente nos primeiros 5cm superficiais.

CRUZ (1991), ao analisar um solo de baixa fertilidade com a aplicação média de  $300\text{m}^3/\text{ha}/\text{ano}$ , durante 15 anos, obteve as seguintes conclusões a respeito das consequências da aplicação da vinhaça no solo:

- aumento do teor de matéria orgânica na camada superficial, com pequena influência nas camadas inferiores;
- aumento do fósforo, potássio, cálcio e magnésio;
- aumento na capacidade de troca catiônica;
- aumento de nitratos, nitritos e amônio na solução do solo;
- pouca influência nas suas propriedades físicas.

Portanto, a vinhaça melhora as características químicas do solo, elevando o pH, como mostra CRUZ (1991), ORLANDO FILHO et al. (1983), GLÓRIA & ORLANDO FILHO (1984), CETESB (1985) e CAMBUIM & CORDEIRO (1986). Com relação à atividade microbiana do solo pela aplicação de vinhaça, CASARINI (1989) a descreve como sendo um “*extrato de levedura*” diluído, o que torna o meio complexo e propício ao desenvolvimento dos mesmos.

CRUZ (1991) cita que a aplicação de vinhaça em latossolos de baixa fertilidade ou em solos podzolizados não apresenta maiores problemas, quando aplicados nas dosagens recomendadas de 80 a  $120\text{m}^3/\text{ha}$ . Porém, doses da mesma ordem podem ser excessivas para a terra roxa estruturada (TE), ou em outros tipos de solos com elevada capacidade de troca catiônica (CTC), devido a problemas de salinização destes solos. Solos hidromorfos, caracterizados por serem salinos, com elevados teores de cálcio, sódio, magnésio e potássio, não podem receber vinhaça.

A aplicação feita por caminhão-tanque concorre, segundo REZENDE (1979), para a compactação do solo, equivalente a 25% da área irrigada quando se aplicou taxas de  $180\text{m}^3/\text{ha}$ .

### **Sub-sistema ambiental terrestre**

#### **Meio físico: Erosão:**

CAMARGO (1954), confirmado por CESAR & MANFRINATO (1954), sugeriram que os efeitos físicos da vinhaça sobre a estrutura do solo aumentariam sua resistência à erosão, pois o solo se torna mais compacto.

### **Sub-sistema ambiental aquático**

#### **Meio físico-químico-biológico: *Águas superficiais***

Os maiores problemas da vinhaça estudados por CRUZ (1991) com relação ao corpo hídrico são devido a sua carga orgânica, concentrações de nitrato, nitrito e amônio. As conseqüências destas características para o corpo hídrico são:

- alta ação redutora, exigindo elevada taxa de oxigênio para sua estabilização;
- apresenta características ácidas e corrosivas;
- alta nocividade aos animais aquáticos;
- problemas de insalubridade: mau cheiro devido a formação de gases (decomposição anaeróbia), conferindo gosto desagradável à água;
- alteração da turbidez e cor.

ALVES (1991a) comenta que a alta demanda de oxigênio para metabolizar a grande quantidade de matéria orgânica da vinhaça, pode transformar o corpo hídrico em um estado de anaerobiose, inclusive com a mudança de sua coloração. Por isso, deve-se resguardar uma ampla faixa ao longo dos rios sem realizar a fertilização, para não ocorrer lixiviação deste material. O mesmo autor cita, também, que para o estudo de uma destilarias do Estado de São Paulo foram observados 500m de segurança do corpo de água sem realizar a deposição de vinhaça no solo.

### **Sub-sistema ambiental aquático**

#### **Meio físico-químico-biológico: *Águas subterrâneas*:**

A contaminação do aquífero pela vinhaça dependerá, basicamente, do tipo de solo e da quantidade aplicada. A CETESB (1988) avaliou no ano de 1986 o potencial poluidor da agroindústria sucroalcooleira para a 7ª zona hidrográfica (sub-bacias do Pardo, Mogi-Guaçu, Grande-Sapucaí e Sapucaí) sob vários aspectos. Algumas propostas à condução da atividade em termos ambientais foram feitas e três subitens relacionados à vinhaça, são:

*1º "não será admitida a disposição de vinhaça, pelo método denominado áreas de sacrifício com embasamento nos artigos 51 e 52 do regulamento da Lei 997/76.*

*Neste tocante, a portaria Ministerial nº 124 - 20 de agosto de 1980 disciplina a armazenagem de substâncias capazes de causar poluição hídrica, estabelecendo normas gerais para a construção e localização dos depósitos;*

*2º Os tanques de armazenamento de vinhaça e seus canais para transporte deverão ser construídos de forma a eliminar os riscos de contaminação da rede hídrica, do lençol freático e os freqüentes problemas de odor e proliferação de insetos. O volume total deverá ser suficiente para armazenar, no mínimo, a vinhaça gerada pela produção correspondente a 5 dias de operação;*

*3º A taxa de aplicação de vinhaça como fertilizante, não poderá ultrapassar o equivalente a 400 kg de K<sub>2</sub>O/ha/ano, sendo que taxas superiores só serão admitidas mediante aprovação de projeto técnico específico que justifique a operação”.*

Além disso, são propostos programas de monitoramento da qualidade ambiental por meio da instalação de medidores de vazão em todas as captações de água (subterrânea e superficial) e nas fontes de geração de efluentes da agroindústria canavieira; assim como análise de agrotóxicos e nutrientes dos cursos d'água e nos reservatórios em área canavieira. Os programas de monitoramento de águas subterrâneas devem compreender, no mínimo, segundo CETESB (1995b), os seguintes parâmetros:

- Condutividade;
- Dureza;
- Série Nitrogenada (Namoniacal, Nnitrato e Norgânico);
- Demanda Química de Oxigênio (DQO);
- Cor;
- Turbidez e
- Oxigênio Dissolvido (OD).

Dentre os parâmetros, pode-se incluir, de acordo com os dados da tabela 16: metais pesados e potássio.

De acordo com GLOEDEN (1994), áreas de afloramento, como a Formação Botucatu, mostram-se extremamente vulneráveis às mudanças nas características naturais das suas águas subterrâneas devido à aplicação da vinhaça por fertilização.

Deste modo deve-se haver, também, um monitoramento dos aquíferos rasos e profundos.

Portanto, antes de cada aplicação é necessária a realização de estudos ambientais específicos considerando a composição e textura do solo, características do escoamento superficial e de percolação, altura do lençol freático, geologia, distância dos corpos hídricos, entre outros, afim de se minimizar a contaminação hídrica pela vinhaça.

Deve-se tomar cuidado, também, segundo COPERSUCAR (1989a), com o armazenamento da vinhaça, o qual deve ter revestimentos impermeabilizantes, para não contaminar o lençol freático. A diferença entre canais com e sem impermeabilizações podem ser observadas na figura 09.



Figura 09: Canal de vinhaça com e sem impermeabilização

### Sub-sistema ambiental aquático

#### Meio físico-químico-biológico: *Biologia aquática:*

A contaminação das águas superficiais pode causar problemas à vida aquática, podendo resultar em mortandade de vários animais aquáticos. Uma forma de contaminação é pelo aumento da matéria orgânica, o que resulta em acréscimo à Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e conseqüente diminuição do oxigênio dissolvido (O.D.).

A vinhaça se caracteriza, como exposto, por altas cargas orgânicas e minerais. O trabalho de OLIVEIRA *et al.* (1994) mostra que a disposição da vinhaça



em corpos de água causa, usualmente, eutrofização e morte da vida aeróbia, incluindo peixes, pela sua alta demanda biológica de oxigênio (DBO). ALVES (1991a) enfatiza este problema mencionando que a utilização do oxigênio disponível no meio aquático para depurar a matéria orgânica da vinhaça, dependendo das condições hídricas, pode fazer com que o teor de oxigênio disponível caia até a zero mg/l, fazendo com que a fauna ictiológica deixe de existir.

**Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural:**

**Infra-estrutura: *Sistema viário:***

Caminhões transportando vinhaça intensificam o tráfego nas estradas, com todos os riscos e problemas decorrentes.

**Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural:**

**Demografia: *População:***

Os maus odores causados pela fermentação e decomposição da vinhaça podem causar desconforto, com maus odores à população próxima às regiões de aplicação.

**Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural**

**Atividade econômica: *Setor primário***

O uso racional da vinhaça no campo, sem promover a salinização do solo, a contaminação das águas superficiais e subterrâneas, pode trazer ganhos de produtividade agrícola. A tabela 17 mostra o resultado de estudos de comparação das produtividades de múltiplas variedades de cana-de-açúcar irrigadas pelo sistema de sulcos de infiltração, na Usina da Pedra, Estado de São Paulo, com vinhaça diluída em águas residuárias, em tipos de solos semelhantes, na proporção de 1:10, em relação ao solo não irrigado. Neste estudo constatou-se acréscimos de produtividade agrícola da ordem de 6 até 102%, conforme mostra a tabela 17:

TABELA 17: Influência da aplicação de vinhaça em diferentes variedades.

Variedades de cana	Produtividade (t cana/ha)	
	c/ vinhaça	s/ vinhaça
IAC 51-205	97	48
NA 56-79	97	68
CB 40-13	87	49
IAC 52-150	75	48
CO 740	54	40

Fonte: COPERSUCAR (1976)

O aumento de produtividade de cana-de-açúcar com a utilização da vinhaça no campo é, também, destacado por OLIVEIRA *et al.* (1994) em nove anos de análises com a variedade de cana CB 45-3.

### **Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural**

#### **Atividade econômica: *Setor secundário***

A substituição da adubação convencional pela vinhaça diminui a compra de produtos industrializados que tinham a função de corrigir as carências nutricionais do solo.

### **Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural**

#### **Nível de vida: *Saúde***

Os gases formados pela fermentação e decomposição da vinhaça são compostos, basicamente, de gás sulfídrico e causam mau cheiro e desconforto à população circunvizinha.

A proliferação de insetos (moscas) no tanque de armazenamento e nos canais condutores, citado por COPERSUCAR (1989a), é um vetor causador de doenças.

### **Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural**

#### **Relação Político Institucional**

O lançamento da vinhaça em corpos de água é definitivamente proibida, segundo CETESB (1985), pelas Portarias/GM/323, de 29 de novembro de 1978 e 158 de 03 de novembro de 1980. REZENDE (1979) ratifica juridicamente este controle pelos artigos 267 e 271 do Código Penal Brasileiro e Portaria n. 69, de 3 de

março de 1943, do Ministério da Agricultura. A Portaria 124/1980 determina que os depósitos com vinhaça devam ficar a 200m dos corpos de água e que contenham sistemas impermeabilizantes.

Embora o problema direto com os corpos de água esteja, em tese, resolvido, outra questão continua, ainda, sem uma definição específica: a taxa de aplicação no solo. Ela varia, de acordo com CETESB(1985) entre valores na faixa de 50 até 300 m<sup>3</sup>, porém *“é comum a utilização de valores bem superiores a essa faixa, sem que os danos ao meio ambiente sejam ainda conhecidos.”*

Portanto, são necessários estudos técnicos que indiquem a quantidade a ser aplicada de acordo com o tipo de solo, geologia, águas subterrâneas e todas características ambientais inerentes a esta atividade. Com isso, cada município poderia legislar, de forma mais restrita sobre este tema, verificando as especificidades locais de cada região.

**Atividade Agrícola 8: Colheita da cana-de-açúcar****A) Crua****Sub-sistema ambiental atmosférico:****Meio atmosférico: Qualidade do ar:**

A colheita de cana crua não utiliza a queima como etapa preliminar ao corte, portanto, não há geração de gases e particulados poluentes identificados no item 8B: *Colheita de cana queimada*, com relação aos aspectos *clima e qualidade do ar*, reduzindo assim, segundo UNICA (2000b), a emissão de gases e particulados.

Dessa maneira, o crescimento vegetativo da cana crua contribui para a retenção do carbono da atmosfera pelo processo da fotossíntese, na qual ela consome CO<sub>2</sub> e libera O<sub>2</sub>, sem danificar o meio atmosférico com a prática da queimada.

**Sub-sistema ambiental terrestre****Meio físico: Solos**

A utilização da cana crua resulta em restos culturais que não são utilizados no processo industrial. Dentre estes, o principal componente é a palhada, a qual permanecendo no solo, propicia, conforme FURLANI NETO (1993b), CROSS (1939)<sup>19</sup> apud AREVALO (1998) e REYNOSO (1862)<sup>20</sup> apud ARÉVALO (1998), os seguintes benefícios diretos ao solo:

- melhoria das características físico-químicas dos solos, com o aumento e maior manutenção da umidade relativa do solo;
- controle do crescimento de ervas invasoras e matoinfestação;
- melhores condições de desenvolvimento da cultura ao longo de seu ciclo fenológico;
- menor suscetibilidade a períodos aleatórios de estiagem;
- aumento da quantidade de matéria orgânica no solo com a prática de incorporação superficial;

<sup>19</sup>Cross, W. E. (1932). La caña de azúcar. Buenos Aires. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad de Buenos Aires.

<sup>20</sup>Reynoso, A. (1862). Ensayo sobre el cultivo de la caña de azúcar, 1.ed. La Habana, Cuba. *El Magazine de la IIRaza*.

- acréscimo da população microbiota e
- redução na população de nematóides nocivos à cultura, por meio do acréscimo de predadores e microorganismos como consequência do aumento da matéria orgânica no solo.

OLIVEIRA *et al.* (1994) citam, ainda, que a cobertura vegetal remanescente aumenta a porosidade e a infiltração de água nas camadas superficiais do solo, além de conservar o carbono, nitrogênio e enxofre, volatilizados com a queimada.

A cobertura do solo com os resíduos da colheita de cana crua é, também, de acordo com AREVALO (1998) e GOMIDE (1993), uma importante barreira da matoinfestação porque não permite a entrada de luz e, como consequência, a germinação das plantas concorrentes.

Estudos desenvolvidos por BALASTREIRE *et al.* (1982) mostraram que a colheita mecanizada feita em cana crua, não mostra diferença na brotação e crescimento das soqueiras em relação à cana queimada. A palhada deixada sobre o terreno eliminou a operação de enleiramento e também, segundo FURLANI NETO (1994) e RIPOLI & VILANOVA (1992), a diminuição na aplicação de herbicidas, o que irá refletir na redução de custos operacionais da cultura e na poluição do solo causada pelos agrotóxicos.

OLIVEIRA *et al.* (1994), a partir dos resultados de 9 anos de análises, descrevem que a acumulação de nitrogênio pela cultura, com a manutenção da palhada no campo, foi de 1986 a 1992, respectivamente: +31,1%, +54,2%, +17,7%, +36,8%, +18,0% e 40,6%. Em suas análises, este autor considera que a incorporação de nitrogênio realizada pela palha no campo corresponde, praticamente, a mesma quantidade da adição de 80kgN/ha.ano. Segundo este estudo, a acumulação de nitrogênio nas folhas de cana queimada correspondia a 60,7 kg N/ha, enquanto nas de cana crua era de 106,1 kg N/ha. Portanto, a acumulação de nitrogênio no sistema sem queima é muito mais eficiente e apresenta uma melhor performance na fertilidade do solo como um todo, de acordo com as conclusões de MARANHÃES *et al.* (1996).

UNICA (2000b) resume alguns dos benefícios da manutenção da palha sobre o solo pelas conclusões da COPERSUCAR em testes nas áreas canavieiras da região sudeste do Brasil:

- redução da amplitude térmica do solo por evitar a incidência direta dos raios solares;
- incentivo ao aumento da atividade biológica no solo;
- aumento nas taxas de infiltração de água no solo e
- maior disponibilidade de água para a cultura, devido à redução da evaporação;

#### **Sub-sistema ambiental terrestre**

##### **Meio físico: *Erosão***

Segundo OLIVEIRA *et al.* (1994) e UNICA (2000b), com base em estudos da COPERSUCAR, a conservação dos restos culturais da cana-de-açúcar sobre o solo protege a superfície do mesmo contra a ação erosiva de chuvas e ventos.

#### **Sub-sistema ambiental terrestre**

##### **Meio biológico: *Vegetação***

Com a ausência da prática da queimada, as ocorrências de incêndios em matas, reservas florestais e em outras áreas circunvizinhas à cana são minimizadas.

#### **Sub-sistema ambiental terrestre**

##### **Meio biológico: *Fauna***

No sistema de colheita de cana crua não serão encontrados animais carbonizados nos canaviais devido às queimadas, além disso, a microbiota do solo não será destruída, mas enriquecida pelas bactérias decompositoras da palhada remanescente.

**Sub-sistema ambiental aquático****Meio Físico Biológico: Águas Superficiais**

A manutenção da palha no campo favorece a manutenção da camada superficial de solo, diminuindo a erosão e evitando o assoreamento dos corpos de águas.

**Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural****Infra-estrutura: *Uso de água***

Para FURLANI NETO (1993b), em cana crua não ocorre a exsudação dos colmos, portanto a aderência de terra nestes é menor, principalmente no caso de colheita e transporte mecanizados, reduzindo a quantidade de água necessária para a lavagem da cana.

A camada de palha mantida sobre o solo aumenta a disponibilidade hídrica pela planta com a conservação da umidade do solo.

Outro ponto positivo à cana crua é a não necessidade de se utilizar grandes quantidades de água na lavagem de quintais e roupas devido a sujeira causada pela fuligem da cana queimada.

**Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural****Atividade econômica: *Setor primário***

A prática de colheita de cana crua melhora a produtividade, segundo FURLANI NETO (1993b), devido a menores perdas de sacarose dos colmos, pela não exsudação ocorrida com as queimadas, o que reduz os teores de matéria estranha mineral na matéria-prima carregada mecanicamente.

Com a camada de palha no campo há, ainda, de acordo com OLIVEIRA *et al.* (1994), uma liberação mais lenta dos nutrientes da planta, além da não infestação das ervas invasoras, proteção contra erosão do solo e conservação de água no solo.

Estudos de MAGRO (1998) mostram que a produtividade (tonelada de cana/ha) em áreas onde não se realiza a queimada e se mantêm a palha no campo é superior às áreas de queima. Assim, OLIVEIRA *et al.* (1994), a partir de 9 anos de estudos em campo, apresentam que nas áreas sem queima há um aumento médio da

produtividade em torno de 23,8% (12,5t/ha) durante o segundo ao nono período de corte.

SOARES *et al.* (1994) acrescentam às vantagens da cana crua, o aumento da longevidade da cultura e reafirmam o menor índice de impurezas minerais.

De modo geral, FERREIRA (1991) indica as seguintes vantagens, do ponto de vista agrônômico, para a adoção da cana crua:

- *“melhor utilização dos fertilizantes químicos e orgânicos aplicados ao solo, com uma grande economia dos mesmos;*
- *melhoria das qualidades físicas, químicas e biológicas do solo, obtendo-se uma maior produtividade e uma maior conservação do mesmo;*
- *melhoria da capacidade de infiltração da água no solo, uma maior retenção de umidade e uma redução da erosão pela proteção propiciada pela cobertura de palha no solo;*
- *menor emprego de fertilizantes, herbicidas e inseticidas, reduzindo o custo de produção e os riscos de contaminação de operadores e do meio ambiente.”*

O mesmo autor cita, ainda, a possibilidade de cogeração de energia elétrica e a total viabilidade técnica do sistema de cana crua.

ALVAREZ (1998) conclui que não há influência negativa da palha na rebrota da cana-de-açúcar, pois as raízes de cana crua cresceram em maior quantidade que a cana queimada em todas camadas do solo, durante o primeiro ano. Além disso, a cana crua apresentou valores mais altos, no primeiro ano, para altura de plantas (308 dias após a colheita), diâmetro do colmo, massa seca de colmos e folhas (aos 37 dias após a colheita), sendo que no segundo ano, aos 241 dias após o corte, constatou-se significativo maior diâmetro de colmo para a cana crua.

RIPOLI & VILANOVA (1992) citam, ainda, como benefícios agrônômicos da manutenção da palhada sobre o solo: a redução ou até a eliminação do uso de herbicidas, aumento e manutenção da umidade do solo, também citado por ROZEFF (1995b), eficiente mecanismo de controle de erosão, acréscimo da quantidade de matéria orgânica no solo, diminuição da quantidade de nematóides nocivos e a manutenção dos inimigos naturais da broca (a principal praga da cana-de-açúcar). A colheita de cana crua por meio de máquinas, assim como a manutenção do palhicho no campo pode ser observado na figura 10.





Figura 10: Colheita mecânica de cana crua

### **Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural**

#### **Atividade econômica: *Setor secundário***

Com a exsudação dos colmos durante a queimada, como descreve FURLANI NETO (1993b), ROZEFF (1995b) e RIPOLI *et al.* (1996), ocorre perda de sacarose e, com isso, diminuição na produção dos açúcares e afins. Em contra partida, com a cana crua poderá haver um acréscimo de cerca de 20%, segundo ALVES (1995b), no rendimento industrial.

Outro fato relacionado com a utilização da cana crua, é o uso de colhedoras de pneus em áreas com até 12% de declividade e de esteira até 20%, aumentando o rendimento frente ao corte manual. De acordo com OMETTO & RÍPOLI (1997), para a área mecanizável de cana-de-açúcar no Brasil, que corresponde a 40% do total com cana-de-açúcar no Brasil, seriam necessárias 2.800 colhedoras, o que impulsionaria o setor secundário com a produção e manutenção destes equipamentos. Além das colhedoras, há outros equipamentos manufaturados que são necessários à colheita de cana crua, como o caminhão pipa, o caminhão mecânico, o transbordo, ancinhos, tratores, os quais impulsionam o setor secundário.

Para RIPOLI & VILLANOVA (1992) e UNICA (2000b), outra grande vantagem da colheita crua sobre o sistema com queima é a possibilidade de geração

de energia com a palha da cana-de-açúcar, o que será analisado com maiores detalhes no item 11: *Geração de energia e subprodutos*.

O instituto de açúcar de Vasantdada, na Índia, em pesquisas realizadas de 1992 à 1994, converteram os restos culturais da cana em carvão. De acordo com KADAM & JADHAV (s/d) para cada tonelada de palha foi possível a formação de 320kg de carvão vegetal, com poder calorífico de 3800 kcal/kg, o qual apresenta, ainda, viabilidade tecno-econômica para ser produzido em escala industrial.

### **Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural**

#### **Atividade econômica: *Setor terciário***

Serão necessários profissionais que operem com as técnicas de preparação do terreno, quantidade satisfatória de palha e cana no campo, transporte, mecânicos, treinamento ao operador da colhedora, geração de energia, entre outros itens, os quais serão indispensáveis para garantir a maximização dos benefícios da colheita de cana crua.

Outro fator que irá impulsionar o setor terciário será a possível locação de colhedoras ou até a prestação de serviço do corte mecanizado de cana crua por agentes externos, além da venda da energia cogenerada com a palha remanescente.

### **Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural**

#### **Nível de vida: *Saúde***

Os problemas de saúde ocasionados pela queimada durante a colheita de cana queimada (analisado na atividade 8B – *saúde*) não serão causados com a colheita de cana crua.

A utilização dos equipamentos de segurança, como botas e luvas, é imprescindível na operação de corte de cana crua. As botas irão proteger o trabalhador de ataques de animais peçonhentos, como cobras, assim como minimizar acidentes com o podão, além de luvas que não permitirão o contato com as fibras de sílica amorfa que, segundo NIOSH (1993), se encontram nas folhas da cana-de-açúcar e podem ser cancerígenas ao contato com a pele do trabalhador.

### **Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural**

#### **Nível de vida: *Nível de emprego***

Inicialmente, é pertinente destacar, de acordo com ALVES (1995b), que a queima da cana foi intensificada a partir de 1950, impulsionada com o Proálcool na década de 1970 e, portanto, não foi sempre utilizado como premissa inerente ao corte da cana-de-açúcar.

A alegação de que a colheita de cana crua irá provocar desemprego, na medida que a máquina substituiria dezenas de pessoas, carece de uma análise mais aprofundada. Inicialmente, não são todas as áreas canavieiras que são passíveis de mecanização, somente aquelas com declividades abaixo de 12%. Nestas áreas, as colhedoras tendem a realizar a operação da colheita, o que exige mão de obra mais qualificada, fixando os trabalhadores volantes e terminando com o problema de sazonalidade, além de gerar empregos na produção e manutenção destes equipamentos.

Nas áreas não mecanizáveis - declividade acima de 12% - o corte da cana-de-açúcar deverá, necessariamente ser manual. A realização desta operação com cana crua exigirá, segundo ALVES (1991b), um número maior de mão-de-obra, equivalente a três vezes o número de mão de obra da cana queimada para se obter o mesmo rendimento. Portanto, a colheita manual de cana crua ao invés de gerar desemprego, cria-o na proporção de 3:1.

OMETTO & RÍPOLI (1997) confirmaram esta constatação analisando toda área com cana-de-açúcar no Brasil e constataram que 60% da área não é apta, tecnicamente, à mecanização, necessitando de 379.518 trabalhadores para cortarem cana crua, ou 144.000 se fosse utilizada a cana queimada. Isto se deve ao menor rendimento de corte em cana crua em relação à cana queimada (2,63 vezes menor) e, portanto, a cana crua realmente necessita de um número maior de trabalhadores para atingir a mesma produtividade.

OLIVEIRA *et al.* (1991) expõem o ponto de vista dos trabalhadores, por meio de um trabalho piloto realizado pela CETESB, nos anos de 1984 à 1986, junto às entidades de representação dos trabalhadores, intermediários e produtores. A conclusão da pesquisa, realizada em diversos municípios canavieiros, foi que a maior preocupação dos trabalhadores com relação à questão da colheita da cana crua ou

queimada diz respeito “à forma de contrato de trabalho e sua remuneração, que deverá ser rediscutida por ocasião da introdução da prática de colheita de cana crua.” Os riscos com animais peçonhentos não foram considerados de extrema importância, pois a adoção do uso de equipamentos de proteção individual, a qual a legislação trabalhista preconiza, resolve este problema.

Conforme declaração da FERAESP – Federação dos Empregados Rurais Assalariados do Estado de São Paulo, citado em OLIVEIRA *et al.* (1991), as maiores reivindicações dos trabalhadores consistem:

1. no estabelecimento de um novo contrato de trabalho, no qual eles tenham garantia de todos os direitos semelhantes aos trabalhadores urbanos e;
2. na transformação do modo de remuneração, o qual deveria ser por dia ou mensal e não por metro ou tonelada de cana cortada.

Élio Neves, presidente do Sindicato dos Empregados Rurais de Araraquara, SP, garante, em SILVEIRA (1997), que os trabalhadores nunca se negaram a cortar cana com a palha, apenas exigiam uma remuneração equivalente ao total recebido com o corte de cana queimada (R\$200,00/mês). Segundo PAES (1996), para que o trabalhador de corte manual da cana crua receba a mesma remuneração do cortador de cana queimada, é necessário um incremento de 2,63 vezes. Atualmente paga-se, na região de Piracicaba, SP, R\$0,15 por metro de cana crua cortada, um pouco mais que o dobro do corte da cana queimada (R\$0,07). Com esta remuneração, o trabalhador consegue, para cada tonelada de cana crua cortada, obter ganhos de R\$1,61 e médias, diárias, de R\$20,00.

Nas áreas não mecanizáveis, o corte de cana crua manual aumentaria o número de emprego na proporção de 1:3. Como OMETTO & RIPOLI (1997) destacaram que 60% das áreas com cana-de-açúcar no Brasil tem esta característica, o incremento de emprego com o corte de cana crua manual somente desta área, seria de 80% acima do total de empregos do corte de cana queimada em toda área brasileira.

Portanto, a possível introdução de colhedoras somente nas áreas de declividade não acentuadas aprimoraria, segundo VEIGA FILHO *et al.* (1994), a eficácia do emprego e a fixação da mão-de-obra.

**Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural*****Relação político-institucional***

A colheita de cana crua gera receita sobre impostos, como menciona SALLES (1993). Além disto, a não utilização da queimada segue a Lei 6938/81, em BRASIL (1981), não ocasionando poluição como definida nesta legislação, e portanto, não prejudicando a saúde, a segurança e o bem estar da população, não afetando desfavoravelmente a biota, as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente, não lançando material ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos e não afetando desfavoravelmente a qualidade de vida da população.

**Atividade Agrícola 8. Colheita de Cana-de-Açúcar****B) Queimada**

A queima da cana-de-açúcar é uma operação prévia ao corte, como justificativa de facilitá-lo. SILVA (1998) explica o processo da queimada em 3 fases:

- a) *Ignição*: o início do processo, na presença de oxigênio e baixas temperaturas. Esta fase é rápida e apresenta, ainda, baixa concentração de poluentes;
- b) *Combustão incompleta*: atinge altas temperaturas e formação de gases prejudiciais, como: CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> e SO<sub>x</sub>, entre outros.
- c) *Resfriamento*: a última etapa da queima, caracterizada pelo abaixamento da temperatura e liberação de material particulado, Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) e outras substâncias orgânicas provenientes desta combustão incompleta.



Figura 11: Queimada da cana-de-açúcar

### Sub-sistema ambiental atmosférico:

#### Meio atmosférico: *Clima*

Os gases monóxido de carbono, ozônio e óxido nitroso são constituintes naturais da atmosfera, produzidos por meio de reações fotoquímicas ou de emissões do solo, vegetação e oceanos, sendo também produzidos antropogenicamente por emissões industriais, queimadas, combustão de fósseis, entre outros. Gases como o  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_4$  e  $\text{O}_3$  são considerados como gases do efeito estufa na atmosfera, segundo KIRCHHOFF (1988). Este efeito faz que parte da radiação solar refletida, que iria ser dissipada para o espaço exterior, fica “aprisionada” por esta camada de gases, resultando em aumento de temperatura. Estes gases citados são encontrados na queimada da cana por SOPRAL (1992), KIRCHHOFF *et al.* (1990), SHAFER *et al.* (1987), MARINHO (1991), entre outros, em trabalhos que são descritos com maiores detalhes no próximo item.

Conclusões da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (1997), em relatórios preliminares sobre a emissão de gases de efeito estufa provenientes da queima da cana-de-açúcar, mostram que os valores de emissão de gases devido à queima de cana no Brasil, no ano de 1996, numa área colhida de 4.599.419 ha e produção de 307.470.180t são de: 129,01Gg de  $\text{CH}_4$ , 2709,27Gg de  $\text{CO}$ , 6,36Gg de  $\text{N}_2\text{O}$ , 230,04Gg de  $\text{NO}_x$ , o que correspondem, em relação às estimativas globais associadas à queima de biomassa realizadas pelo IPCC(1995), a 0,8% de  $\text{CO}$ ; 0,3% de  $\text{CH}_4$ ; 0,8% de  $\text{N}_2\text{O}$  e 0,8% de  $\text{NO}_x$ . No Estado de São Paulo, de acordo com MIRANDA *et al.* (1993), houve 15.153 focos de queimada durante uma safra, o que representava 3,7% do total de queimadas no Brasil.

Embora haja emissão de outros gases do efeito estufa, CETESB (1995a) desconsidera a porção emitida de  $\text{CO}$  ou  $\text{CO}_2$ , alegando que durante o ciclo de crescimento da planta estes gases são reabsorvidos pela fotossíntese e o balanço anual geral de monóxido e dióxido de carbono seja igual a zero. Porém, além destes gases, há outros que contribuem ao efeito estufa, como o ozônio, o qual foi comprovado sua emissão pelas queimadas, de acordo com FERREIRA (1991), pelo INPE de São José dos Campos e UNESP de Jaboticabal. Além disso, o mesmo autor

comenta que as queimadas contribuem para a ocorrência de incêndios florestais, alterando as condições climáticas e o regime das chuvas.

Aliado a isto há, com as queimadas da cana, emissão de gases de nitrogênio (N) e enxofre (S) contribuindo, além da perda destes importantes componentes nutricionais à planta, segundo URQUIAGA *et al.* (1989) e URQUIAGA *et al.* (1991), para o aparecimento de chuvas ácidas.

Deve-se destacar, ainda, que o tempo de fixação destes elementos lançados é muito maior que o tempo de emissão durante a queima.

### **Sub-sistema ambiental atmosférico:**

#### **Meio atmosférico: *Qualidade do ar***

ANDRADE (1991) em relatório da CETESB sobre a avaliação da qualidade do ar em região canavieira de Araraquara, SP, em 1986, observou um significativo aumento das médias mensais de poeira (sedimentável e em suspensão) e sua fração volátil (liberada com aquecimento), durante o período das queimadas na safra. A quantidade de material particulado, de acordo com estimativas da EPA in WHALEN (1991) no Hawaí, durante a queimada foi de  $94\mu\text{g}/\text{m}^3$ , considerada alta pelas autoridades locais. ALVES (1991a) considera os efeitos das queimadas prejudiciais à qualidade do ar, com emissões significativas de 250 kg/ha de material particulado, 335 kg/ha de hidrocarbonetos, 1680 kg/ha de monóxido de carbono e 33,5 kg/ha de óxido de nitrogênio. As condições atmosféricas se deterioram muito durante a safra, pois o lançamento destes materiais particulados ocorrem durante o período de seca, o que contribui para a manutenção destes elementos no ar.

Além das partículas e aerossóis, as queimadas, de acordo com SOPRAL (1992), emitem para a atmosfera uma grande quantidade de gases, dentre eles: o dióxido de carbono,  $\text{CO}_2$ ; o monóxido de carbono, CO, gás reativo e tóxico quando em concentrações elevadas; o dióxido de enxofre,  $\text{SO}_2$ , e particulado grosso (fuligem) e fino (sílica biogênica).

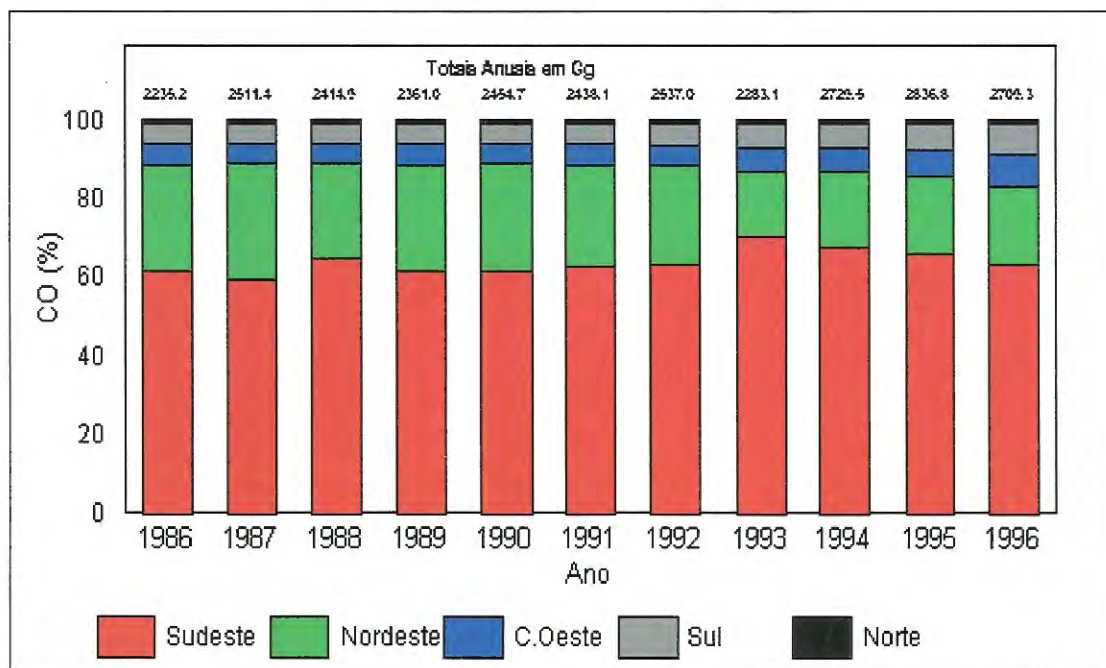
MARINHO (1991) estima que apenas as queimadas da cana no Estado de São Paulo injetam, na atmosfera, cerca de 350.000 toneladas de carbono por ano, somente na forma de CO. Com relação a quantidade de  $\text{CO}_2$  liberada pela queima, ROZEFF (1995a) estimou que se aproxima de 13 toneladas por acre ou 3.212,37 t/



km<sup>2</sup>, com consumo de 9,6 toneladas de oxigênio por acre. De acordo com DANIEL (1996), a hipótese de que o CO<sub>2</sub> emitido é reabsorvido pela fotossíntese é “absurda”, pois esta consideração não considera a diferença temporal entre a emissão dos poluentes (realizada em poucos minutos) e a reabsorção pela planta (estimada durante todo ano de crescimento). Isto faz com que a concentração dos gases, durante a emissão das queimadas, seja muito maior que a reabsorvida, causando um desequilíbrio da concentração de poluentes e, em questões ambientais, o parâmetro analisado é concentração.

SAFFIOTI (1985) determinou para a safra de 1985, que a quantidade de carbono lançada pela queimada de cana no Brasil sob as formas de gás carbônico, carvão e monóxido de carbono, chegava a um total de 8,8 milhões de toneladas. Além disso, cita que com a queima de 20 bilhões de kg de palha (estimativa para o Brasil) há a destruição de 7.10<sup>36</sup> moléculas de glicose, considerado pelo autor “um verdadeiro estupro contra a natureza”.

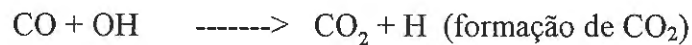
O quadro 03 apresenta a porcentagem de CO que foi gerada (por regiões produtoras) pela queima da cana-de-açúcar durante o período de safra 1986/90.



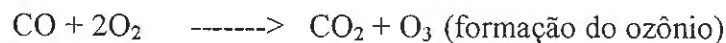
Quadro 03: Valores totais anuais de CO (em Gg) no período de 1986/1996 provenientes da queima da cana nos Estados produtores. Fonte: EMBRAPA (1997)

O CO, por sua vez, pode em presença da luz e de óxidos de nitrogênio, produzir ozônio, O<sub>3</sub>, o qual, além de tóxico, contribui ao efeito estufa, segundo SHAFER *et al.* (1987).

Sobre o ozônio, KIRCHHOFF & SAHAI (1985) descrevem um dos ciclos de produção e perda de O<sub>3</sub> numa atmosfera poluída por queimadas através da oxidação do monóxido de carbono, CO, liberado no processo de queima.



A partir de algumas reações intermediárias, a oxidação de CO na presença de óxidos de nitrogênio e luz ultravioleta, produz O<sub>3</sub> e CO<sub>2</sub>, de acordo com a equação a seguir:



KIRCHHOFF *et al.* (1990) observaram, durante o inverno de 1988, concentrações elevadas de O<sub>3</sub> e CO, a 2 km de altitude, sobrevoando as regiões produtoras de cana, as quais foram, respectivamente, 80 ppbv (partes por bilhão de volume) e 580 ppbv, enquanto que o normal seria menos de 40 ppbv para o O<sub>3</sub> e 100 ppbv para o CO. Na superfície, a concentração do O<sub>3</sub> variou entre 45 e 60 ppbv, semelhante a centros urbanos como São José dos Campos, S.P.

Ao final da época chuvosa as medidas foram repetidas e as concentrações decaíram para valores entre 30 e 40 ppbv de O<sub>3</sub> e inferiores a 100 ppbv de CO, na mesma altitude analisada anteriormente. Na superfície, os máximos diários de concentração estiveram entre 25 e 35 ppbv para ambos. Isto mostra o agravamento que os poluentes emitidos pela queimada geram devido a época de seca nos quais ocorrem. Um dado peculiar observado por KIRCHHOFF *et al.* (1990) refere-se ao fato de que o total de precipitação em setembro de 1989 foi muito superior ao de setembro de 1988, o que demonstrou que o decaimento dos valores na época de chuvas não é constante.

Dados da CETESB (1995a) mostram em regiões canavieiras de Ribeirão Preto, SP, concentrações de ozônio, nas épocas de agosto e setembro de 1994,

atingindo níveis acima de 100 e 90 ppbv, respectivamente. O limite máximo legal para concentração de ozônio é de 80ppbv. Neste mesmo relatório, o CO<sub>2</sub> de superfície atinge picos de, aproximadamente, 80ppbv, em novembro de 1994.

Também foram observados por DELGADO (1985), níveis de 80 ppb (parte por bilhão) de ozônio (altamente tóxico) na atmosfera, quando ocorrem as queimadas, contra 30 ppb na entressafra, enquanto que o monóxido de carbono variou de 600 ppb para 100 ppb na mesma análise.

Sob a influência do deslocamento das massas de ar, os poluentes atmosféricos podem ser transportados para longe dos locais de produção, afetando, além da população local, regiões remotas. Elevadas concentrações de O<sub>3</sub> podem se tornar um verdadeiro pesadelo, pois este é um dos mais poderosos oxidantes do planeta podendo por em risco toda a vida na Terra no nível do solo, de acordo com LAURE (1991). Estes gases, embora encontrados em baixas concentrações, da ordem de ppbv (partes por bilhão por volume) têm participação fundamental na química da atmosfera, pois reagem a altíssimas velocidades.

KIRCHHOFF *et al.* (1990) determinaram as concentrações do CH<sub>4</sub> (metano) e CO<sub>2</sub> a 1500m de altitude em regiões canavieiras durante a época de queima no interior paulista e chegaram a dados de 1756ppbv e 409ppmv, respectivamente, considerados também muitos altos pelos pesquisadores. Além destes problemas, há, ainda, a presença dos seguintes gases cancerígenos na fumaça da queimada:

- os Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs), encontrados por ZAMPERLINE (1997), pesquisadora do Instituto de Química da UNESP e OLIVEIRA (1996), nas queimadas da região de Araraquara, SP;
- as dioxinas e furanos, encontrado por OLIVEIRA (1996), no ar das queimadas em Araraquara, SP, os quais mostram perfis de distribuição de concentrações destas substâncias;
- as Bifenilas Policloradas (PCBs), encontrado por OLIVEIRA (1996), e formados por dois anéis benzênicos que se ligam por meio de uma ponte de carbono, podendo ter de 1 a 10 átomos de cloro. Amostras de ar de queimadas em Araraquara, SP, chegaram a indicar 274,2 ng/m<sup>3</sup> deste

composto, sendo mais de cinco vezes superior ao valor máximo do critério da EPA ( $50 \text{ ng/m}^3$ ).

SILVA (1998) comenta que 2 a 3% dos produtos formados pela queima são hidrocarbonetos e 0,5% são os poliaromáticos HPAs. Dentre os 40 compostos HPAs encontrados na queimada, 16 são considerados cancerígenos e mutagênicos pela EPA (Environmental Protection Agency), dos USA. Estes HPAs são formados de um produto intermediário - o etino, submicrométricos (da ordem de  $10^{-6}$ ) e, portanto, passíveis de serem inalados e atingirem os alvéolos pulmonares. O seu tempo de permanência no ar pode ser de 100 a 1000 horas, o que faz com que ele possa atingir locais remotos do foco da queimada, chegando até 50Km de distância, dependendo da umidade relativa do ar, velocidade dos ventos e insolação. Além da possibilidade de inalação, destaca-se o perigo dos HPAs que podem ser absorvidos em contato com a pele humana, o que preocupa, principalmente, os trabalhadores rurais que estão expostos a prática da queimada e os moradores circunvizinhos.

Outro problema, analisado por LARA *et al.* (no prelo), é a ocorrência de chuva ácida, nas regiões canavieiras, por motivo das queimadas. Neste experimento foram coletadas 272 amostras de água pluviométrica em 4 diferentes locais do Estado de São Paulo (Bragança, Campinas, Piracicaba e Santa Maria da Serra) e analisadas de acordo com  $\text{F}^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ,  $\text{HCOO}^-$ , MSA,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , DOC, DIC, pH e condutividade entre agosto de 1997 e julho de 1998.

O íon de maior abundância verificado nos resultados obtidos foi o cátion  $\text{H}^+$  e, portanto, constatando a acidez nas chuvas. O objetivo do trabalho foi descobrir a fonte desta liberação do cátion de hidrogênio e, para isto, comparou-se com o uso do solo da área da coleta (ou amostragem).

A região de Bragança Paulista é caracterizada por pouca densidade populacional, pouca industrializada, porém a 50km da região metropolitana da grande São Paulo. A região de Campinas é a amostra correlacionada a área industrializada e perto da cidade. A mostra de Santa Maria da Serra serve como padrão de uma cidade pequena e características rurais.

A região que iremos destacar é a de Piracicaba, SP, pois se caracteriza por intensa ocupação de cana-de-açúcar, ocupando, segundo LARA *et al.* (no prelo),

aproximadamente, 3.600 km<sup>2</sup>, equivalente a 85% da bacia do Rio Piracicaba, a qual emite, entre maio até fim de outubro, grande quantidade de gases e material orgânicos provenientes das queimadas de cana.

A interferências destas características de uso e ocupação do solo pode ser comprovada pelas características das amostras da água das chuvas coletadas de cada região e os componentes que mais interferiram para o baixo pH, como mostra a tabela 18.

Tabela 18: Comparação do “*volume-weighted mean concentrations (VWM)*” para os componentes selecionados de quatro estações de amostras, Manaus\* e Serra do Navio(Amazon)\*\*. Todas as concentrações estão expressas em  $\mu\text{eq.L}^{-1}$ , exceto o Carbono Orgânico Dissolvido (DOC), em  $\mu\text{M.L}^{-1}$ .

	Bragança	Campinas	Piracicaba	Santa Maria	Manaus (Amazon)*	Serra do Navio (Amazon)**
H <sup>+</sup>	36.3	29.7	<b>33.0</b>	39.7	17.0	8.2
pH	4.4	4.5	<b>4.5</b>	4.4	4.7	5.1
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	18.6	15.4	<b>17.1</b>	14.5	3.0	3.5
Na <sup>+</sup>	2.3	2.7	<b>2.7</b>	4.5	2.4	16.6
K <sup>+</sup>	2.5	1.3	<b>2.9</b>	3.5	8	4.7
Ca <sup>2+</sup>	2.3	3.4	<b>5.3</b>	7.7	2.4	12.7
Mg <sup>2+</sup>	1.2	3.7	<b>2.3</b>	2.3	9	9.5
Cl <sup>-</sup>	4.9	6.0	<b>7.0</b>	8.8	4.6	16.9
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	15.0	18.0	<b>16.6</b>	13.5	2.0	6.1
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	17.0	19.7	<b>18.7</b>	12.3	4.2	6.2
<b>DOC</b>	<b>58.8</b>	<b>50.8</b>	<b>94.4</b>	<b>76.6</b>	<b>159</b>	-

\* Williams *et al.*, 1997

\*\* Forti *et al.*, 2000

Fonte: LAURA *et al.* (no prelo)

Portanto, como pode ser observado na tabela 18, a maior contribuição para a ocorrência de baixos pH nas chuvas da região canavieira de Piracicaba é o carbono orgânico dissolvido (DOC) advindo, possivelmente das queimadas. Afim de comprovar esta fonte montou-se o diagrama 01, o qual mostra, no eixo da ordenada, a média dos valores de concentração do material orgânico dissolvido (*VWMDOC - Volume Weighted Mean Concentrations of Dissolved Organic Carbon*), medido para

o volume das 262 amostras coletadas nos diferentes meses do ano para as quatro regiões estudadas.

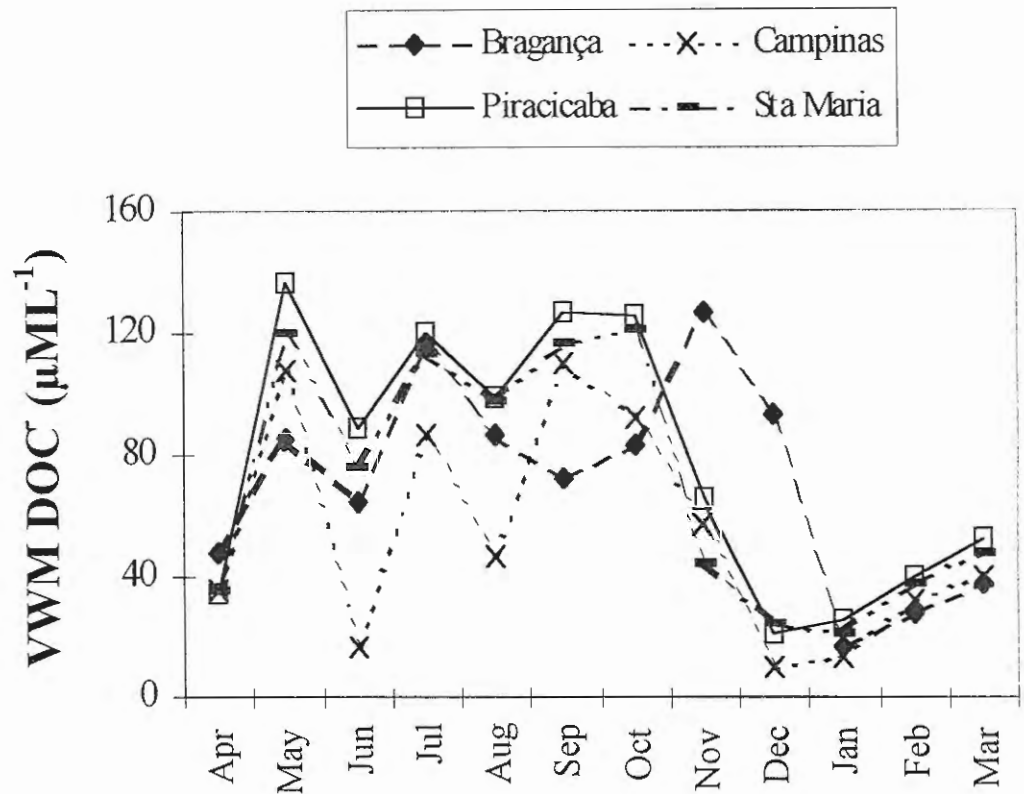


Diagrama 01: Média dos valores de concentração do material orgânico dissolvido; Fonte: LARA *et al.* (no prelo)

Pelo diagrama 01, pode-se notar que o elemento analisado (carbono orgânico dissolvido) teve um substancial incremento entre os meses de maio ao fim de outubro, em Piracicaba, SP, justamente na época da safra da cana, quando ocorrem muitas queimadas. Fato este que já era previsível com estimativas de 604.800t CO, por meio de ALVES (1991a) e 11.564.532 t de CO<sub>2</sub>, utilizando ROZEFF (1995a), para a quantidade lançada nesta região - de 3.600km<sup>2</sup> de cana-de-açúcar - supondo toda cana queimada durante final de maio à outubro. Como comparação a estes dados, CETESB (2000) cita que, em Cubatão-SP, o total de emissão de todo ano de 1999 dos processos industriais e queima de combustível em fontes estacionárias somaram 17.243,28 t de CO.

Lara *et al.* (no prelo ) conclui, portanto, que Piracicaba tem duas fontes de chuvas ácidas:

- 1)  $\text{HNO}_3$ , o qual pode ser advindo das queimadas que liberam  $\text{NO}_x$ , e se convertem para  $\text{NO}_3^-$ ;
- 2) Material orgânico, pela forte correlação  $\text{H}^+$  e DOC nesta área, como visto pela tabela 18 e diagrama 01, relacionada à queimada.

Finalmente, pode-se concluir que as queimadas são péssimas para a qualidade do ar, e, de acordo com KIRCHHOFF *et al.* (1990), uma inquestionável fonte de poluição.

### Sub-sistema ambiental terrestre

#### Meio físico: Solos:

OLIVEIRA *et al.* (1994) explica que com a queimada ocorre a deterioração da camada fértil do solo pela exposição ao fogo, pois quando a vegetação queima, parte de seu estoque de nutrientes minerais é perdida para a atmosfera na forma de gases (N, S, P) ou partículas extremamente pequenas (Ca, K, P).

FERREIRA (1991) reforça esta tese, por meio de experimentos na ESALQ (USP), demonstrando que, com a queimada, todo nutriente contido nas folhas e ponteiros são enviados para a atmosfera. Isto corresponde, segundo estes dados, para um hectare, aproximadamente: 7.0 kg de potássio(K), 12.0 kg de cálcio (Ca), 2.9 kg de magnésio (Mg), 3.2 kg de enxofre (S) e mais os micronutrientes: Zn, Bo, Mn, entre outros que poderiam ser aproveitados com a manutenção do palhicho no solo. MONTOLAR-SPAROVECK *et al.*(1997) conclui que o fogo prejudica a ciclagem dos nutrientes do solo, aumentando a sua saída.

Resultados de NIOSH (1993), DANIELS (1987) e DELGADO (1985) comprovam a perda de material orgânico do solo pelas queimadas, pois o fogo acelera a mineralização desta matéria, fazendo em poucos minutos um trabalho que normalmente duraria meses ou anos. Portanto, esta perda é um dos efeitos mais prejudiciais ao solo, com conseqüências físicas, químicas e biológicas diretas e indiretas à microbiota do solo. Há, também, redução da capacidade de absorção de água pelo solo.

BISSET & PARKINSON (1980) destacam que as queimadas reduzem por volta de seis meses o crescimento microbiano e redução dos fungos na camada superficial, causando séria degradação do solo.

IAC (1994) resume os principais prejuízos ao solo pela despalha a fogo como sendo: perda da matéria orgânica, volatilização de nutrientes e eliminação de microorganismos e organismos presentes no solo. Além disso, como consequência das chuvas ácidas provocadas pelas queimadas, pode ocorrer, segundo LARA *et al.* (no prelo), a redução do pH do solo, acidificando-o.

### **Sub-sistema ambiental terrestre**

#### **Meio físico: Aptidão Agrícola:**

De acordo com DELGADO (1985) e VALSECHI (1951), com a queimada, há perda das características do solo, tais como: perda de matéria orgânica, maior ressecamento, gerando o empobrecimento do solo, elevação do pH e, conseqüentemente, mudanças em suas características agrícolas.

### **Sub-sistema ambiental terrestre**

#### **Meio físico: Erosão:**

Trabalhos de NIOSH (1993) e DANIELS (1987) também comprovam a perda de material do solo pelas queimadas e a desagregação das partículas do solo pela ação das altas temperaturas. O fogo reduz a matéria orgânica do solo e, com isso, desestrutura seus componentes a ponto de, conjuntamente com a falta de práticas conservacionistas, aumentar as perdas por erosão.

A ausência da cobertura de palha remanescente no solo facilita a atividade erosiva das chuvas e ventos sobre o solo desprotegido, ocorrendo, segundo DELGADO (1985), lixiviação do solo. Para FOCHT *et al.* (1997), há perdas consideradas de nutrientes pela erosão no sistema de colheita com queima, pois o solo fica exposto às intempéries.



**Sub-sistema ambiental terrestre****Meio Biológico: *Vegetação e fauna:***

Segundo OLIVEIRA *et al.* (1991), com a queimada ocorre a eliminação da flora e fauna silvestres. FERREIRA (1991) e ALMEIDA FILHO (1995) mencionam que o uso do fogo aumenta a infestação da principal praga da cana, a *Diatrea saccharalasis*, conhecida como broca. Este fato decorre, de acordo com os trabalhos citados e DELGADO (1985), da eliminação do principal inimigo natural da broca: a mosca do Amazonas e mosca cubana, as quais são até criadas em laboratórios para servirem como controle biológico.

FERREIRA (1991) indica que as temperaturas que são atingidas no solo variam de 80°C, em profundidade de 1.5cm, a 700°C, a 15cm acima do mesmo, as quais indicam a interferência na atividade biológica do solo.

Além disso, eventualmente ocorre propagação das queimadas em matas naturais, com perda da vegetação e fauna existente.

**Sub-sistema ambiental terrestre:*****Uso e Ocupação do espaço***

A presença do fogo nas áreas com cana-de-açúcar torna a possibilidade de se viver nestas áreas rurais totalmente inviáveis, contribuindo para o êxodo rural e a não ocupação desta áreas por famílias de agricultores, restando apenas a presença dos imensos canaviais (queimados).

**Sub-sistema ambiental aquático:****Meio Físico-Químico-Biológico: *Águas superficiais***

A palhada remanescente, servindo como cobertura vegetal ao solo, tem a função, entre outras, de protegê-lo contra a precipitação pluviométrica, minimizando os efeitos de desagregação e carreamento do mesmo, assim como de seus componentes nutricionais para os cursos de água. Com a prática da queimada esta função não é exercida e este processo pode levar ao assoreamento dos rios, modificando seu mecanismo de equilíbrio hidrológico.

Além disso, a ocorrência de chuva ácida devido as queimadas faz com que, segundo LARA *et al.* (no prelo), o pH dos corpos de água se reduza, acidificando-os.

**Sub-sistema ambiental aquático:****Meio Físico-Químico-Biológico: Biologia aquática**

A entrada de material sedimentado, carregado pelas chuvas devido à falta de uma cobertura vegetal, a qual foi queimada, causa assoreamento dos corpos de água e comprometimento das funções dos organismos aquáticos, segundo BRANCO (1969), pela diminuição da intensidade luminosa incidente.

As queimadas, segundo LARA *et al.* (no prelo), causam chuvas ácidas e, como consequência, acidificam o meio aquático no qual elas se precipitam, prejudicando os organismos adaptados com o pH anteriormente estabilizado.

**Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural:****Infra-estrutura: Sistema Viário**

Citado por BOHM (1998) e SILVA (2000), há o aumento do risco de acidentes nas rodovias, pela falta de visibilidade em decorrência do expressivo volume de fumaça gerado pela queima, mesmo observando as distâncias mínimas previstas por lei. Este perigo no trânsito pode ser observado na figura 12, a qual apresenta a interferência da fumaça da queima da cana em uma rodovia da região de Piracicaba-SP.



Figura 12: Fumaça da queima da cana-de-açúcar nas estradas

Fonte: TIBÉRIO (2000)

**Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural:****Infra-estrutura: *Uso de água***

OLIVEIRA *et al.* (1991) observam que há uma maior demanda de consumo de água nas cidades, devido à sujeira causada pela fuligem da queimada da cana-de-açúcar, justamente na época de maior estiagem do ano. COLLUCI (1992) destaca que o consumo de água de Ribeirão Preto aumenta 50% durante a safra, devido as queimadas.

Além disso há, também, aumento na utilização de água no processamento industrial da cana queimada, a qual, segundo FERREIRA (1991) e DELGADO (1985), carrega consigo maior quantidade de impurezas, pois a presença de gotas de caldo exsudado de sua células pela queima torna-a mais pegajosa, facilitando a aderência de material adverso, como terra, cinzas, poeira, palhas, insetos, etc.

**Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural:****Demografia: *População***

Pode ocorrer o aumento da população de pequenos municípios na época da colheita da cana, o que irá aumentar a demanda de infra-estrutura nas cidades próximas, como educação, saúde e transporte, por trabalhadores rurais migrantes durante a safra.

Além disso, como conseqüências negativas à população, há a característica sazonal do trabalho de corte de cana queimada e o incômodo urbano causado pela deposição da fuligem nas residências, os quais tem sido detectados por meio de reclamações à CETESB, como citam CENTURION & DERÍSIO (1992).

**Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural:****Demografia: *Migração***

Segundo IAC (1994), com o início da safra, ocorre grande necessidade de mão-de-obra para o corte da cana, fazendo com que muitos trabalhadores sejam trazidos de várias partes do Brasil, podendo causar a desagregação familiar destes trabalhadores. JORNAL DE PIRACICABA (1995a) cita que na região de Piracicaba, SP, encontram-se trabalhadores, principalmente, dos Estados de Minas Gerais, Ceará e Bahia, que migraram com esta finalidade.

Além disso, causam problemas nos centros para onde são deslocados, com demandas de utilidades públicas. ALVES (1991a) cita, também, o problema da mão de obra volante e de forma sazonal, complementado por OLIVEIRA & OLIVEIRA (1981) que cita que estes trabalhadores fixam-se em favelas na periferia dos centros urbanos, causando problemas de ocupação urbana em áreas inadequadas.

#### **Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural:**

##### **Atividades econômicas: *Setor Primário***

Experimentos que buscaram diagnosticar os efeitos da queima sobre o rendimento dos colmos foram realizados, desde 1983, em Timbaúba, PE. Os resultados são indicados por URQUIAGA *et al.* (1996), no qual eles descrevem que o rendimento dos colmos onde se manteve a palha no campo supera em cerca de 20 a 30% os rendimentos obtidos sob o manejo com queima.

KIRCHHOFF (1991) verificou que a produtividade das plantas diminui com o aumento da concentração de O<sub>3</sub> (fato decorrente da queimada), pois este gás causa os seguintes efeitos: redução da habilidade dos cloroplastos, diminuindo a capacidade fotossintética das plantas e indução a clorose e a necrose.

RUDORFF *et al.* (1996) avaliaram a resposta de duas culturas, trigo (planta C3) e milho (planta C4), aos efeitos de concentração elevadas de ozônio (O<sub>3</sub>) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Em ambas as culturas, concentrações elevadas de O<sub>3</sub> tiveram o efeito de redução de produtividade. Deve ser lembrado que as queimadas da cana-de-açúcar produzem, simultaneamente, os gases CO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub>.

VALSECHI (1951) conclui que pelos malefícios agrícolas, tais como: ressecamento do solo e perda de matéria orgânica, a queimada deve ser evitada.

#### **Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural:**

##### **Atividades econômicas: *Setor secundário***

A prática da queimada possibilita a permanência do estado “*status quo*” do setor sucroalcooleiro, não ocorrendo desenvolvimento que maximize a produtividade e a formação de um complexo sucroalcooleiro e energético, com a utilização da palha para cogeração de energia.

Além disso, não há demandas de novos equipamentos industrializados, principalmente do setor de máquinas agrícolas, entre eles: colhedoras, tratores, ancinhos, enfardadoras, geradores de energia, entre outros.

FERREIRA (1991) comenta que a cana queimada carrega mais impurezas que a cana crua e, portanto utiliza mais água para a lavagem. Além disso, apresenta um rendimento menor, pois seu teor de sacarose é inferior que o da cana crua devido a exsudação e lavagem.

DELGADO (1985) cita como alguns dos problemas industriais que podem ocorrer com a queima da cana:

- abaixamento do pH dos caldos, tornando-os mais ácidos;
- aceleração no processo de deterioração da cana devido ao aumento do número de microorganismos com a exsudação do caldo na superfície do colmo durante a queima.

VALSECHI (1951) cita que o caldo da cana queimada é de composição mais instável que o da cana crua, com relação à acidez, e há sempre perda de sacarose aparente, reduzindo a quantidade de açúcar cristalizável. Portanto, pelos inconvenientes industriais (e agrícolas), conclui-se que a prática da queima deve ser banida.

### **Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural:**

#### **Atividades econômicas: *Setor terciário***

Segundo ROSSI NETO & ZANCUN (1992) e COLLUCCI (1992), a queima próxima às linha de transmissão pode causar a interrupção do fornecimento de energia elétrica em extensas áreas urbanas e rurais, provocando acidentes com queda e oscilações de tensão nas indústrias, hospitais, entre outros. De acordo com FOLHA DE SÃO PAULO (1992), a CPFL registrou em 1991, 38 interrupções de energia elétrica provocadas pelas queimadas.

Além disso, há o desperdício energético, calculado na safra de 1984/1885 para toda área queimada de cana no Brasil por ZULAUF *et al.* (1985), de até 87.720 Gcal ou  $87,12 \cdot 10^{12}$ , o que corresponde ao abastecimento de todo o Brasil durante 63 dias, ou a economia de US\$1.464.000.000, equivalente a importação de 342.000

barris de petróleo durante 162 dias. O potencial de cogeração de energia elétrica com a palha será analisado com maior detalhe no item correspondente a atividade 11.

### **Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural:**

#### **Nível de vida: Saúde**

ALVES (1991a) ressalta como a consequência mais direta das queimadas, o agravamento de doenças respiratórias na população, em todo o período de safra (de junho a dezembro).

Segundo BOHM (1998), da Faculdade de Medicina da USP, os problemas mais graves devido a prática da queimada da cana-de-açúcar podem ser:

- queimaduras;
- asfixia celular sistêmica, causada pelo monóxido de carbono (CO) liberado durante a queima, o qual forma uma ligação mais estável com a hemoglobina que o próprio oxigênio. Esta intoxicação é considerada grave, podendo ser até fatal em áreas próximas às queimadas. Há, também, problemas crônicos em cidades circunvizinhas aos canaviais.
- irritação e nervosismo com o incômodo da "neve negra";

De acordo com BOHM (1998), os problemas respiratórios decorrentes da inalação da fuligem e dos gases tóxicos da queimada se resumem nos seguintes quadros patológicos:

1. *"Inflamação das vias aéreas. É uma reação de irritação inespecífica dos tecidos que passa, assim que parar o estímulo nocivo;*
2. *Infecção por microorganismos existentes nas vias aéreas ou inalados, facilitada pela reação inflamatória. Etapa não obrigatória e, geralmente, controlada pelo organismo;*
3. *Inflamação crônica. Se a causa persistir, o processo inflamatório fica crônico e, com o tempo, irreversível. Lesão permanente às vias aéreas que perdem sua capacidade de defesa. Há dano ao epitélio respiratório e ao aparelho mucociliar;*
4. *Infecção crônica das vias respiratórias. As vias respiratórias são incapazes de controlar os microorganismos eficientemente. Estes atacam*

*os pulmões complicando a infecção. Eventualmente pode ocorrer uma pneumonia grave ou mesmo fatal;*

5. *Neoplasias das vias respiratórias. Dependendo do tipo de poluente que tiver na fuligem, se cancerígeno ou não, o risco de ter neoplasias aumenta exponencialmente."*

Foi comprovado, por ZAMPERLINI (1997), a presença, nos gases da queimada, de 40 compostos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), dos quais 16 apresentam propriedades mutagênicas ou cancerígenas. OLIVEIRA (1996) cita, ainda, a presença de dioxinas e furanos na fuligem da cana e os efeitos tóxicos destas substâncias estão sendo estudados por mais de 20 anos, sendo que os resultados demonstram uma variedade de efeitos tóxicos, incluindo câncer e defeitos na reprodução animal.

NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health), órgão da secretaria de saúde e serviços humanos do governo norte americano, ao investigar os efeitos crônicos da exposição à fuligem da queima de cana na saúde dos trabalhadores da agroindústria canavieira no Hawai, constatou que a fumaça proveniente da queima da cana-de-açúcar contém fibras de sílica amorfa (BSF), variando seu diâmetro de 0.25 a 2.0 um e 5 a 80 um em comprimento, as quais são passíveis de serem inaláveis (NIOSH, 1993). Conseqüentemente, o trabalhador que continha a maior quantidade de fibras de sílica era o operador encarregado pela queima. Porém, apesar da comprovação da incidência de problemas de sintomas respiratórios, de anormalidades nos raios-X dos pulmões dos trabalhadores e de mesothelioma (câncer de pulmão) encontrados nestes, a conclusão do relatório indica que estas enfermidades não estão relacionadas à presença do BSF (possível causador destes males) e sim ao asbesto, encontrado nas operações das usinas.

Contudo, foi realizado um estudo por Das PB (1976)<sup>21</sup> apud NIOSH (1993), com os trabalhadores rurais de cana-de-açúcar na Índia, onde não há dados catalogados de exposições ao asbesto e houve a constatação de uma série de casos de mesothelioma entre os lavradores. Estudos posteriores de NEWMAN in NIOSH (1993), indicam que a exposição ao BSF pode causar câncer de pulmão.

<sup>21</sup> Das Pb, Fletcher AG, Deodhare SG (1976). Mesothelioma in na agricultural community of India: a clinicopathological study. Australian and New Zealand Journal of Surgery, 46:218-226

O monóxido de carbono liberado pelas queimadas combina, de acordo com NIOSH (1993), com a molécula de hemoglobina das células vermelhas do sangue humano, formando a carboxihemoglobina, interferindo na capacidade sanguínea de transporte de oxigênio. No mesmo estudo, foram indicados os sintomas de intoxicação por CO, os quais incluem dores de cabeça, náuseas, vertigem, fraqueza e confusão. Isto se deve às exposições crônicas que causam efeitos no sistema nervoso central e cardiovascular, sendo que altas concentrações de CO podem ser fatais. O limite de exposição média de CO, recomendada pelo Departamento de Administração do Trabalho, Segurança Ocupacional e Saúde norte-americano, em 8 a 10 horas de trabalho é de 25 a 35 partes por milhões (ppm), sendo o limite máximo suportável pelo ser humano de 200ppm.

O PCB (Bifenilas Policloradas), encontrados por OLIVEIRA (1996) em uma proporção 5 vezes ao limite da EPA em amostra de ar da queimada na região de Araraquara, pode causar os seguintes males aos seres humanos: cloroacne, alteração da pigmentação da pele e unhas, distúrbios gastrointestinais, hipertrofia do fígado, ulceração da mucosa gástrica e ser, potencialmente, carcinogênico.

SIH (1997), em estudos epidemiológicos (por meio de um inquérito) determinou que a asma, bronquite e/ou pneumonia tiveram índices maiores de ocorrência entre as crianças da região canavieira com queimadas – Piracicaba, SP – do que na região da grande São Paulo, respectivamente 14% contra 11%.

FRANCO (1998) comenta que na região de Ribeirão Preto, SP, onde há grande concentração de plantações de cana-de-açúcar, as doenças respiratórias aumentam de 50 a 150%, durante a época das queimadas. Ele considera que existem inúmeros fatores que desencadeiam este aumento, como diminuição de temperatura, baixa umidade relativa do ar, entre outros, porém o principal causador é a poluição causada pela queimada, devido ao seu grande volume e extensão.

MANÇO (1992), FRANCO (1992) e MANÇO (1996), médicos e professores titulares da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP, concluem que as queimadas, como fonte de poluição atmosférica, constituem-se fator desencadeante ou agravante de doenças respiratórias e, portanto, têm efeito nocivo à saúde dos trabalhadores e da população residentes nas regiões canavieiras que se utilizam desta prática.



**Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural:****Nível de vida: *Nível do emprego***

O contrato de trabalho no corte da cana-de-açúcar, quando ocorre, é realizado, segundo SILVA (1999), por safra ou por tarefa, o que não garante a estabilidade do emprego. Este problema da sazonalidade do emprego no corte da cana queimada recai sobre 250 mil pessoas, de acordo com ORPLANA (1997), durante os sete meses (maio a novembro) sem corte, nem colheita. Esta sazonalidade caracteriza o padrão do Estado de São Paulo, por ser a cana-de-açúcar, a cultura agrícola de maior representatividade, como BALSADI *et al.* (1995) destaca em estudos para as safras de 1993 e 1994.

A forma de pagamento por tonelada de cana cortada incentiva, segundo ALVES (1995b) e GRAZIANO NETO(1982), o trabalhador a se exaurir ao máximo, para poder obter uma melhor remuneração. SILVA (1999) cita que, dentre os trabalhadores analisados, 59% trabalhavam acima de 8 horas; 40% trabalhavam domingo e feriados; e 59% trabalhavam em dias chuvosos, devendo o trabalhador permanecer no canavial até, no mínimo às 16:30h., para poderem “receber o dia”. O valor da remuneração, citado em SILVA (1999), para a safra de 1977 em Ibaté-SP, foi de Cr\$0,40 / 30 a 35kg de cana cortada, o que corresponde uma média de CR\$80,00/dia, significando o corte de 6 toneladas de cana por dia. Atualmente, paga-se R\$0,07/m cortado de cana queimada, o que equivale a R\$1,34 por tonelada de cana cortada.

A tabela 19 mostra os rendimentos médios diários no colheita de cana-de-açúcar, no município de Ibaté-SP, sendo que os trabalhadores fixos são os residentes na propriedade da usina.

TABELA 19: Rendimentos médios diários na colheita de cana-de-açúcar em Ibaté-SP (1977)

Categorias	Formas de salário					
	Fcixe/dia		Metro/dia		Tonelada/dia	
	Fixo	Volante	Fixo	Volante	Fixo	Volante
Homem adulto	260	260	200	200	4.5	5.0
Mulher adulta	200	190			4.0	5.0
Homem menor	140	180			3.5	4.0
Mulher menor	150	170			2.0	3.0

Fonte da tabela 19: STABILI (1982)<sup>22</sup> apud SILVA (1999)

Conforme pode ser analisado na tabela 19, com média de 4,5 toneladas de cana cortada por dia, o trabalhador recebe, atualmente, aproximadamente R\$6,00/dia. Caso o trabalhador chegue a cortar 10 toneladas diárias, ele irá receber, aproximadamente R\$10,34.

Portanto, há o incentivo a exaustão do trabalhador, podendo ser verificado até nos menores presentes, com rendimentos, de acordo com a tabela 19, equivalentes aos adultos, o que comprova o desgaste demasiado a que são submetidos.

Portanto, citado também por GRAZIANO NETO(1982), o corte de cana submete até crianças e mulheres aos mais penosos serviços. Em reportagem da REDE GLOBO (1999), crianças e mulheres eram vistas em trabalhos insalubres no corte da cana, sem garantias de trabalho e equipamentos de segurança. Pode-se ter uma idéia clara da exploração da mão de obra infantil por meio da foto de crianças servindo de mão-de-obra para o corte de cana no Estado de Alagoas na figura 13.



Figura13: Trabalho infanto-juvenil no corte de cana queimada.

Fonte: RÍPOLI in RÍPOLI & PARANHOS (1987)

FREIRE & MARTINS (1998) apontam que uma pesquisa do Centro José de Castro, na Zona da Mata, em Pernambuco, indicava, em 1995, cerca de 57mil crianças trabalhando no corte da cana-de-açúcar. Em 1998, estimava-se que um terço

<sup>22</sup> Stabili, J. B. (1982). O golpe do gato ao "bóia-fria. São Carlos (Mimeo). pg. 4.

da mão-de-obra utilizada nos canaviais brasileiros era infanto-juvenil, o que correspondia a 33.000 trabalhadores mirins.

A exploração da mão-de-obra no campo é explicada por VEIGA FILHO *et al.* (1994) como “*uma forma da unidade de produção poder socializar os custos do trabalho temporário, mesmo sendo às custas de perda de competitividade.*”

Além do trabalho ser altamente desgastante, OLIVEIRA *et al.* (1991) relatam que, com a queimada, há maior desgaste físico do trabalhador, o qual fica impregnado pelo carvão, o que provoca maior retenção de calor pelo corpo. O ambiente de trabalho é totalmente adverso, pois além das altas temperaturas do período em que se realiza o corte, há, com a queima, a exposição do trabalhador a um ar de má qualidade. Até mulheres com idades avançadas são submetidas aos trabalhos de corte da cana queimada, como mostra a figura 14.



Figura 14: Senhora no corte de cana queimada na região de Piracicaba

Quanto às condições de alojamento, elas devem ter, de acordo com Organização Mundial de Saúde, em JORNAL DE PIRACICABA (1995a e 1995b), um mínimo de 5m<sup>3</sup>/pessoa, o que não foi encontrado em certos locais de Piracicaba, SP. Além disso, foi denunciado maus tratos para com os trabalhadores rurais.

Outro problema, citado por COPERSUCAR (1989a), é o transporte dos trabalhadores, muitas vezes realizados em caminhões com coberturas de lona, bancos inseguros e sem encosto, além da utilização de motoristas inaptos ao transporte de passageiros. Na região de Piracicaba observou-se o transporte feito por meio de

ônibus em mal estado de conservação, como mostrado na figura 15, o que potencializa a ocorrência de acidentes.



Figura 15: Ônibus usado no transporte dos trabalhadores rurais

OLIVEIRA & OLIVEIRA (1981) denunciam que os trabalhadores rurais têm salários muito baixos, de forma inadequada, não tem oportunidades de progresso e a alimentação é inadequada, o que resulta em deficiências nutricionais e pouca produtividade.

Contudo, grande número de famílias dependem desta atividade para a sobrevivência durante o período de corte, portanto caso haja um processo de mecanização da colheita, ele deve ser realizado com um planejamento prévio de alocação destes trabalhadores, com a oportunidades de cursos de aprendizados da novas funções e contra partidas sociais no caso de demissões e novos contratos de trabalho.

#### **Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural:**

##### ***Relação político-institucional:***

Do ponto de vista jurídico, GOULART (1998) define as queimadas como ato ilegal, de acordo com a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei Federal n.6938/81) a qual define degradação ambiental como a alteração adversas do meio ambiente (art.3, inciso II) e poluição como a modalidade de degradação ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem estar da população; b) criem condições adversas às atividades sociais e

econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos (art. 3. Inciso III).

GOULART (1997) observa, com relação ao artigo 3 da Lei Federal n. 6938/81, que pode haver poluição mesmo que os padrões ambientais estejam sendo observados. Pelos trabalhos analisados neste capítulo, pode-se afirmar, em comparação com os itens destacados da legislação citada, que a queimada é uma grave fonte de poluição.

GOULART (1991) destaca, também, o Código Florestal, que veda a queimada para qualquer tipo de vegetação. De forma excepcional, devido a peculiaridades locais ou regionais, este estatuto permite o emprego de fogo em práticas agropastoris ou florestais, somente mediante a autorização do Poder Público.

Em nível estadual, GOULART (1991) define que a lei que normatiza o uso do fogo no Estado de São Paulo é a Lei Estadual 997/76, regulamentada pelo Decreto Estadual 8.468/76, no seu artigo 26, “*caput*”, proíbe todo tipo de queima ao ar livre, excetuando a restrição para dois tipos de atividades: 1) treinamento para combate de incêndio; e 2) proteção das atividades agropecuárias das espécies indesejáveis, o que não se cabe à atividade canavieira. Portanto, em parecer datado de 5/12/1984, o advogado, então assessor jurídico da CETESB, conclui, com base no referido artigo 26, que, sem dúvidas, a atividade de queimada é uma prática proibida pela Legislação Estadual de Controle da poluição.

Outras legislações inferiores a nacional, como as estaduais e municipais, somente são consideradas legais, de acordo com GOULART (2000), caso sejam mais restritivas, do ponto de vista ambiental que a nacional.

MACHADO (1993) explica, no que tange a questão de competência legislativa e implicações administrativas, que a legislação estadual, como a municipal, pode, somente, ampliar o conceito de poluição dada pela Constituição Federal, devendo seu rigor ser mais restritivo que as de nível superior, mas nunca mais permissivo.

Apesar disto, de forma ilegal, segundo GOULART (2000), entrou em vigor o decreto estadual nº 42.056, de 6 de agosto de 1997 determinando que no Estado de São Paulo, fossem estabelecidos apenas algumas faixas proibitivas de queima e um prazo para o fim das queimadas. Parte deste decreto está transcrito a seguir:

*“Art. 5º: as queimadas deverão ser evitadas e só serão toleradas quando autorizadas previamente pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento, desde que:*

- I. caracterizem medida fitossanitária que exija a destruição de restos culturais;*
- II. problemas de ordem social exijam a sua prática em caráter transitório;*
- III. caracterizem a medida fitotécnica eventual mais adequada à situação a que estão*

*§ 1º - A prática da despalha da cana-de-açúcar através da sua queima como método auxiliar da sua queima está proibida no Estado de São Paulo, admitida apenas excepcionalmente em caráter transitório, nas seguintes conformidades:*

*1) em áreas em que a colheita é mecanizável (declividade menor que 12%), a redução da prática da queima será efetuada ao ritmo de 25% da área com esta característica a cada 2 anos, exigindo um mínimo de 10% de eliminação no primeiro ano, de tal sorte que ao fim de 8 anos (em 2005) a queima de cana nestas áreas esteja completamente eliminada;*

*2) em áreas em que a colheita não é mecanizável, a redução da prática da queima será efetuada ao ritmo de 13,35% a cada dois anos, de tal sorte que, ao fim de 15 anos (em 2012) a queima de cana nestas áreas esteja completamente eliminada;*

*...*

*b) as áreas de colheita mecanizável, pertencentes a fornecedores e por eles colhidas, sem qualquer auxílio ou interferência de serviços prestados por quaisquer agroindústria ou empresas a elas coligadas, ocupando área inferior a 125há, terão por efeito deste regulamento, o mesmo tratamento que as áreas de colheita não mecanizável.*

*...*

*3. “não poderão ser objeto de despalha por sua queima, os canaviais que significarem expansão de área de influência da agroindústria;*

4. a prática da despalha de cana-de-açúcar através de sua queima só poderá ser realizada em horário a ser determinado por Resolução Conjunta da Secretaria de Agricultura e Abastecimento, Secretaria do Meio Ambiente e Secretaria do Emprego e Relações do Trabalho;

5. a permissão bienal para a prática da despalha mediante queima será dada através de cada empresa produtora de açúcar e álcool a qual deverá providenciar bienalmente seu plano de evolução de eliminação da despalha por queima, abrangendo as áreas próprias e as áreas de seus fornecedores;”

Se este decreto já era considerado ilegal por GOULART (2000), a nova lei estadual do Estado de São Paulo, Lei 10.547 de 02 de maio de 2000, que estende o prazo para o fim das queimas dos canaviais em áreas de até 12% de declividade para 20 anos, a partir de 02 de maio de 2000 e não coloca limite para o fim das queimadas nas demais áreas, nem para propriedades com até 150ha, é completamente inadmissível. Além disso, esta lei prorroga a proibição da queima no raio de 1km dos centros urbanos para 9 de julho de 2003.

Com relação aos aspectos criminais ditados pela Lei Federal 9.605/98, no que se refere aos crimes ambientais, pode-se citar segundo GOULART (2000), a partir de BRASIL (1998):

#### “CAPÍTULO V

#### DOS CRIMES CONTRA O MEIO AMBIENTE

##### Seção I

##### *Dos crimes contra a Fauna:*

*Art.29. Matar, perseguir, caçar, apanhar, utilizar espécies da fauna silvestre, nativos ou em rota migratória, sem a devida permissão, licença ou autorização da autoridade competente, ou em desacordo com a obtida...”*

Neste caso, animais que vivem nos canaviais, como cobra ou capivaras, podem ser mortos pelo fogo.

##### *“Dos crimes contra a Flora:*

*“Art. 41. Provocar incêndio em mata ou floresta...”*

O cultivo da cana-de-açúcar deve, portanto, ser monitorado constantemente, pois se algum incêndio ocorrido no canavial, independente do dolo, danificar alguma mata ou floresta, é passível de ser considerado crime ambiental.

*“Seção III**Da poluição e outros Crimes Ambientais*

*Art. 54. Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar (grifo do autor) em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou destruição significativa da flora.....*

*I – tornar uma área, urbana ou rural, imprópria para a ocupação humana;*

*II – causar poluição atmosférica que provoque a retirada, ainda que momentânea, dos habitantes das áreas afetadas, ou que cause danos diretos à saúde da população;’*

A prática da queimada, segundo Goulart (2000), traz todas as “qualificações” expressas por este artigo como um ato que possa resultar em danos à saúde humana e ao meio atmosférico, e portanto uma prática ilegal e criminosa.

Além disso, há os acordos internacionais, os quais, quando ratificados pelo Congresso, passam a vigorar com força de lei. Neste aspecto, o Brasil é signatário do Acordo de Montreal, o qual proíbe a queimada.

Portanto, pode-se afirmar que além de um ato contra a Humanidade e o meio ambiente, as queimadas podem ser consideradas ilegais e criminosas.



### **Atividade Agrícola 9: Rotação de Culturas**

Na exploração econômica da cana-de-açúcar, durante a renovação dos canaviais, há a possibilidade de se utilizar outras culturas, seja para a proteção do solo, e/ou para a exploração de extração de grãos.

As culturas mais utilizadas para a rotação da cana-de-açúcar, segundo SALATA (1997), são: soja, amendoim e outras espécies que são utilizados como adubo verde, destacando-se a crotalaria (*Crotalaria juncea*).

De acordo com cada região, existem vantagens e desvantagens na escolha de cada espécie, porém os benefícios econômicos são consideráveis. Os fatores mais determinantes na escolha da cultura a ser utilizada são, para SALATA (1997): *tipo de solo, os recursos estruturais regionais*. O sucesso da variedade escolhida está intrinsecamente relacionada com a adequação do plantio e época de colheita, tanto da cana-de-açúcar, como da cultura em rotação. A área a ser plantada deve ser liberada para preparo, no mínimo, em meados de agosto, portanto a cana-de-açúcar a ser utilizada nas zonas de reforma deve ser de variedade precoce ou, no máximo, de maturação média.

Segundo IBIDEM, o esquema de rotação de culturas mais empregado e com menor grau de dificuldade de implantação é o que utiliza amendoim e soja. Porém, há, também, a rotação com *Crotalaria juncea*, a qual é indicada para ser utilizada em solos podzólicos, os quais apresentam grande camada superficial arenosa.

#### **Subsistema Ambiental Atmosférico:**

##### **Meio Atmosférico: Qualidade do ar**

Como a cultura a ser introduzida não utiliza técnicas nocivas à qualidade do ar, como ocorre com a cana queimada, ela não gera as externalidades ambientais negativas desta, comentadas no item correspondente.

#### **Subsistema Ambiental Terrestre:**

##### **Meio Físico: Solos**

O maior benefício ambiental da rotação de cultura é com relação ao solo, o qual necessita que haja uma diversificação de culturas para melhorar a produção do cultivo.

Com relação ao esquema de rotação da cana-de-açúcar com amendoim e soja, os maiores benefícios ao solo, segundo SALATA (1997), são:

- proteção do solo;
- incorporação de matéria orgânica;
- fixação e incorporação de nitrogênio;
- controle de pragas e doenças.

Em solos podzólicos utiliza-se a *Crotalaria juncea* como cultura alternativa pois ela se mostra muito eficaz como protetora do solo, possuindo as seguintes características, segundo SALATA (1997):

- germinação uniforme;
- crescimento rápido;
- alta rusticidade;
- elevada massa verde, necessitando apenas da operação de calagem;
- hastes resistentes;
- raízes pivotantes, as quais drenam o terreno com rapidez;

MACEDO & BOTELHO (1995) citam, também, que o plantio de leguminosas em rotação com a cana-de-açúcar além de proteger o solo, promove uma adubação orgânica.

### **Subsistema ambiental terrestre:**

#### **Meio Físico: Erosão**

Para SALATA (1997), a garantia da proteção do solo contra erosão é de grande eficácia quando se utiliza a *Crotalaria juncea* como cultura consorciada, juntamente com outras práticas conservacionistas, como terraços de grande porte, terraceamento em desnível, canais escoadouros, plantio em faixas e plantio direto.

### **Subsistema ambiental terrestre:**

#### ***Uso e ocupação do espaço***

A rotação de culturas favorece ao uso mais racional do espaço, pois não esgota o recurso solo e utiliza-o de forma mais diferenciada para servir de produção a culturas alimentícias, como por exemplo.

**Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural:****Atividades econômicas: *Setor Primário***

A utilização de sistema de rotação de culturas utilizando feijão, amendoim, soja, milho, arroz, adubo verde, leguminosas, entre outras culturas, traz benefícios ao setor primário, pelo fato de conciliar áreas antigamente destinadas somente à cana-de-açúcar, para a produção de gêneros alimentícios.

Além de melhor produtividade, como cita MACEDO & BOTELHO (1995), a rotação com o uso de *Crotalaria juncea* diminui a população de térmitas, grande praga dos canaviais.

**Sub-sistema ambiental sócio-econômico-cultural:****Atividades econômicas: *Setor Secundário***

Com a rotação com amendoim, há a possibilidade de produção de óleo de amendoim, considerado poderosa alternativa ao óleo diesel, sendo de origem vegetal e menos poluente.

**Atividade Industrial 10: Produção de Açúcar e Álcool**

A produção do açúcar e do álcool apresenta diversas etapas, como podem ser verificadas no fluxograma ilustrativo da figura 16. Este esquema simplificado mostra as principais fases, assim como uma representação gráfica do equipamento (sem escala) onde se realiza a operação ou o processo correspondente.

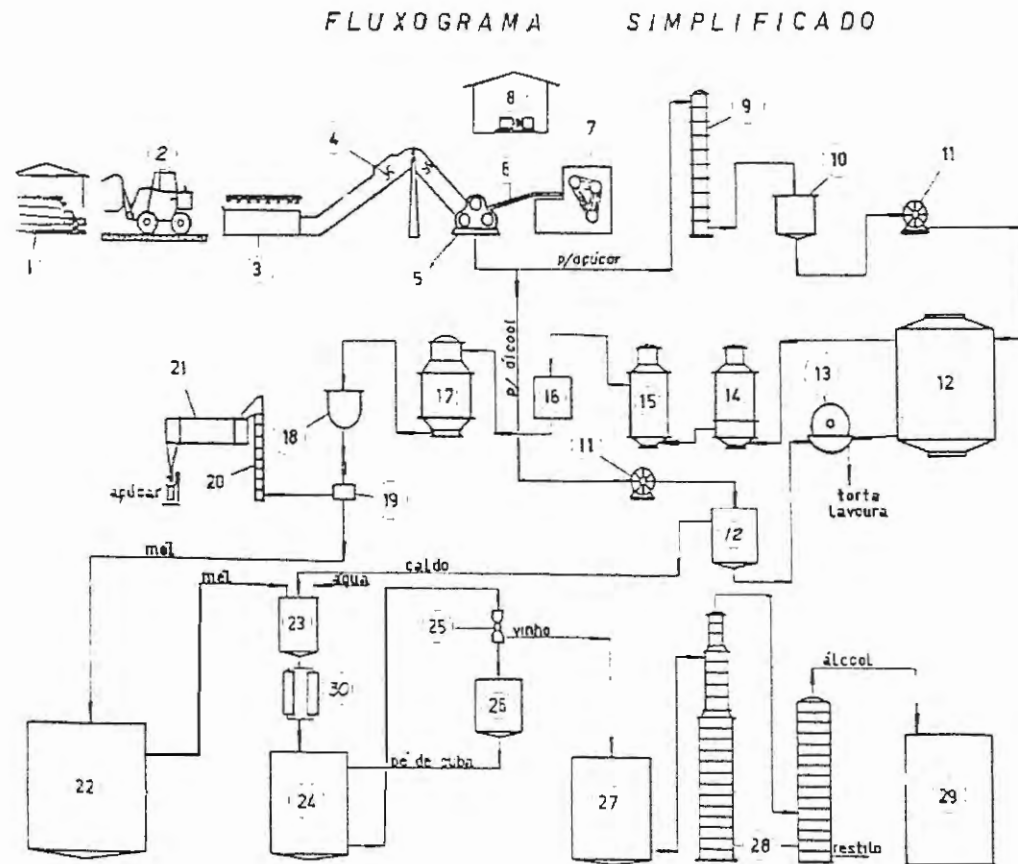


Figura 16: Fluxograma simplificado do processo industrial do açúcar e álcool

Fonte: USINA COSTA PINTO (2000)

Legenda:

1. Balança;
2. Descarga na mesa alimentadora;
3. Lavagem da cana;
4. Facas ou desfibradores;
5. Moenda;
6. Esteira de bagaço;
7. Caldeira;

8. Turbo gerador;
9. Sulfitação;
10. Calagem;
11. Aquecedor;
12. Decantador;
13. Filtro;
14. Pré-evaporador;
15. Evaporador;
16. Caixa de xarope;
17. Vácuo;
18. Cristalizador;
19. Turbina geradora;
20. Elevador;
21. Secador;
22. Depósito de mel;
23. Diluidor;
24. Dorna de fermentação;
25. Turbina geradora;
26. Cuba de tratamento de leveduras;
27. Dorna volante;
28. Coluna de destilação;
29. Depósito de álcool;
30. Trocador de calor

Na entrada do processo industrial, a cana é lavada com água, para retirada do material incorporado ao colmo durante o corte e transporte do campo à usina, surgindo a primeira água residuária: a água de lavagem de cana. Algumas usinas não utilizam esta operação, principalmente quando é utilizado o corte de cana crua, pois como o colmo não exsuda, não retêm tanta sujeira como o colmo que sofre exsudação com a queimada. A não realização desta operação contribui com a redução de custos ambientais e econômicos pela não utilização demasiada de água, que segundo BRAILE & CAVALCANTI (1979), consome, em média, 3 a 7 m<sup>3</sup> de água por tonelada de cana ou média de 4 a 4,5 milhões de litros de água por hora. Muitas usinas utilizam sistemas de recirculação para realizar esta operação, com a utilização da água proveniente das colunas barométricas.

A matéria-prima do processo industrial – cana-de-açúcar - é submetida a uma série de facas e desfibradores para aumentar a eficiência de extração do caldo nas moendas, movidas por turbinas a vapor, energia proveniente da queima de bagaço em caldeiras.

O caldo produzido durante a moagem é composto, segundo BRAILE & CAVALCANTI (1979), por uma solução contendo sacarose, açúcares redutores<sup>23</sup> e não açúcares<sup>24</sup>. Este caldo passa pela clarificação (sulfitação e calagem), aquecimento e decantação, sendo o lodo resultante submetido à filtração a vácuo. O líquido da filtração retorna ao processo e o resíduo sólido, conhecido por torta de filtro, é destinado à fertilização nos campos de cultivo. Neste momento, o caldo subdivide-se no processo de produção de açúcar e de álcool.

Na produção de açúcar, o caldo é concentrado em evaporadores a vácuo de múltiplo efeito, os quais são dispostos por calandras seqüenciais, as quais são aquecidas pelo vapor do prato subsequente. Os vapores são condensados na medida da troca de calor, sendo o vapor do último evaporador condensado por condensadores barométricos. Estas operações serão analisadas neste capítulo com maiores detalhes durante a exposição dos efluentes líquidos industriais.

O xarope concentrado nos evaporadores é utilizado na fase de cozimento para a produção e desenvolvimento de cristais de açúcar nos cristalizadores. No ponto ideal de formação dos cristais, o produto é centrifugado e o açúcar separado do mel, seguindo para o secador, à armazenagem e expedição. Algumas recirculações internas são realizadas com o melaço para o aumento da produtividade, sendo que parte deste segue à produção de álcool nas destilarias anexas.

Cabe diferenciar os dois tipos de destilarias de etanol:

- a) destilarias anexas: que produzem álcool a partir do produto da fermentação do melaço, subproduto da produção de açúcar, chamado mosto de melaço;
- b) destilarias autônomas: nas quais o álcool obtido é a partir do produto da fermentação direta do caldo de cana, chamado mosto do caldo.

O melaço ou mel fina é um líquido viscoso, denso, contendo 55% de açúcares fermentáveis, segundo BRAILE & CAVALCANTI (1979), e para ser fermentado é necessário fazer a diluição do mesmo a 20–24° Brix<sup>25</sup>, obtendo-se o mosto que é

<sup>23</sup> Os açúcares redutores são compostos por frutose e glicose (Horii, 1998).

<sup>24</sup> Os não açúcares são compostos por substâncias orgânicas e não orgânicas. As orgânicas são os aminoácidos, proteínas, gordura e cera; os não orgânicos são compostos por sais minerais. (Horii, 1998)

<sup>25</sup> Brix: concentração de sólidos solúveis do caldo da cana-de-açúcar, constituído de açúcares (Pol) e não açúcares. (Horii, 1998)

enviado às dormas de fermentação. O mosto, enriquecido com alguns nutrientes, é inoculado, de acordo com BRAILE & CAVALCANTI (1979), com leveduras (fungo) do gênero *Saccharomyces*. Estes microorganismos irão reverter a sacarose e a transformará em álcool etílico e dióxido de carbono. O produto da fermentação é um substrato açucarado denominado vinho, que é centrifugado para a obtenção e reutilização das leveduras, originando o líquido (vinho) composto por álcool, fermento, água e sais minerais, que irá alimentar as colunas de destilação.

Na primeira coluna, obtém-se álcool de 45-50° GL e o efluente, segundo IAC (1994), responsável por mais de 60% da carga poluidora de uma destilaria: *α vinhaça*. Na coluna seguinte, de retificação, a concentração do álcool eleva-se para 96°GL, produzindo o álcool hidratado. A obtenção do álcool anidro, utilizado como complemento dos combustível automotores a gasolina, requer a passagem pela coluna de desidratação, no qual utilizava-se, segundo IAC (1994), benzeno, operando em ciclos. Atualmente, o benzeno por ser considerado altamente tóxico deve ser substituído, sendo o ciclo-hexano o mais utilizado.

### **Subsistema ambiental atmosférico:**

#### **Meio Atmosférico: *Qualidade do ar***



Figura 17: Emissão atmosférica do processo industrial de uma usina de açúcar e álcool

A poluição atmosférica do processamento e refino industrial é resultado, principalmente, da combustão do bagaço, óleo combustível ou carvão. O poluente

mais significante na queima do bagaço é o material particulado, com concentrações menores de SO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>. Para COPERSUCAR (1989a), a taxa de emissão do material particulado estimadas nas caldeiras é da ordem de 4000 a 6000 mg/m<sup>3</sup> e o balanço de quatro caldeiras da Destilaria dos Batatais somam 476,7 kg de particulados emitidos por hora.

Há outros processos que contribuem, porém em menor escala, com a poluição atmosférica, dentre os quais pode-se citar: gases de fermentação do caldo, gases não condensáveis do estágio de evaporação e vapores sulfúreos liberados do processo de sulfitação (UNIDO, 1997).

Refinarias, assim como algumas plantas do processamento onde o bagaço é usado para outros propósitos, não sendo a sua combustão, queimam óleo combustível ou carvão. Isto resulta em emissões de dióxido de enxofre (além das cinzas), com concentrações dependendo da quantidade de enxofre utilizada, de acordo com UNIDO (1997).

A combustão do bagaço resulta em emissões de gases e cinzas. A composição dos gases da chaminé, descrito na tabela 20, depende da composição do bagaço, sua umidade e pela quantidade de ar usado na combustão.

TABELA 20: Composição dos gases da chaminé devido a combustão do bagaço.

Gás	Peso	Porcentagem (%)
N <sub>2</sub>	3.455	63.1
O <sub>2</sub>	0.346	6.3
H <sub>2</sub> O	0.784	14.3
CO <sub>2</sub>	0.894	16.3
Total	5.479	100

Fonte: HUGOT, 1987<sup>26</sup> apud UNIDO (1997)

Esta composição, apresentada na tabela 20, assemelha-se muito com os valores citados por COPERSUCAR (1989a).

Assumindo, de acordo com UNIDO (1997), um consumo médio de vapor de 550kg/ton e 1Kg de bagaço produzindo 2.25Kg de vapor, a produção de CO<sub>2</sub> seria de 218Kg/ton de cana. Desta maneira, o Brasil com a produção de 300.393.242 toneladas de cana na safra de 1999/00, segundo UNICA (2000), utilizando todo

<sup>26</sup> Hugot (1987). *La Sucrierie de Cannes*. 3<sup>a</sup> ed. Paris. Tech. & Doc.



bagaço para a queima lançaria mais de 65 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>. UNIDO (1997) estima que toda indústria de cana-de-açúcar é responsável pela emissão de 145 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>.

A corrente de ar forçada nos evaporadores modernos implica em uma larga proporção de cinzas, estimada pelos fabricantes de evaporadores em 5.5Kg de cinzas por tonelada de cana ou média de 4.5g de cinzas por m<sup>3</sup> de fumaça, durante a combustão do bagaço.

A distribuição do tamanho das partículas provenientes da queima do bagaço em caldeira está descrito na tabela 21:

TABELA 21: Tamanho das partículas provenientes da queima do bagaço em caldeira

Tamanho (ηm)	% Numérica	% em peso
< 2.2	10.82	0
2.2 – 4.4	18.72	0
4.4 – 8.8	25.72	0.06
8.8 – 17.6	20.72	0.45
17.6 – 35.2	15.22	2.60
35.2 – 70.4	5.77	7.84
70.4 – 140.8	2.00	23.08
140.8 – 220.0	0.62	29.12
> 220.0	0.31	36.85

Fonte: Baker (1977)<sup>27</sup> in CETESB (1985).

De acordo com FABIANO (1988), os equipamentos de controle de poluição atmosférica, como lavadores de gases, devem ser instalados para se reduzir a emissão em níveis admissíveis pela legislação.

Segundo UNIDO (1997), o material particulado coletado – cinzas – pode ser misturada a vinhaça e usada nos campos de irrigação.

Além disso, o bagaço armazenado ao ar livre pode ser considerado poluidor, em face das ações do vento que transporta seus maus odores, gerando incômodo à população adjacente.

**Subsistema ambiental terrestre:****Meio Físico: Solo**

Alguns dos resíduos sólidos gerados pela produção sucroalcooleira podem ser utilizados no solo. Suas características e influências são descritas a seguir, com base em UNIDO (1997):

**1. Torta de filtro**

A torta de filtro é oriunda da filtração à vácuo do lodo da decantação de preparação do caldo e produzida, em média, à razão de 40kg para cada tonelada de cana-de-açúcar. Constitui-se de elevados teores de material orgânico e considerado por COPERSUCAR (1989a), como resíduo industrial biodegradável ou combustível, motivo pelo qual deve-se ter um grande cuidado na sua disposição final. Normalmente ele é usado nos próprios campos de cultivo.

Segundo PRADO (1999), a torta de filtro pode substituir totalmente a adubação nitrogenada de plantio e de forma integral ou parcial as adubações fosfatadas minerais. Isto se deve pelo seu elevado potencial mineral, como mostra a tabela 16. Este resíduo industrial auxilia, ainda, a inserção de carga de potássio no solo, necessitando de um complemento na proporção de 80kg K<sub>2</sub>O/ha. Caso não seja utilizado no pré-plantio, pode-se utilizá-la entre as operações de aração e gradagem, à proporção de 80-100 t de torta/ha. Além da sua carga mineral, 60% da matéria seca da torta de filtro é composta por matéria orgânica, tornando-se um grande condicionador de solos.

**2. Lodo das unidades de tratamento de resíduos**

O lodo das unidades de tratamento de resíduos é proveniente do tratamento das águas de lavagem da cana. O material assim obtido é normalmente disposto na lavoura, sendo que as cinzas que se originam do sistema de lavagem de gases das emissões das caldeiras podem, também, ser incorporadas a este.

**3. Bagaço:**

O bagaço é o subproduto da moagem da cana-de-açúcar, sendo constituído de todo material seco advindo desta operação. Ele pode ser utilizado como combustível

<sup>27</sup> Baker. R. (1977). Bagasse Combustion in Sugar Mills - PB - 264302. *Environmental Protection Agency (EPA)*. USA. Jan.

nas caldeiras para geração de energia, para produção de ração animal, produtos aglomerados, na fertilização de solos, entre outros.

Segundo COPERSUCAR (1989a), a quantidade de bagaço gerado na safra é de 2.400 t/dia, um volume enorme que não podendo ser totalmente utilizado nos campos de cultivo ou na ração de animais é mantido nos pátios das usinas ao ar livre. O problema desta disposição é do bagaço ser considerado um resíduo biodegradável e combustível pela classificação da ABNT.

#### **4. Cinzas das caldeiras**

As cinzas das caldeiras são resultante da queima do bagaço nas caldeiras, as quais são considerados, por COPERSUCAR (1989a), como resíduo industrial biodegradável (Classe II/ A-099) e sua disposição costuma ser na lavoura, podendo se incorporado com a vinhaça.

#### **5. Lixo dos laboratórios**

De acordo com COPERSUCAR (1989a), o lixo dos laboratórios são compostos por bagaço, embalagens e papéis de filtro para análise química do caldo, os quais podem conter traços de acetato de chumbo. Esta peculiaridade faz com que este resíduo seja classificado, pelas normas ABNT, como resíduo perigoso e tóxico (classe I/U-144). Este resíduo, por apresentar chumbo, não deve ser incinerado.

#### **6. Óleos lubrificantes**

Os óleos lubrificantes utilizados nas máquinas devem ser coletados e acondicionados em tambores, pois, segundo COPERSUCAR (1989a) é, pelas normas ABNT, considerado resíduo industrial perigoso e tóxico (classe I/F-030).

### **Subsistema ambiental aquático:**

#### **Meio Físico-Químico-Biológico: *Águas Superficiais:***

De acordo com IAC (1994), há a poluição das águas superficiais por meio da geração de efluentes com alto potencial poluidor, que tendo contato com os cursos de água podem comprometer sua qualidade. Para Secretaria do Meio Ambiente – São Paulo (1994), em análises da CETESB em 1991, as usinas e indústrias de aguardente são responsáveis por 83% do total da carga orgânica gerada pelo setor industrial na Bacia do Rio Piracicaba, equivalente à carga produzida diariamente por uma população de 23,7 milhões de habitantes. O valor desta percentagem é também

muito próximo para HOGAN (1996), sendo de 85% do total da poluição industrial da região para o elemento água. Esta constatação parte dos dados apresentados na tabela 22:

TABELA 22: Contribuição à poluição hídrica na bacia do Piracicaba

Atividades Industriais	DBO / dia (ton.)
Cana de açúcar/produção de álcool	1.363.796
Indústria alimentícia	58
Indústria de papel e celulose	48
Indústria química	35
Indústria têxtil	25

Fonte: HOGAN (1996)

Porém, a utilização da fertirrigação dos efluentes das usinas, sobretudo a vinhaça, é considerada pela CETESB como um tratamento com 100% de redução do material orgânico, fazendo com que a maioria das usinas esteja realizando um eficiente tratamento, chegando a taxas de 99,7% de redução, passando de 1.195.806 para 3.325 kg DBO/dia. Contudo, Secretaria do Meio Ambiente – São Paulo (1994) adverte que, se fosse considerado como 95% o índice de redução da carga orgânica deste tratamento (fertirrigação), a carga remanescente, apenas deste processo, seria de 64.027kgDBO/dia. CENTURION & DERÍSIO (1992) citam que a carga potencial das principais indústrias sucroalcooleiras do Estado de São Paulo chega em 9.340,2 t DBO/dia, equivalente a poluição de 173 milhões de habitantes. Porém, considerando também a fertirrigação com potencial de redução de matéria orgânica em 100%, a carga remanescente atinge 100,3 t DBO/dia, representado por um equivalente populacional de uma cidade de 2 milhões de habitantes. Portanto, estudos de viabilidade ambiental de extrema acuidade devem ser realizados para a disposição destes efluentes no solo.

TORNISIELO & SPIRONELO (1979) constataram que os índices de oxigênio dissolvido (OD) do Ribeirão Cachoeira em Piracicaba, SP, foram elevados antes da safra de cana-de-açúcar. Porém, nos trechos que receberam o lançamento de resíduos das usinas de açúcar da região, os valores de O.D. chegaram a atingir 0 mg/l. A tabela 23 mostra o equivalente proporcional da carga poluidora das usinas do Estado de São Paulo para cada 1000 toneladas de cana processada.

TABELA 23: Carga Poluidora com relação ao equivalente populacional de Usinas de Açúcar e Álcool (base de cálculo: 1000t de cana processada para produção de açúcar e álcool de mosto de melaço).

Efluentes das Usinas de Açúcar e Álcool	Volume dos efluentes (m <sup>3</sup> )	DBO Padrão (g / m <sup>3</sup> )	Carga de DBO (Kg)	Equivalente Populacional* (Hab.)	Porcentagem relativa (%)
Água de lavagem da cana-de-açúcar	5.000	220	1.100	20.000	13,4
Águas condensadas dos evaporadores	580	800	465	8.600	5,8
Águas dos condensadores barométricos	11.185	90	1.000	18.500	12,4
Vinhaça	360	15.000	5.400	1.000.000	67,1
Águas de lavagem de dornas de fermentação	20	5.000	100	1.900	1,3

\*OBS: Adotou-se como contribuição "per capita", em termos de DBO: 54g/hab./ dia.

Fonte: MONTEIRO & CENTURION (1980)<sup>28</sup> in CETESB (1985)

COPERSUCAR (1989a) verificou que o potencial poluidor dos efluentes líquidos industriais de uma destilaria é altíssimo devido a elevada concentração de matéria orgânica e volume dos despejos.

Os efluentes líquidos, suas características e principais impactos estão descritos a seguir:

### **Principais efluentes líquidos da usina sucroalcooleira e suas características:**

#### **1. Vinhaça:**

Considerada como o principal efluente da produção sucroalcooleira devido ao seu grande volume (12 litros de vinhaça por 1 litro de álcool) e alta carga organomineral. A caracterização completa deste elemento está descrita no item correspondente a atividade agrícola 7: *Fertirrigação*.

## 2. Água de lavagem da cana



Figura 18: Operação industrial de lavagem da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar, antes de ser processada industrialmente, geralmente é submetida a um sistema de lavagem afim de se retirar os resíduos sólidos que são carregados durante as operações de corte, transporte e recepção na usina, aumentando, assim, a vida útil das moendas. É considerado como o segundo maior efluente poluidor, após a vinhaça, devido ao arraste de açúcar, terra, cana e palha, o que, segundo CETESB (1985), irá ser representado por grande quantidade de material em suspensão e pelo seu elevado consumo de água, citado por CENTURION & DERÍSIO (1992), da ordem de 3 a 10 m<sup>3</sup> por tonelada de cana.

O mal trato com o carregamento e transporte da cana-de-açúcar é um dos maiores motivos da necessidade de se lavar a cana, o que onera a produção, perde grandes quantidades de sacarose, podendo alcançar perdas de açúcar, segundo UNIDO (1997), de até 0.16% do peso total da cana-de-açúcar a ser processada, além do desperdício de grandes quantidades de água. Afim de reduzir estes desperdícios, pode-se usar a água advinda dos condensadores, com uma remoção das impurezas

<sup>28</sup> Monteiro, C. E. & Centurion, R.E.B. (1980). Apostila Processo de Fabricação de Açúcar e Álcool do curso "Tratamento de Águas Residuárias nas Usinas de Açúcar e Álcool". Companhia de

variando-se, de acordo com UNIDO (1997), de 5 a 15kg por tonelada de cana processada (média de 10% do peso total de matéria-prima).

BRAILE & CAVALCANTI (1979) citam para as águas de lavagem: DBO média de 726mg/l; resíduo total de 1130mg/l; sólidos sedimentáveis 7,1ml/l e pH 4,5. CENTURION & DERÍSIO (1992) complementam a caracterização do efluente com a quantidade de sólidos dissolvidos variando de 200 a 500 mg/l.

As características da água de lavagem modificam de acordo com o sistema utilizado dentro da usina. Deste modo, CETESB (1985) apresenta a tabela 24 com as diferenciações dos sistemas com a presença e ausência de recirculação:

TABELA 24: Características qualitativas e quantitativas das águas de lavagem

Parâmetros	Unidade	Água de lavagem de cana	
		Sem recirculação	Com recirculação
DBO	mg/l	180 a 500	3000 a 8000
DQO	mg/l	220 a 700	5000 a 15000
N <sub>total</sub>	mg N / l	1 a 8	45
P <sub>total</sub>	mg P / l	0.02 a 0.07	7
pH	-	4 a 6	
Temperatura	°C	20 a 40	
Sólido Sedimentável	ml/l	4 a 10	
Vazão	m <sup>3</sup> / t cana	4 a 10	

Fonte: Gerência de Projetos de Fontes: Divisão de Análise de Efluentes Líquidos e Resíduos Sólidos in CETESB (1985)

Segundo UNIDO (1997), a demanda bioquímica de oxigênio das águas de lavagem, em sistemas abertos, varia de 150 e 500 mg/l e, em sistemas fechados ou semi-fechados, a DBO pode variar de 1000 a 5000 mg/l. Portanto, somente a utilização de sistemas fechados não preconiza a garantia de qualidade ambiental, mas sim um tratamento adequado dos efluentes associado a este mecanismo. Este tratamento pode se iniciar com um gradeamento e decantadores para a areia e a terra sedimentarem, ou em lagoas, a qual tem o inconveniente de poder gerar maus odores e a necessidade de se controlar o PH. Após o tratamento preliminar é necessário

haver a estabilização da matéria orgânica, possíveis por meio de tratamentos biológicos.

ALVES (1991a) sugere que esta água seja conduzida em circuitos fechados e quando for necessário seu descarte, ela seja incorporada à vinhaça e destinada à irrigação.

### 3. Águas condensadas dos evaporadores ou águas amoniacais

De acordo com BRAILE & CAVALCANTI (1979), as águas condensadas dos evaporadores ou amoniacais se caracterizam como uma solução diluída composta de sacarose e outras substâncias que formam o caldo clarificado, o qual para ser cristalizado necessita que a maior parte de suas águas seja removida. Isto é realizado em duas fases: na primeira o caldo é transformado em xarope, em evaporadores de múltiplo-efeito; no segundo, o xarope é convertido em massa cozida, em evaporadores de simples-efeito, denominados cozedores.

Os evaporadores de múltiplo-efeito constituem-se por diversas calandras dispostas de modo subsequentes, contendo o caldo clarificado. O calor utilizado para a evaporação do caldo da primeira calandra advém diretamente da caldeira, enquanto os subsequentes são aquecidos por gases desprendidos dos anteriores. Portanto, ocorre a troca de calor destes gases com o prato seguinte, ocorrendo condensação dos gases e formação das águas condensadas dos evaporadores. Este mecanismo repete-se até a última calandra, a qual tem seus vapores condensados no condensador barométricos, formando as águas das colunas barométricas.

Portanto, as águas condensadas são resultantes da evaporação do caldo clarificado para transformá-lo em xarope, no processo de fabricação do açúcar, e posterior condensação de seus gases.

CENTURION & DERÍSIO (1992) estimam que o volume gerado de águas condensadas dos evaporadores de múltiplos efeitos pode chegar a 500l /t de cana processada, com DBO aproximada de 780 mg/l, resíduo total de 140mg/l e pH de 7,2. CETESB (1985) considera como variação média da DBO deste efluente, valores de 500 a 1000 mg/l e suas características estão descritas na tabela 25:



TABELA 25: Características qualitativa e quantitativa das águas condensadas dos evaporadores

Parâmetros	Unidades	Água condensada dos evaporadores
pH	-	6.2 a 6.9
Temperatura	°C	65 a 75
Sólido Sedimentável	ml/l	0.1
DBO	mg/l	500 a 1000
DQO	mg/l	850 a 2300
Vazão	l/t cana	500 a 700

Fonte: Gerência de Projetos de Fontes: Divisão de Análise de Efluentes Líquidos e Resíduos Sólidos in CETESB (1985)

Sua elevada taxa de DBO são provenientes de destilação de ácidos, álcool e outras substâncias orgânicas de baixo ponto de ebulição e os arrastes de caldo pelos vapores formados. Por isso, os separadores de arraste são importantes, pois durante a ebulição do caldo, segundo BRAILE & CAVALCANTI (1979), podem ser formadas bolhas de vapor envolvidas por uma película de caldo. Os separadores irão retirar esta película por meio de defletores contidos em seu interior, no qual as gotas de caldo arrastadas pelo vapor irão chocar-se e precipitar, retornando ao processo. Estes aparelhos podem ser instalados na parte interna superior do último evaporador ou de forma externa, antes das tubulações a vácuo. O xarope recuperado é colhido pelo tanque recuperador que o retorna ao processo. Esta operação permitiram, em usinas do Estado de São Paulo, a recuperação de açúcar em quantidades superiores a 1% e redução da DBO das águas amoniacais em até 70%.

Algumas medidas que diminuem a quantidade de arraste de caldo pelos vapores, segundo BRAILE & CAVALCANTI (1979), são:

- ✓ Não elevar demasiadamente o valor do vácuo;
- ✓ Alimentar o caldo pelo fundo do vaso, não pela parte superior, evitando-se, assim, a formação de espirros e névoa;
- ✓ Não sobrecarregar os evaporadores de múltiplo-efeito além da sua capacidade normal;
- ✓ Não permitir a subida do caldo além do nível ótimo;
- ✓ Instalar separadores em cada um dos corpos de evaporação e na tubulação de vácuo.

De acordo com BRAILE & CAVALCANTI (1979), a ausência de separadores de arraste faz com que a DBO e a temperatura do efluente final se elevem.

As águas condensadas resultantes podem ter vários usos no processo produtivo, segundo UNIDO (1997), tais como: na lavagem da cana, na moenda, tratamento com cal, lavagem da torta de filtro e cristalização.

Cuidados, segundo UNIDO (1997), devem ser tomados com o excesso desta água, a qual contem altas temperaturas (80°), pouca quantidade de oxigênio e pela presença de açúcar e gases (CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>) em solução.

#### 4. Águas de colunas barométricas ou dos multijatos

Os vapores não condensáveis do estágio final de evaporação e dos cozedores a vácuo são condensados em condensadores barométricos. Esta condensação requer grandes quantidades de água, em torno de 10 a 20 mil litros por tonelada de cana, segundo levantamentos no Estado de São Paulo em BRAILE & CAVALCANTI (1979), ou até mesmo 30m<sup>3</sup> de água/t de cana processada, segundo CENTURION & DERÍSIO (1992). Esta água-residuária é caracterizada por alta temperatura (45°C), pouca quantidade de oxigênio e pela presença de açúcares e gases (CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>) em solução, segundo UNIDO (1997).

De acordo com BRAILE & CAVALCANTI (1979) e CENTURION & DERÍSIO (1992) amostras de água colhidas junto à coluna barométrica de usinas de açúcar no Estado de São Paulo, mostram as seguintes características:

- DBO: 132 mg/l
- Resíduo total: 176 mg/l
- Sólidos sedimentáveis: 0,4 mg/l
- pH: 6,9
- Oxigênio dissolvido: 3,6mg/l

Atualmente, esta água é reciclada, geralmente para a lavagem da cana, porém caso não haja esta operação no processo, ela pode ser usada nos próprios condensadores, após resfriamento.

As características de amostras colhidas junto ao tanque de recirculação em usinas do Estado de São Paulo, observadas por BRAILE & CAVALCANTI (1979) e CENTURION & DERÍSIO (1992) são:

- DBO: 424 mg/l
- Resíduo total: 446 mg/l
- Sólidos sedimentáveis: 0,2 mg/l
- pH: 5,9
- Oxigênio dissolvido: 2,8 mg/l

CETESB (1985) mostra a diferença das características deste efluente nos sistema com e sem recirculação por meio da tabela 26:

TABELA 26: Características qualitativas e quantitativas das águas das colunas barométricas.

Parâmetros	Unidade	Água das colunas barométricas	
		Sem recirculação	Com recirculação
DBO	mg/l	40 a 140	2000 a 12000
DQO	mg/l	70 a 190	3000 a 15000
N <sub>total</sub>	mg N/l	1 a 5	15 a 38
P <sub>total</sub>	mg P/l	0.03 a 0.10	0.3 a 0.7
pH	-	6.2 a 7.2	
Temperatura	°C	> 40	
Sólido Sedimentável	ml/l	-	
Vazão	m <sup>3</sup> /t cana	-	

Fonte: Gerência de Projetos de Fontes: Divisão de Análise de Projetos de Efluentes Líquidos e Resíduos Sólidos in CETESB (1985).

O tratamento das águas das colunas barométricas pode ser realizado por meio de lagoas de estabilização, porém algumas providências, segundo BRAILE & CAVALCANTI (1979), podem ser realizadas afim de se diminuir a DBO destas águas, tais como:

- Inspeccionar os canais condutores de água, dentro e fora da indústria;
- Impedir a mistura de outro tipo de despejo no canal;
- Facilitar as saídas das águas da coluna barométrica afim de se retirar amostras e determinar o seu teor de sacarose;
- Controlar o nível e a pressão do evaporador de múltiplo efeito afim de se evitar o arraste do caldo nas colunas barométricas;
- Instalar e inspecionar, periodicamente, os separadores de arraste.

O processo de tratamento destas águas, caso seja necessário, pode ser por meio de lagoas de estabilização. Porém, o procedimento mais adequado é a recirculação desta água, necessitando ser resfriada de 40°C (temperatura quando sai das colunas barométricas) para 25°C, podendo ser realizado, segundo UNIDO (1997), por meio de aspersão, o que irá oxigená-la novamente.

### 5. Água dos condensadores da destilaria

Na destilaria, a condensação dos vapores gera a água dos condensadores com as características descritas na tabela 27.

TABELA 27: Características qualitativa e quantitativa das águas dos condensadores da destilaria.

Parâmetros	Unidades	Água dos condensadores da destilaria
pH	-	-
Temperatura	°C	> 40
Sólido Sedimentável	ml/ l	-
DBO	mg/ l	-
DQO	mg/ l	-
Vazão	m <sup>3</sup> / m <sup>3</sup> álcool	60 a 80
	l/ t cana	-

Fonte: Gerência de Projetos de Fontes: Divisão de Análise de Efluentes Líquidos e Resíduos Sólidos, CETESB (1985).

Este efluente pode ser recirculado no processo ou deve ser resfriado antes de ser lançado nos corpos de água.

### 6. Águas de lavagens de piso e equipamentos

Geralmente, segundo CENTURION & DERÍSIO (1992), efetua-se uma vez por semana a lavagem dos equipamentos, enquanto os pisos são lavados diariamente, gerando volumes de 20 a 80m<sup>3</sup>, dependendo do tamanho da usina. Este efluente apresenta, segundo UNIDO (1997), alta DBO, porém o principal problema desta operação é a grande quantidade de óleos e graxas contidas nestas águas, o que requer no seu sistema de tratamento, uma caixa retentora destes elementos.

As dornas de fermentação, na destilaria, são exemplos de equipamentos que quando lavados, geram as águas de lavagens com as características apresentadas na tabela 28:

TABELA 28: Características qualitativas e quantitativas das águas de lavagem das dornas de fermentação

Parâmetros	Unidades	Águas de lavagem de dornas
pH	-	4.0 a 4.7
Temperatura	°C	50 a 80
Sólido Sedimentável	ml/l	30 a 40
DBO	mg/l	4000 a 15000
DQO	mg/l	4500 a 16000
Vazão	m <sup>3</sup> / m <sup>3</sup> álcool	-
	l / t cana	-

Fonte: Gerência de Projetos de Fontes: Divisão de Análise de Projetos de Efluentes Líquidos e Resíduos Sólidos in CETESB (1985).

Cada equipamento irá produzir uma água de lavagem com características peculiares, portanto deve haver análises de cada efluente gerado afim de se realizar o melhor destino e tratamento.

### 7. Águas de refrigeração

Este efluente apresenta, segundo UNIDO (1997) e CENTURION & DERÍSIO (1992), os seguintes problemas: alta temperatura, formação de incrustações, corrosão e crescimento orgânico, principalmente quando este efluente estiver em circuito fechado. Segundo ALVES (1991a), as águas de refrigeração devem voltar ao corpo de água com sua temperatura máxima de 40°C, de acordo com o artigo 18 do Decreto Estadual 8468 de 08/09/1976.

### 8. Águas de descarga de caldeiras

Segundo UNIDO (1997) e CENTURION & DERÍSIO (1992), a DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) associada a este efluente é bastante baixa, porém a concentração de sólidos inorgânicos é elevada. Pode-se isolá-la ou incorporá-la à vinhaça para irrigação nos campos de cultivo.

### 9. Esgotos sanitários

De acordo com UNIDO (1997) e CENTURION & DERÍSIO (1992) os esgotos sanitários são gerados pela utilização dos sanitários da unidade fabril e escritórios, podendo ter seu tratamento efetuado por fossas-filtros anaeróbios, seguidos de valas de infiltração. Tal tratamento pode ser separado ou em conjunto

com parte dos efluentes industriais, dependendo das condições locais, com maiores cuidados pela eventual presença de patogênicos.

#### **10. Líquidos provenientes da remoção de incrustações**

As incrustações são provenientes da precipitação dos sais minerais dos evaporadores, os quais necessitam ser retirados, pois reduzem o coeficiente de transmissão de calor dentro dos evaporadores.

A remoção destas incrustações podem ser, de acordo com CENTURION & DERÍSIO (1992): manual, com raspadores ou escovas metálicas; ou química, utilizando soda cáustica ou ácido clorídrico. O volume deste resíduo líquido atinge de 5 a 20m<sup>3</sup>/ semana, podendo ser utilizado no solo juntamente com a vinhaça, após retificação do pH.

#### **Subsistema ambiental aquático:**

##### **Meio Físico-Químico-Biológico: *Águas Subterrâneas***

A aplicação dos efluentes no solo pode contaminar o aquífero se não for feita de acordo com as características do solo, altura do lençol freático, estrutura geológica, entre outros.

#### **Subsistema ambiental aquático:**

##### **Meio Físico-Químico-Biológico: *Biologia aquática***

Em consequência da potencialidade de poluição das águas superficiais pelos resíduos líquidos há a possibilidade da geração de mortandade de peixes, como cita TORNISIELO & SPIRONELO (1979), sendo que os exemplares menores dos peixes analisados por estes pesquisadores no Ribeirão Cachoeira, Piracicaba, SP, sofreram um maior impacto.

BRANCO (1969) destaca que a possível elevação da temperatura da água do corpo receptor faz com que ocorra uma demanda térmica de oxigênio para estabilização da temperatura. Por outro lado, esta elevação de temperatura faz com que os peixes, microorganismos e demais constituintes da biota aquática tenham uma maior estimulação de suas atividades, necessitando de mais oxigênio, justamente quando este se encontra em declínio. Aliado a isso, junta-se o problema das cargas orgânicas em excesso, consumindo por meio dos microorganismos aeróbios

decompositores, ainda mais  $O_2$ , tendendo o meio a atingir condições anaeróbias. Um outro efeito a ser considerado, ainda com relação ao aumento da temperatura, diz respeito ao aumento da susceptibilidade dos peixes ao ataque de parasitas e fungos.

A modificação do pH devido a introdução de certos resíduos sucroalcooleiros no componente aquático pode, segundo BRANCO (1969), levar a destruição de microorganismos e peixes, os quais estavam adaptados a um outro ambiente.

### **Subsistema ambiental aquático:**

#### **Meio Físico-Químico-Biológico: *Uso de água***

A operação de lavagem da cana para o processamento industrial utiliza-se de grande quantidade de água. Para BRAILE & CAVALCANTI (1979), a quantidade de água utilizada para a lavagem da cana, no caso de transporte mecanizado, varia de 2000 a 7000 litros de água por tonelada de cana. Porém, há usinas que empregam sistemas de lavagem- de cana em circuitos fechados, no qual, a água de lavagem, após o tratamento preliminar e decantação, é reenviada ao processo, reduzindo o volume de descarte de água de lavagem nas lagoas de oxidação de 10 a 20%.

COPERSUCAR (1989a) comenta que a produção de açúcar e álcool poderia comprometer o uso de água devido a quantidade de água utilizada e o poder poluidor de seus efluentes. Na bacia do Rio Piracicaba, Secretaria do Meio Ambiente - São Paulo (1994) divulga que, em 1992, dos 84% do total de água consumida pelo setor industrial, 28% é consumido por usinas e engenhos, o que equivale a, aproximadamente, 33.5% do total do consumo industrial da bacia.

### **Subsistema ambiental sócio-econômico-cultural:**

#### **Atividade econômica: *Setor primário***

A produção de açúcar e álcool influi o setor primário devido a sua característica verticalmente integrada de produção. Seus impactos positivos se expressam pela grande representatividade da cana-de-açúcar no cenário agrícola nacional, sendo o líder brasileiro deste setor. Contudo, gera alguns impactos negativos a este setor como a utilização de sistemas intensivos de produção que causam o esgotamento do solo, queimadas, grande quantidade de agrotóxicos, concentração de terras nas mão de poucas famílias, entre outros.

Subsistema ambiental sócio-econômico-cultural:

**Atividade econômica: Setor secundário**

A agroindústria sucroalcooleira brasileira é a maior do mundo, tendo altas produções industriais, atingindo na safra de 1999/00, segundo UNICA (2000), aproximadamente 300 milhões de toneladas de cana moída, com produção aproximada de 381 milhões de sacas de 50 Kg de açúcar e 12 milhões de m<sup>3</sup> de álcool anidro e hidratado. Somente a região centro-sul contribui com 263.948.899 t de cana, 337.996,760 sacas de açúcar de 50 kg e 11.634.234 de álcool anidro e hidratado. Portanto, a região centro-sul se caracteriza, atualmente, como o maior centro sucroalcooleiro do país.

Além disso, este complexo formado impulsiona setores da indústria de bens de capital, como as máquinas e equipamentos industriais, assim como as indústrias de automóveis a álcool.

Devido ao expressivo volume de produção, o setor sucroalcooleiro necessita de certos cuidados durante o processo de fabricação afim de comprometer o mínimo possível o meio ambiente. Para isto, UNIDO (1997) mostra, por meio da figura 19, algumas técnicas de redução dos impactos ambientais provenientes do processo industrial.

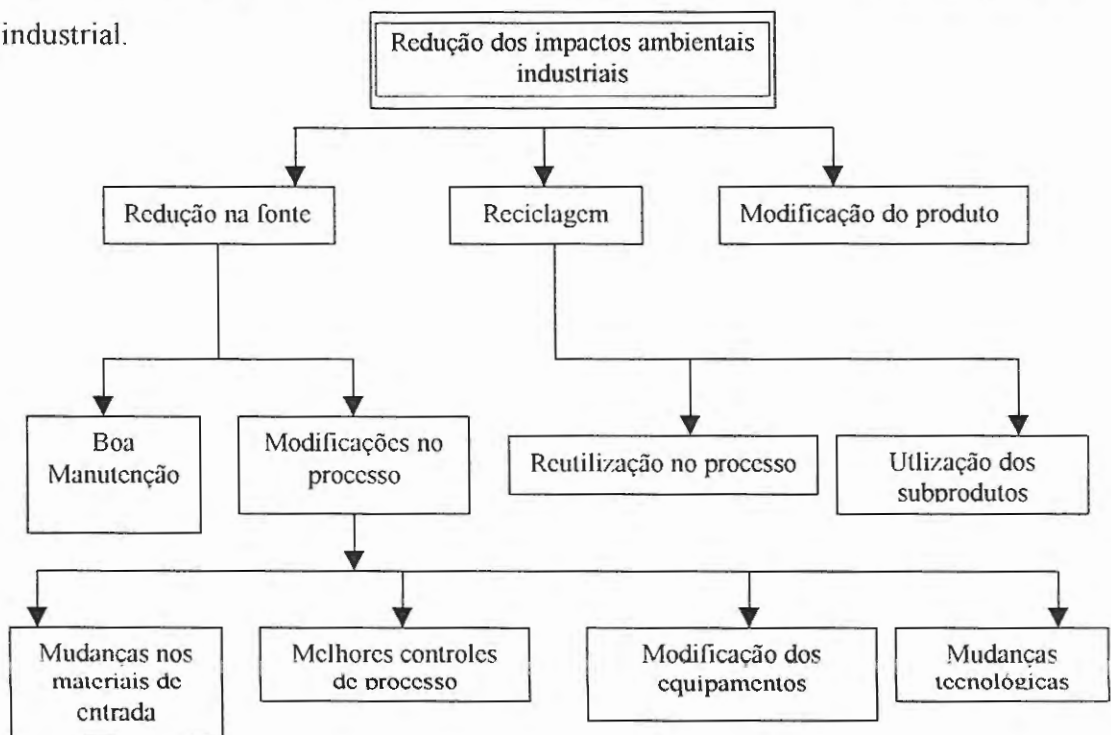


Figura 19: Visão geral das técnicas de minimização dos efluentes.

Fonte: UNIDO (1997)



As técnicas apresentadas na figura 19 podem ser realizadas de diversas maneiras, as quais necessitarão de um amplo estudo técnico para suas implementações. De forma geral, pode-se sugerir com base em UNIDO (1997) e em visitas a diversas usinas, algumas recomendações afim de que as técnicas propostas sejam alcançadas:

**1) Manutenção adequada:**

- prevenção de vazamentos, perdas, derramamentos, aberturas, fendas;
- providenciar coletores de graxa e óleo;
- calendário de manutenção preventivo;
- inspeção freqüente dos equipamentos;
- treinamento do pessoal.

**2) Realizar substituições:**

- utilizar revestimento polimérico anti-sujeira na superfície interna da tubulação dos trocadores de calor, ao invés de limpeza em escala ácido/básica.
- não lavar a cana;
- substituir a lavagem da usina por métodos de limpeza a seco;
- embeber a cana em um recipiente com água e não utilizar jatos de água, minimizando o uso de água;
- substituir materiais tóxicos como o benzeno para a desidratação do álcool, para o ciclohexano e a graxa tóxica das moendas por um produto aceitável pelas autoridades de regulamentação para processos de produtos alimentares.

**3) Melhoria no controle do processo:**

- adotar melhores práticas de queima em fornos de correntes de ar baixa, ou em queimadores de bagaço, melhorando a eficiência energética;
  - instalação de instrumentação de controle adequado;
  - manutenção dos parâmetros de processo (temperatura, pressão, etc.) o mais próximo possível do nível desejado.
-

**4) Mudanças no equipamento:**

- instalação de condensadores de circuito fechado à vácuo e estação de evaporação;
- utilizar tanques de estocagem com capacidade apropriada para evitar transbordamento.

**5) Mudanças na tecnologia:**

- utilização de evaporadores e/ou cristalizadores totalmente automatizados, ao invés de controle manual.

**6) Reciclagem / Reuso:**

- reutilizar a água de refrigeração nos sistemas de condensação à vapor dos evaporadores à vácuo com a instalação de torres ou reservatórios de resfriamento;
- recircular a água de lavagem dos filtros, que contem grandes quantidades de açúcares e de DQO, como água de imbibição;
- em usinas que continuam utilizando a prática da lavagem da cana, a água utilizada deve ser reciclada para novas lavagens.

**7) Utilização dos subprodutos:**

- uso da torta de filtro do lodo, do bagaço e das cinzas no campo;
- uso das partes verdes da planta na agricultura ou para produção de energia;
- uso do carvão do bagaço para produzir carbono ativado para descoloração do xarope do açúcar.

**8) Reformulação ou modificação do produto:**

- usar caldo de cana pasteurizado como bebida refrescante para crianças na escola, ao invés de refrigerantes com sabores e cores artificiais, como a denominada "*garapa*";
  - fabricação de açúcar líquido ao invés do açúcar refinado ou cristal para indústrias de refrigerantes;
  - produzir energia com a palhada e o bagaço;
  - reformular a produção dentro de parâmetros orgânicos e/ou socioambientais.
-

**Subsistema ambiental sócio-econômico-cultural:****Atividade econômica: *Setor terciário***

Há a necessidade de serviços terciarizados na manutenção de máquinas e equipamentos industriais.

**Subsistema ambiental sócio-econômico-cultural:****Nível de Vida: Saúde**

Há alguns problemas de saúde relacionados ao consumo humano de açúcar que, ainda, são debatidos pela comunidade científica, tais como: doenças coronárias, diabete e obesidade. Contudo, de acordo com UNIDO (1997), os problemas de cáries dentárias ocasionados pelo açúcar já são comprovados.

Pode ocorrer, ainda, segundo UNIDO (1997), problemas de saúde associados com o processamento e refino da cana-de-açúcar, com o manuseio do bagaço seco e a inalação do dióxido de enxofre nas estações de sulfitação. Estes males podem ser minimizados com o uso de luvas e máscaras, além de um acompanhamento médico destes funcionários.

Precauções devem ser tomadas nas áreas de secagem, estocagem e embalagem do açúcar, como o uso de máscaras protetoras e a proibição de se fumar, pois a poeira do açúcar é altamente inflamável (UNIDO, 1997).

As cinzas dos queimadores de bagaço podem causar sérios problemas de irritação, necessitando-se, também do uso de máscaras por parte dos funcionários, segundo UNIDO (1997).

Segundo NIOSH (1993), os funcionários da usina de açúcar e álcool estão expostos ao asbesto, o qual é composto de silicato de cálcio e magnésio, sendo o amianto sua variedade mais pura. Fibras amorfas de sílica, passíveis de serem inaladas, foram encontradas na poeira do bagaço, as quais, segundo a EPA, não há concentrações mínimas seguras. A consequência da inalação deste composto é a possibilidade de doenças pulmonares, caracterizadas por fibrose do tecido pulmonar e da pleura, manifestado pela diminuição da capacidade pulmonar e da respiração. Exposições ao asbesto também podem causar câncer de pulmão, mesothelioma (câncer da pleura ou peritônio) e câncer no aparelho digestivo.

O médico pneumologista José Eduardo Cansado adverte, em DIÁRIO (1995), a respeito da necessidade do uso de máscaras e filtros pelos funcionários da usina que se utilizam do bagaço. Ele explica que uma doença parecida com uma gripe forte ou pneumonia é desencadeada por uma bactéria que se desenvolve no bagaço da cana-de-açúcar e, se não for curada, provoca lesões nos pulmões e dificuldades respiratórias.

#### **Subsistema ambiental sócio-econômico-cultural:**

##### **Nível de Vida: *Nível de emprego***

O setor industrial sucroalcooleiro apresenta, segundo MELLO (1997), salários compatíveis à média e qualidade do emprego, além de assistência social.

Além dos equipamentos de segurança usuais dentro da área industrial, como capacetes, é necessário o uso de luvas e máscaras para os trabalhadores que manuseiam o bagaço.

#### **Subsistema ambiental sócio-econômico-cultural:**

##### ***Relação Político-Institucional:***

A existência de subsídios ao setor, como o de estocagem do álcool em excesso, para viabilizar o preço mais baixo que da gasolina, entre outros, são considerados pontos negativos do setor. Entretanto, há o lado positivo na arrecadação de impostos e pelo álcool ser um combustível renovável.

O lançamento de efluentes industriais em corpos de água devem seguir a Resolução CONAMA 20/86 e, segundo CETESB (1985), os artigos 11, 13 e 18 do regulamento da Lei 997/1976, aprovado pelo Decreto 8468/1976. Os efluentes gasosos devem seguir a mesma lei nos artigos 31, e seu parágrafo único, com redação dada pelo Decreto n. 15425/1980; além dos artigos 34 e 41.

Os ruídos do processo produtivo deve atender, segundo CETESB (1985), a Portaria n. 92 de 19 de junho de 1980 do Ministério do Interior, ou da legislação municipal caso seja mais restritiva.

A localização da atividade industrial sucroalcooleira deve, segundo CETESB (1985), localizar-se em áreas agrícolas nos termos do artigo 42 do regulamento da Lei 997 de 31 de maio de 1976 e que não tenham, sob aspecto da sua

---

microlocalização, construções residenciais em seu entorno e estar 200m afastados de qualquer corpo de água.

**Atividade Industrial 11: Geração de Energia e Subprodutos**

Atualmente, na maioria das usinas obtêm-se energia a partir da queima do bagaço nas caldeiras, como mostra a figura 20, e pela utilização de geradores de energia, mostrado na figura 21.

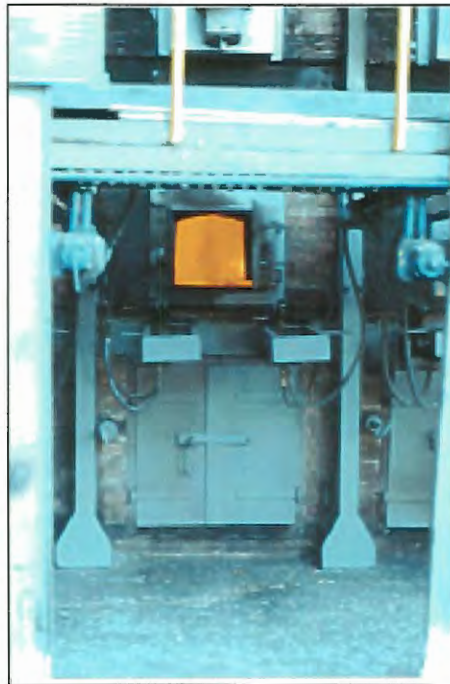


Figura 20: Caldeira de combustão do bagaço



Figura 21: Gerador de energia

**Subsistema ambiental atmosférico:****Meio Atmosférico: Qualidade do ar:**

A combustão do bagaço resulta em emissões de gases da chaminé e cinzas. A composição dos gases da chaminé depende da composição do bagaço, sua umidade e da quantidade de ar usado na combustão e pode ser observada na tabela 29.

TABELA 29: Composição dos gases da chaminé devido a combustão do bagaço

Gás	Peso	Porcentagem (%)
N <sub>2</sub>	3.455	63.1
O <sub>2</sub>	0.346	6.3
H <sub>2</sub> O	0.784	14.3
CO <sub>2</sub>	0.894	16.3
Total	5.479	100

Fonte: HUGOT (1987)<sup>29</sup> in UNIDO (1997)

Assumindo um consumo médio de vapor de 550kg/ton e 1Kg de bagaço produzindo 2.25Kg de vapor, a produção de CO<sub>2</sub> seria de 218Kg/ton de cana. Contudo, toda a indústria de cana-de-açúcar é responsável pela emissão de 145 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> por ano, segundo dados da UNIDO (1997).

A corrente de ar forçada nos evaporadores modernos implica em uma larga proporção de cinzas, estimada pelos fabricantes de evaporadores em 5.5Kg de cinzas por tonelada de cana ou 4.5g de cinzas por m<sup>3</sup> de fumaça, durante a combustão do bagaço (UNIDO, 1997).

**Subsistema Ambiental Aquático:****Meio Físico-Químico-Biológico: Águas Superficiais**

Algumas vezes empresas que não utilizam a fertirrigação lançam a vinhaça nos cursos de água. Outra possível contaminação desse elemento ambiental é por meio da lixiviação dos campos fertirrigados para os cursos de água..

O Brasil contribuiu na safra de 1999/00 com mais de 191 milhões de m<sup>3</sup> de vinhaça, de acordo com dados de produção alcooleira da UNICA (2000) e da produção média de 15litros de vinhaça por litro de álcool. Esta grande quantidade

<sup>29</sup> HUGOT (1987). *La Sucrierie de Cannes*. 3. ed. Paris, Tech. & Doc.

deve ser utilizada de forma totalmente adequada para não comprometer a qualidade dos corpos hídricos, os quais estão com menor vazão, devido a época de estiagem nos Estados do centro-sul, quando ocorre a fertirrigação e, portanto, mais suscetíveis a sofrerem impactos.

Sendo a vinhaça um produto de destilação do caldo de cana fermentado, não apresenta organismos patogênicos; entretanto, quando ocorre a adição dos efluentes sanitários da indústria à vinhaça, este problema poderá ocorrer e deve ser tratado.

### Subsistema ambiental Sócio-econômico-cultural:

#### Atividade Econômica: *Setor secundário*

A cogeração de energia consiste em um outro produto que pode impulsionar novas instalações industriais e o crescimento do setor canavieiro em um novo ramo industrial: o energético.

A utilização do bagaço para a cogeração de energia elétrica já está sendo realizada e sua evolução, de 1982 a 1998, está apresentada na tabela 30.

TABELA 30: Produção de energia elétrica pelo bagaço de cana (1982 – 1998)

Ano	Energia advinda do bagaço de cana (GWh)
1982	1.291
1983	1.872
1984	1.645
1985	1.740
1986	1.700
1987	1.928
1988	1.878
1989	1.784
1990	1.744
1991	1.876
1992	2.066
1993	2.017
1994	2.314
1995	2.574
1996	3.593
1997	3.880
1998	3.979

Fonte: Ministério de Minas e Energia – MME (1999)<sup>30</sup> in SOUZA (2000a)

O crescimento verificado, na tabela 30, é de 208,21%, o que mostra a real viabilidade de implantação de geração de uma fonte alternativa e renovável de

<sup>30</sup> Ministério de Minas e Energia – MME (1999). Balanço Energético Nacional até 1998. Brasília, DF: ELETRABRÁS/MME. Disponível on line em <http://www.mme.gov.br>, 20 de janeiro de 1999.



energia, a qual pode suprir os picos de demanda, de acordo com SOUZA (2000a), na época de estiagem e carência energética das hidrelétricas. SOUZA (2000b) cita que o Estado de São Paulo já utiliza 97% da capacidade de geração hidráulica, necessitando, portanto, de fontes alternativas.

As unidades sucroalcooleiras cadastradas no Mercado Atacadista de Energia (MAE), da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e suas respectivas produções energéticas estão relacionadas na tabela 31:

TABELA 31: Potência instalada de unidades do setor sucroalcooleiro cadastradas no MAE (dez./1998).

<b>Autoprodutor / Produtor Independente de Energia Elétrica (PIE)</b>	<b>Usina Térmica</b>	<b>Potência Instalada (MW)</b>
Açucareira Bortolo Carolo S.A	Bortolo Carolo	8,0
Açucareira Corona S.A.	Corona	14,8
Açucareira Zillo Lorenzetti S.A	São José	9,0
Companhia Açucareira Valc do Rosário	Valc do Rosário	32,0
Companhia Industrial Agrícola São João	São João	12,0
Destilaria Galo Bravo S.A.	Galo Bravo	9,0
Grupo Zilo Lorenzetti	Barra Grande Lençóis	9,0
Irmãos Biagi S.A. Açúcar e Alcool	Pedra	15,0
Ometto Pavan S.A.	Ometto Pavan	11,4
Ometto Pavan S.A.	Iracema	14,0
União São Paulo S.A. – Agric. Ind. e Com.	União São Paulo	10,2
Usina Alta Mogiana Açúcar e Alcool	Mogiana	8,0
Usina Colombo S.A.	Colombo	12,5
Usina da Barra S.A. Açúcar e Alcool	Barra	15,8
Usina da Barra S.A	Barrálcool	11,6
Usina de Açúcar e Alcool MB Ltda.	MB0	9,4
Usina Macaraí S.A. Açúcar e Alcool	Maracaí	11,0
Usina Nardini Ltda.	Nardini	6,4
Usina Santa Adélia S.A.	Santa Adélia	10,4
Usina Santa Lydia S.A	Santa Lydia	5,3
Usina Santo Antônio	Santo Antônio	6,8
Usina São Martinho S.A.	São Martinho	19,0
Univalem S.A. Açúcar e Alcool	Univalem	8,0
Virgulino de Oliveira Catanduva S.A.	Ariranha/Itapira	14,8

Fonte: Resolução 446/ANEEL (23/12/1998) in SOUZA (2000a)

Esta produção apresentada na tabela 31 representa apenas 4% do potencial total do setor sucroalcooleiro existente no Estado de São Paulo e apenas 2%, segundo SOUZA (2000b), da potência instalada no setor elétrico nacional. Fato que este que incentiva o setor canavieiro paulista aumentar sua produção energética. Segundo SOUZA (2000b), menos de 5 % das usinas sucroalcooleiras paulistas comercializam o excedente de cogeração com os agentes do setor elétrico.

Contudo, de acordo com SOUZA (2000b), o Estado de São Paulo representa 20% da potência instalada no sistema elétrico nacional e o potencial de energia cogorada pelo setor sucroalcooleiro, somente com o bagaço, pode atingir cerca de 16,5% desta capacidade do Estado. A tabela 32 mostra o potencial de cogeração, apenas tendo o bagaço como fonte, do setor sucroalcooleiro no Estado de São Paulo:

Tabela 32: Potencial de cogeração no setor sucroalcooleiro

Região	Potencial energético (MW)	Representatividade (%)
Ribcirão Preto	186	29.9
Campinas	155	24.9
Araraquara	140	22.5
São José do Rio Preto	75	12.1
Bauru	66	10.6
Total	622	100

Fonte: Interface do Cogrador com a Concessionária – CPFL (1999)<sup>31</sup> in SOUZA (2000a)

Estes valores da tabela 32 podem ser superiores se for utilizada tecnologia de ciclo combinado, podendo atingir 2.000MW, segundo ANDRADE *et al.* (1998)<sup>32</sup> apud SOUZA (2000a).

Pode-se elevar, ainda mais, a capacidade de produção energética do setor com a utilização da palha da cana em unidades termoelétricas. De acordo com ANÍBAL (2000), isto está sendo realizado no Estado de São Paulo, com a implantação de um programa de 35 termoelétricas gerando energia com a palha e o bagaço. A perspectiva é que em nove meses seja gerado 100MW e após três anos, 300MW, equivalente a produção de uma turbina da hidrelétrica de Porto Primavera e suficiente para abastecer uma cidade de 470 mil habitantes. O custo da produção de

<sup>31</sup> Companhia Paulista de Força e LUZ – CPFL. Projetos estratégicos – administração estratégica. In: Fórum de Cogeração, Campinas, SP. Disponível *on line* em <http://www.ax.apc.org/inee>. 5 de agosto de 1999.

energia por queima de biomassa é muito abaixo frente as fontes tradicionais, fazendo com que a CESP a compre 20% abaixo do teto estabelecido pela ANEEL. ANÍBAL (2000) resume o benefício desta cogeração na seguinte frase: “*Em suma a queima predatória da cana, cuja consequência mais visível tem sido a poluição e a sujeira nas cidades próximas às usinas, pode ser substituída pela queima industrial, cujo resultado será a ampliação da capacidade de geração de energia, ora à beira do limite.*”

A produção de outros subprodutos, como o plástico biodegradável, a partir de microorganismos da cana, em fase experimental na Copersucar – Usina da Pedra, o qual impulsionará ainda mais o setor industrial pela diversificação dos produtos. DIAS (1980) defende a adoção de novas medidas de controle no uso da vinhaça e elenca como alternativas de seu aproveitamento racional: a fertilização natural, como ração animal, biomassa, produção de gás metano e outras tecnologias a serem pesquisadas.

#### **Subsistema ambiental Sócio-econômico-cultural:**

##### **Atividade Econômica: Setor Terciário**

Estudos realizados por SAFFIOTI (1985) verificaram que o poder calorífico da palha seca chega a valores de 4.100 kcal/kg. A massa vegetal da palhada oriunda da cana crua, colhida por colheitadeiras combinadas, é, segundo FURLANI NETO *et al.* (1989) de 7,5 a 11,9 t/ha. Esta biomassa também poderá ser aproveitada como combustível nas fornalhas das caldeiras de usinas e destilarias, em substituição ou em conjunto ao bagaço.

De acordo com RIPOLI *et al.* (1990), um canavial gera uma produção agrícola de 70 t/ha e um rendimento industrial de 75 litros de álcool por tonelada de cana moída. Outros dados segundo IBIDEM são:

- quantidade da palhada = 9,7 t/ha
- poder calorífico inferior da palhada = 2.280 kcal/kg
- poder calorífico inferior do álcool = 5.040 kcal/kg
- densidade do álcool = 0,789 kg/litro

<sup>32</sup> ANDRADE, A. M.; ANDRADE, C. A. M. ; BODINAUD, J. A. (1998). Biomass energy use in Latin America In: Workshop Biomass Energy: Data, Analysis and Trends, IEA – International Energy Agency, Paris, arço.


Baseados nestas informações, nota-se que 1 hectare de cana pode fornecer, após processamento industrial em torno de 5.250 litros de álcool, equivalente a 20.877Mcal. Para RIPOLI *et al.* (1990), esta quantidade de energia é considerada bruta, pois não se considera a quantidade de energia consumida na transformação da matéria-prima em álcool. Paralelamente, a palhada seca remanescente pode fornecer em um hectare 22.166Mcal. Isto significa que a quantidade energética da palhada em um hectare representa, aproximadamente, à 5.574 litros de álcool.

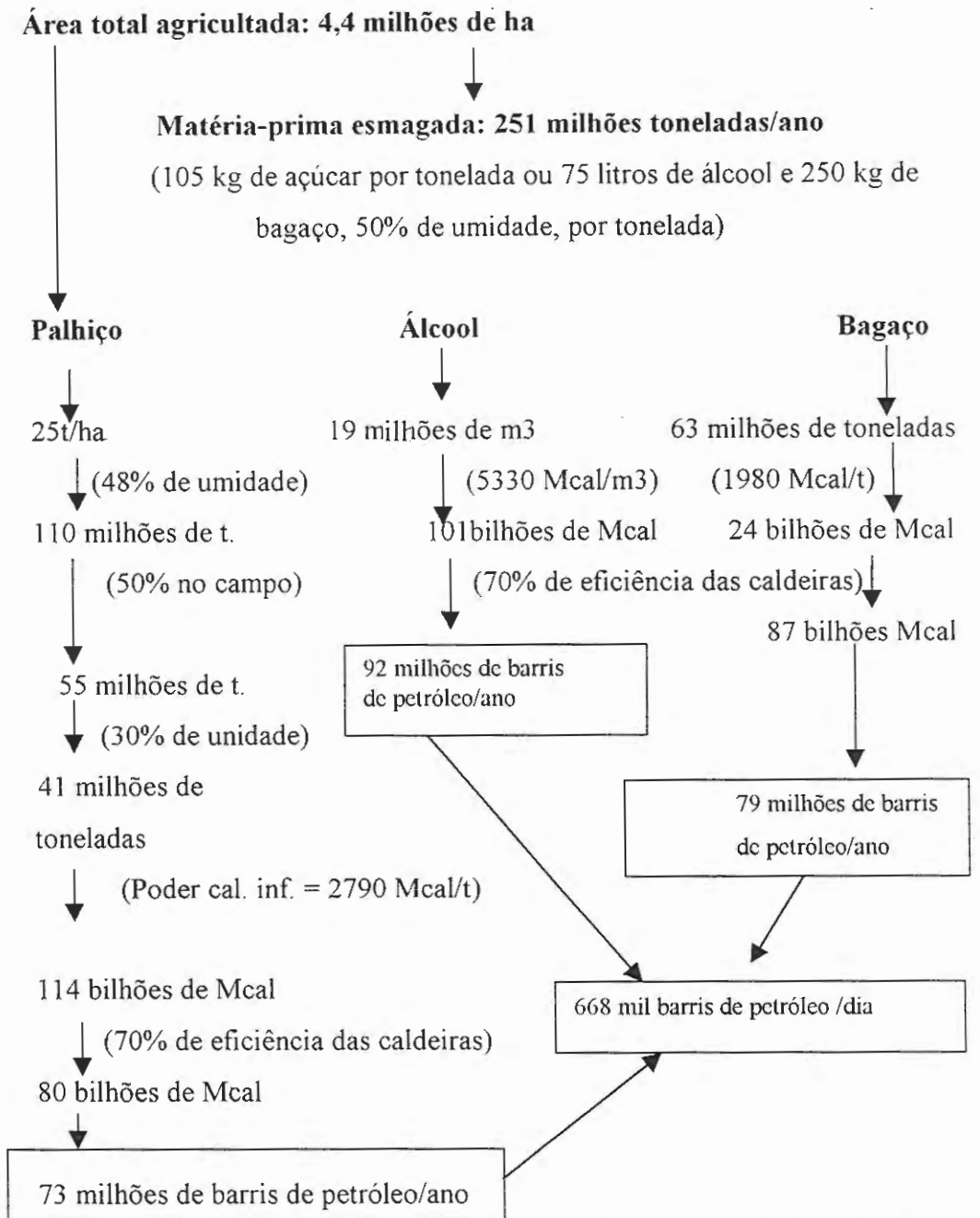
O consumo de combustível das máquinas agrícolas empregadas nas operações de enleiramento, carregamento e transporte desta palhada, representa, segundo RIPOLI *et al.* (1990), 5% da energia bruta desse material, o que origina uma energia líquida disponível na palha da ordem de 21.058 Mcal, equivalente à 5.295,5 litros de álcool.

SAFFIOTI (1985) comenta que com a desidratação da palhada para geração de energia, o poder calorífico da palha seca eleva-se para 4.100 kcal/kg, podendo, portanto, ser gerado em um hectare, uma energia bruta equivalente à 39.770 Mcal.

Segundo SAFFIOTI (1985), na safra de 1985 foram desperdiçado com a queimada de cana no Brasil, 82 trilhões de Kcal, correspondente a 15,5 bilhões de litros de etanol e 8,8 milhões de quilowatts, ou seja, ao dobro do potencial anual das usinas nucleares: Angra I, II, II e Iguape I. Além disso, para SAFFIOTI (1985) pg. 41: *"a energia produzida pelas usinas nucleares custa cerca de 3 mil dólares por KW gerado. Portanto, o Brasil dispensará 13,2 bilhões de dólares para gerar apenas a metade de energia desperdiçada na queima dos canaviais,"*. Dados de SOUZA (2000b) mostram que o custo do MW gerado pelo bagaço ou palha está ente R\$25 e R\$40,00, ratificando o baixo custo de geração de energia pelo bagaço ou palha.

O professor da ESALQ, USP, Walter Molina Jr. realizou um fluxograma energético comparativo entre a palhada, o álcool e o bagaço de toda área canavieira brasileira, o qual será apresentado a seguir.





Dado: Importação do Brasil: 600 mil barris de petróleo/dia

Figura 22: Energia disponível em equivalente barril de petróleo, no bagaço, no álcool e palhiço da cana-de-açúcar de toda área com cana-de-açúcar no Brasil. Fonte: MOLINA JR (1999)

A partir da figura 22, pode-se verificar que, mesmo com 50% da palha no campo, aproximadamente 30% da energia contida do setor canavieiro é perdida pela prática da queimada, energia esta que poderia ser produzida por pequenas usinas termoeletricas, juntamente com o bagaço, suprimindo a carência energética das usinas

hidrelétricas na época de estiagem (correspondente à época da colheita) e maior demanda da região mais industrializada do Brasil (Sudeste).

Se toda energia contida neste setor fosse utilizada, ele se transformaria em um complexo energético que venderia energia para o setor público, justamente nas épocas de maior demanda e menor oferta.

Há, ainda, dentro do setor terciário, a comercialização do bagaço, que pode servir de energia para outra empresa, ser utilizado como ração animal e outras utilidades agrícolas.

Além da energia contida no bagaço e na palha, há, segundo PNDU (1990), a possibilidade de se utilizar o bagaço para produção de celulose, aglomerados, ração para proteína animal, entre outros. Há, também, uma grande gama de produtos que podem ser retirados do etanol, com a álcoolquímica.

#### **Subsistema ambiental Sócio-econômico-cultural:**

##### **Nível de vida: *Educação***

Com a diversificação do setor sucroalcooleiro para novas áreas, como a energética, serão necessários realizações de cursos de capacitação profissional de seus funcionários.

#### **Subsistema ambiental Sócio-econômico-cultural:**

##### **Nível de vida: *Saúde***

Há a possibilidade de geração de problemas respiratórios devido a combustão do bagaço. Outro problema é relacionado ao subproduto vinhaça que pode ocasionar incômodo à população devido seus odores provenientes de sua fermentação, além da possível contaminação das águas e peixes consumidos pela população.

Outro problema é a proliferação de animais que são possíveis vetores de doenças devido ao armazenamento da vinhaça em locais sem coberturas, assim como em seus canais de transporte.

**Subsistema ambiental Sócio-econômico-cultural:****Nível de vida: *Nível de emprego***

O emprego dos funcionários que irão exercer as novas funções oferecidas com a produção de energia elétrica e de outros produtos deverá conter as condições legais cabíveis e sua remuneração ser condizente com suas atribuições.

**Subsistema ambiental Sócio-econômico-cultural:*****Relação Política-Institucional***

Será de extrema importância para a sociedade atual a possibilidade de desenvolvimento de um complexo energético, com menor demanda de energia pública e sua oferta, ocasionando na quebra do monopólio de fornecimento de energia exercido, até então, pelas hidrelétricas.

A geração do aumento na arrecadação de impostos e, ainda, novas linhas de pesquisa no campo da Química Fina dos produtos oriundos do processo sucroalcooleiro, trarão grandes benefícios institucionais.

A legislação referente ao processo de cogeração de energia elétrica a partir do bagaço da cana-de-açúcar está apresentado, resumidamente, na tabela 33.

TABELA 33: Legislação relevante para a cogeração de energia elétrica a partir do bagaço da cana-de-açúcar ( SOUZA, 2000a)

Data	Documento	Ementa
21/05/81	Decreto Lei n. 1.872	Dispõe sobre a <b>aquisição</b> , pelos concessionários de energia elétrica de <b>excedentes gerados por autoprodutores</b> e dá outras providências
22/10/81	Portaria DNAEE n. 84	<b>Regulamenta a aquisição</b> , pelas concessionárias de serviço público de eletricidade, de <b>excedentes de geração própria de autoprodutores</b> , desde que destinados ao fornecimento a unidades consumidoras situadas em áreas que sejam atendidas por meio de sistema elétrico isolado ou cujo atendimento imediato só possa ser feito através desse tipo de sistema.
31/12/85	Portaria DNAEE n. 283	Faculta aos consumidores autoprodutores de energia elétrica a contratação de <b>demandas suplementares de reserva</b> , a serem utilizadas quando da paralisação ou redução temporária da geração própria.
16/09/87	Portaria CONAMA n. 6	Estabelece normas à concessionária de exploração, geração e distribuição de energia elétrica de energia elétrica no tocante ao <b>licenciamento ambiental</b> .
11/02/88	Portaria n. 33	Define os conceitos e terminologias da <b>estrutura tarifária horo-sazonal</b> .
21/10/88	Portaria DNAEE n. 187	Aprova as "Normas para Apresentação de Estudos e

		<b>Projetos de Usinas Termelétricas”.</b>
23/12/88	Portaria DNAEE n. 246	Autoriza os concessionários de serviço público de energia elétrica, integrantes dos sistemas elétricos interligados, a <b>adquirir energia elétrica excedente de autoprodutores.</b>
13/06/89	Portaria DNAEE n. 94	Dá nova redação a diversos artigos e incisos da <b>Portaria DNAEE n. 246</b> , de 23/12/88.
13/06/89	Portaria DNAEE n. 95	Autoriza os concessionários de serviço público de energia elétrica, integrantes dos sistemas elétricos interligados, a <b>adquirir energia elétrica excedente de autoprodutores.</b>
18/03/93	Decreto n. 774	Regulamenta a Lei nº 8.631, de 4 de março de 1993, que dispõe sobre a fixação dos níveis das tarifas para o serviço público de energia elétrica, <b>extingue o regime de remuneração garantida</b> , e dá outras providências.
24/10/93	Portaria DNAEE n. 220	Dá nova redação ao Artigo n. 24 da <b>Portaria DNAEE n. 246</b> , alterado pela <b>Portaria DNAEE n. 94</b> .
06/09/93	Decreto n. 915	Autoriza a <b>formação de consórcios</b> para geração de energia elétrica.
13/08/93	Decreto Estadual n. 37.234 (SP)	Cria o Comitê Executivo, junto ao Gabinete do Secretário de Energia, do <b>Programa de Produção de Energia Elétrica do Setor Sucroalcooleiro de São Paulo.</b>
13/02/95	Lei n. 8.987	Dispõe sobre o <b>regime de concessão e permissão</b> da prestação de serviços públicos previsto no Artigo n. 175 da Constituição Federal e dá outras providências.
07/07/95	Lei n. 9.074	Estabelece normas para <b>outorga e prorrogações das concessões e permissões</b> de serviços públicos e dá outras providências.
26/12/96	Lei n. 9.427	<b>Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL</b> , disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências.
10/09/96	Decreto n. 2.003	Regulamenta a <b>produção de energia elétrica por Produtor Independente e por Autoprodutor</b> e dá outras providências.
06/08/97	Lei n. 9.478	Dispõe sobre a <b>política energética nacional</b> , as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional de Petróleo e dá outras providências.
06/10/97	Decreto n. 2.335	<b>Constitui a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL</b> , autarquia sob regime especial, aprova sua Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo os Cargos em Comissão e Funções de Confiança e dá outras providências.
10/11/97	Portaria DNAEE n. 459	Regulamenta as <b>condições para o acesso aos sistemas de transmissão e distribuição</b> , de forma a viabilizar novos investimentos, a competição na geração de energia elétrica e propiciar a expansão da oferta a preços adequados para o consumidor.
12/11/97	Portaria DNAEE n. 466	Estabelece as <b>disposições relativas às condições gerais de fornecimento</b> a serem observadas na prestação e utilização do serviço público de energia elétrica, tanto pelos concessionários como pelos consumidores.
28/11/97	Decreto n. 2.410	Dispõe sobre o cálculo e o recolhimento da <b>Taxa de Fiscalização</b> de Serviços de Energia Elétrica instituída pela Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996, e dá



		outras providências.
14/01/98	Decreto n. 2.455	Implanta a <b>Agência Nacional do Petróleo – ANP</b> , autarquia sob regime especial, aprova sua Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e Funções de Confiança e dá outras providências.
30/03/98	Resolução ANEEL n. 94	Estabelece condições relativas à <b>participação dos Agentes de Geração e de Distribuição</b> nos serviços e atividades de energia elétrica
27/05/98	Lei n. 9.648	Altera dispositivos das Leis n. 3.890-A, de 25 de abril de 1961; n. 8.666, de 21 de junho de 1993; n. 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; n. 9.074, de 07 de julho de 1995; n. 9.427, de 26 de dezembro de 1996, e autoriza o Poder Executivo a promover a <b>reestruturação da Centrais Elétricas Brasileiras – ELETROBRÁS</b> e de suas subsidiárias e dá outras providências.
04/07/98	Decreto n. 2.655	<b>Regulamenta o Mercado Atacadista de Energia Elétrica</b> , define as regras de <b>organização do Operador Nacional do Sistema Elétrico</b> , de que trata a Lei no 9.648, de 27 de maio de 1998, e dá outras providências.
31/07/98	Resolução ANEEL n. 245	Estabelece os critérios para composição da <b>Rede Básica dos Sistemas Elétricos Interligados</b> .
07/08/98	Resolução ANEEL n. 248	Estabelece as condições gerais da prestação de serviços de transmissão, de <b>contratação do acesso e uso dos sistemas de transmissão</b> de energia elétrica, vinculadas a celebração dos contratos iniciais.
11/08/98	Resolução ANEEL n. 249	Estabelece as condições de <b>participação dos agentes no Mercado Atacadista de Energia Elétrica – MAE</b> e diretrizes para estabelecimento do <b>Mecanismo de Realocação de Energia - MRE</b> .
13/08/98	Resolução ANEEL n. 264	Estabelece as condições para contratação de energia elétrica por <b>consumidores livres</b> .
13/08/98	Resolução ANEEL n. 265	Estabelece as condições para o exercício da <b>atividade de comercialização</b> de energia elétrica.
13/08/98	Resolução ANEEL n. 266	Estabelece <b>limite ao repasse</b> , para as tarifas de fornecimento, dos preços livremente negociados na aquisição de energia elétrica, por parte dos concessionários e permissionários de distribuição.
13/08/98	Resolução ANEEL n. 270	Estabelece condições e procedimentos para solicitação de <b>reajuste de tarifas</b> de energia elétrica dos concessionários do serviço público de distribuição.
19/08/98	Resolução ANEEL n. 271	Dá nova redação aos Artigos 2º e 7º da <b>Resolução n. 249</b> , de 11 de agosto de 1998.
30/09/98	Resolução ANEEL n. 307	Aprova o <b>Estatuto do Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS</b> .
11/11/98	Resolução ANEEL n. 351	Autoriza o <b>Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS</b> , a executar as atividades de <b>coordenação e controle</b> da operação da geração e transmissão de energia elétrica nos sistemas interligados.
04/12/98	Resolução ANEEL n. 394	Estabelece os critérios para o enquadramento de empreendimentos hidrelétricos na condição de <b>pequenas centrais hidrelétricas</b> .
04/12/98	Resolução ANEEL n. 395	Estabelece os procedimentos gerais para registro e <b>aprovação de estudos de viabilidade e projeto básico de empreendimentos de geração hidrelétrica</b> , assim

		como da <b>autorização para exploração de centrais hidrelétricas até 30 MW</b> e dá outras providências.
23/12/98	Resolução ANEEL n. 446	Fixa os valores anuais da <b>Taxa de Fiscalização</b> de Serviços de Energia Elétrica, relativos ao exercício de 1999, para os concessionários de serviço público, autoprodutores e produtores independentes de energia elétrica.
18/05/99	Resolução ANEEL n. 112	Estabelece os requisitos necessários à obtenção de Registro ou Autorização para a implantação, ampliação ou repotenciação de centrais geradoras termelétricas, eólicas e de outras <b>fontes alternativas de energia</b> .
09/06/99	Resolução ANEEL n. 149	Homologa as <b>Tarifas de Fornecimento e Suprimento</b> de Energia Elétrica para Companhia Paulista de Força e Luz – CPFL (vigentes até 09/06/2000).
30/06/99	Resolução ANEEL n. 222	Estabelece os <b>critérios para contabilização e faturamento de energia elétrica no curto prazo</b> para os concessionários e autorizados pertencentes ao sistema elétrico interligado brasileiro.
30/06/99	Resolução ANEEL n. 223	Regulamenta a <b>comercialização de energia não assegurada para consumidores do grupo tarifário “A”</b> .
30/06/99	Resolução ANEEL n. 224	Fixa as <b>Tarifas de Energia no Curto Prazo</b> .
02/07/99	Portaria MME n. 227	Determina que a Centrais Elétricas Brasileiras S/A - ELETROBRÁS promova, dentro do prazo de dez dias, uma chamada pública para <b>identificação dos excedentes de energia elétrica provenientes de cogeração</b> , com o objetivo de sua comercialização a curto prazo, e dá outras providências.
29/07/99	Resolução ANEEL n. 233	Estabelece os <b>Valores Normativos</b> que limitam o repasse, para as tarifas de fornecimento, dos preços livremente negociados na aquisição de energia elétrica, por parte dos concessionários e permissionários.
30/07/99	Resolução ANEEL n. 236	Fixa as <b>Tarifas de Energia no Curto Prazo</b> .
13/08/99	Resolução ANEEL n. 247	Altera as <b>condições gerais da prestação de serviços de transmissão e contratação do acesso</b> , compreendendo os Contratos de Prestação do Serviço de Transmissão - CPST, Contratos de Uso dos Sistema de Transmissão - CUST e dos Contratos de Conexão ao Sistema de Transmissão - CCT, vinculadas à celebração dos Contratos Iniciais de Compra e Venda de Energia Elétrica.
31/08/99	Resolução ANEEL n. 259	Fixa as <b>Tarifas de Energia no Curto Prazo</b> .
03/09/99	Pacto pelo emprego	Integra do <b>pacto pelo emprego no agronegócio sucroalcooleiro</b> .
29/09/99	Resolução ANEEL n. 283	Fixa as <b>Tarifas de Energia no Curto Prazo</b> .
01/10/99	Resolução ANEEL n. 281	Estabelece as <b>condições gerais de contratação do acesso</b> , compreendendo o uso e a conexão, aos sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica.
01/10/99	Resolução ANEEL n. 282	Estabelece as <b>tarifas de uso das instalações de transmissão</b> de energia elétrica, componentes da Rede Básica do Sistema Elétrico Interligado.
01/10/99	Resolução ANEEL n. 286	Estabelece as <b>tarifas de uso dos sistemas de distribuição</b> de energia elétrica.
29/10/99	Resolução ANEEL n. 311	Fixa as <b>Tarifas de Energia no Curto Prazo</b> .

## **Atividade Pós-Industrial 12: Armazenamento e Transporte de Insumos e Produtos**

### **Subsistema Ambiental Atmosférico:**

#### **Meio Atmosférico: Qualidade do ar**

O armazenamento da vinhaça em grandes tanques gera fortes odores pela sua decomposição e, conseqüente, emissão de gases, como pode ser observado na figura 23.



Figura 23: Canal de vinhaça

### **Subsistema Ambiental Aquático:**

#### **Meio Físico-Químico-Biológico: *Água superficial***

Segundo ALVES (1991a), o risco de acidentes com tanques de vinhaça pode comprometer a qualidade dos corpos de água, assim como o derramamento acidental de insumos agrícolas, como agrotóxicos, em áreas próximas a recursos hídricos.

### **Subsistema Ambiental Aquático:**

#### **Meio Físico-Químico-Biológico: *Água subterrânea***

A contaminação de águas subterrâneas pode ocorrer no caso de percolação de material poluente em transporte, como o caso de agrotóxicos, ou mesmo pela falta de impermeabilizações nos canais de vinhaça, como mostra a figura 24.



Figura 24: Canal de vinhaça sem impermeabilização

#### **Subsistema Ambiental Aquático:**

##### **Meio Físico-Químico-Biológico: *Biologia aquática***

COPERSUCAR (1989a) cita que estouros de tanque de vinhaça atingindo cursos de água podem causar grande risco à fauna e flora, até mesmo, mortandade de peixe, devido o decaimento do oxigênio dissolvido na água.

#### **Subsistema Ambiental Sócio-econômico-cultural:**

##### **Infra estrutura: *Sistema Viário***

O transporte de máquinas e o uso de treminhões causam condições de insegurança nas estradas, segundo COPERSUCAR (1989a), devido ao seus comprimentos. Além disso, o uso constante e o peso dos veículos nas estradas municipais que servem ao sistema canavieiro ficam “*encaixadas*”, isto é, o eixo central fica rebaixado, concentrando as águas pluviais e dificultando o tráfego. Isto causa problemas de erosões e sulcos, o que onera os custos de manutenção destas estradas.

Outros problemas citados por COPERSUCAR (1989a) com relação ao transporte de cana-de-açúcar são: a queda dos colmos dos caminhões transportadores de cana-de-açúcar, podendo causar acidentes e sujeiras nas estradas, como o acúmulo de terra nas pistas pavimentadas.

O transporte de produtos alimentícios, como é o caso do açúcar, deve ser bem elaborado e com cuidados especiais. A tabela 34 mostra dados de intoxicações coletivas por alimentos contaminados com agrotóxicos durante seu transporte.

TABELA 34: Intoxicações coletivas por alimentos contaminados com agrotóxicos durante o transporte.

Agrotóxico	Alimentos contaminados	Nº de casos	Nº de mortes	Meio de transporte	Local	Ano
Paration	farinha e açúcar	828	108	navio	Índia	1958
Paration	aveia e açúcar	38	9	navio	Singapura	1960
Paration	farinha e açúcar	559	16	caminhão	México	1967

Fonte: RÜEGG (1991) adaptado de MURPHY (1975)<sup>33</sup>

Portanto, o meio de transporte do açúcar deve ser bem higienizado e esterilizado, afim de não ocasionar problemas de saúde pública.

#### **Subsistema Ambiental Sócio-econômico-cultural:**

##### **Atividade econômica: *Setor Terciário***

Prestadores de serviços capacitados em logística e transporte são necessários em função da distribuição da produção, do transporte dos produtos e da cana-de-açúcar (do campo à usina). Como exemplo, NUNES JR. *et. al.* (2000) cita que 37,5% do transporte de cana, na safra 1998/99, no Brasil, ocorreu por meio de frota de terceiros

#### **Subsistema Ambiental Sócio-econômico-cultural:**

##### **Nível de vida: *Saúde***

O dano à saúde ocorre pelo alto risco de acidentes devido ao transporte da cana em treminhões e pelo incômodo à população pelo odor da vinhaça durante seu armazenamento, aplicação e transporte, geralmente feitos em canais abertos, podendo ser focos de animais peçonhentos e vetores de doenças.

<sup>33</sup> MURPHY, S. D. (1975). Pesticides. In Casarett, L.J. & Doull, J. *Toxicology*. New York. Macmillan. 412p.

**Subsistema Ambiental Sócio-econômico-cultural:*****Relação Político-Institucional:***

De acordo com COPERSUCAR (1989a), o artigo 88, 89 do Código Nacional de Trânsito (CNT), dec. N. 62.127/1968 e Lei Estadual 1693 de 1978 proíbem o derramamento de carga nas estradas e regulamentam as dimensões, peso e acondicionamento das cargas. Estas leis determinam, ainda, as condições de segurança dos veículos e uso de equipamentos obrigatórios, além do uso adequado do acostamento.

Com relação ao transporte de cana com treminhões (caminhão + 2 carretas) e os, denominados, Romeu e Julieta (caminhão + 1 carreta), há, segundo COPERSUCAR (1989a), a resolução n. 631/84, os artigos de 79 à 84 do CNT e a resolução n. 603/82 e 696/88 do CONTRAM que os regulamentam. Estas leis determinam a liberação do tráfego de Romeu e Julieta e para treminhões em pista simples somente das 6:00 às 18:00h, sendo permitido em pista dupla. Fora deste período é necessário autorização especial. Estas leis estabelecem, ainda, a carga máxima por eixo e as sinalizações de advertências e limite de velocidade, além de proibirem modificações nas características originais dos veículos.

**Atividade Pós-Industrial 13: Desativação****Subsistema ambiental atmosférico:****Meio atmosférico: *Clima e Qualidade do ar***

A desativação das operações agrícola e industrial trará benefícios a qualidade do ar pela suspensão da emissão dos poluentes atmosféricos advindos da colheita de cana queimada e da combustão do bagaço para geração de energia.

**Subsistema Ambiental Sócio-econômico-cultural:****Demografia: Migração**

O desemprego gerado pela desativação das atividades agrícolas e industriais fará com que as pessoas se desloquem para as cidades mais próximas em busca de novos empregos, gerando outros problemas sociais de desemprego e demanda pelas necessidades básicas de saúde, alimentação, transporte, educação, entre outros.

**Subsistema Ambiental Sócio-econômico-cultural:****Atividade econômica: *Setor primário***

Pode ser uma perda para o setor primário, pois o Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar, de outro modo a utilização intensiva da cultura canavieira empobrece o solo, maléfica ao setor primário, e com a desativação, outras culturas, como as alimentícias, poderão se localizar na áreas onde era somente cana-de-açúcar.

**Subsistema Ambiental Sócio-econômico-cultural:****Atividade econômica: *Setor secundário***

Com a desativação, os equipamentos industriais e toda infra-estrutura se tornarão ociosos, não servindo mais para a produção industrial sucroalcooleira.



**Subsistema Ambiental Sócio-econômico-cultural:****Nível de vida: *Nível de emprego:***

Ocorrerá a perda do emprego, tanto da área agrícola, quanto industrial. Um exemplo disto é o fechamento da Usina Santa Bárbara que como consequência demitiu 720 trabalhadores do setor industrial, segundo JORNAL DE PIRACICABA (1995c).

**Subsistema Ambiental Sócio-econômico-cultural:*****Relação Político-Institucional:***

Não serão arrecadados impostos sobre os produtos industrializados, apenas com os possíveis itens comercializados devido a desativação do sistema.

Portanto, de acordo com as análises ambientais e considerações realizadas para as atividades do setor sucroalcooleiro, pode-se ter uma idéia, por meio do quadro 04, das atividades de maiores impactos negativos e/ou positivos, assim como os fatores ambientais mais impactados.



**Quadro 04: Matriz dos Impactos Ambientais do Setor Sucroalcooleiro completa**

Sistema Ambiental			Principais atividades do setor sucroalcooleiro															
Sub-sistema Ambiental	Componente Ambiental	Fator Ambiental	Atividades Preliminares			Atividades Agrícolas						Atividades Industriais e Pós-industriais						
			1	2	3	4		5	6	7	8		9	10	11	12	13	
						A	B				A	B						
Atmosférico	Meio Atmosférico	<i>Clima</i>																+
		<i>Qualidade do ar</i>			-	-		-	-	-		+	-	+	-	-	-	-
Terrestre	Meio Físico	<i>Geologia</i>																
		<i>Geomorfologia</i>																
		<i>Solos</i>			-	-	+	-	-+	+		+	-	+	+			
		<i>Aptidão Agrícola</i>					-		-				-					
		<i>Erosão</i>					-	+	-	-+	+		+	-	+			
	Meio Biológico	<i>Vegetação</i>	-		-	-			-			+	-					
		<i>Fauna</i>			-	-			-	-		+	-					
	<i>Uso e ocupação</i>	-		-	-			-				-	+					
Aquático	Meio Físico- Químico - Biológico	<i>Águas superficiais</i>			-	-		-	-	-		+	-		-	-	-	
		<i>Águas subterrâneas</i>			-	-		-	-	-					-		-	
		<i>Biologia aquática</i>			-	-		-	-	-			-		-		-	
Sócio - Econômico - Cultural	Infra-estrutura	<i>Sistema viário</i>			+	-+	-+		-	-							-	
		<i>Uso de água</i>							-			+	-		-			
	Demografia	<i>População</i>																
		<i>Migração</i>	-						-	-			-					-
	Atividades Econômicas	<i>Setor 1º</i>	-+		-+	-+	+	-+	-	+		+	-	+	-+			-+
		<i>Setor 2º</i>	+	+	+	+				+	-	+	-	+	+	+		-
		<i>Setor 3º</i>	-+	+	+	+	+					+	-		+	+	+	
	Nível de Vida	<i>Educação</i>	-														+	
		<i>Saúde</i>	-							-	-		+	-		-	-	-
		<i>Nível de emprego</i>	-							-			+	-		+	+	-
	<i>Patrimônio Paisagístico / Histórico / Cultural</i>	-		-	-	-	-											
	<i>Relação Político/ Institucional</i>	+	+	-+	-+	+	-+	-+	-		+	-		-+	+	-	-	

Fonte: Adaptado de SALLES (1993) e OMETTO *et al.* (1999)

De acordo com o quadro 04, a Matriz dos Impactos Ambientais do setor sucroalcooleiro, identificou-se, de um modo geral, 116 impactos negativos e 66 positivos. De modo decrescente, as atividades com maiores contribuições adversas analisadas foram:

- 1) *8B - Colheita com cana queimada*, apresentando **20** fatores ambientais que foram impactados, todos de forma negativa;
- 2) *5 - Plantio da cana-de-açúcar*, com **15** fatores ambientais impactados negativamente;
- 3) *4A - Preparo e Conservação Convencional do solo*, com **14** fatores ambientais impactados negativamente;
- 4) *6 - Tratos culturais*, com **13** fatores ambientais impactados negativamente;
- 5) *3 - Implantação e melhoria da infra-estrutura industrial; Execução das obras civis e industriais*, com **11** fatores ambientais impactados negativamente;
- 6) *1 - Adquirir ou arrendar terras, contratar fornecedores, adquirir máquinas e implementos agrícolas e 7 - Fertirrigação*, com **9** fatores ambientais impactados negativamente;
- 7) *10 - Produção de açúcar e álcool*, com **8** fatores ambientais impactados negativamente.

As atividades que se destacaram por seus benefícios sociais e ambientais foram a colheita com cana crua e a rotação de culturas, as quais apresentaram apenas conseqüências positivas aos fatores ambientais analisados.

Um destaque importante refere-se à diferença na quantidade de fatores ambientais negativamente impactados pela atividade de preparo e conservação do solo nos modos: convencional (14) e conservacionista (2). Outro dado importante a se ressaltar é a diferença entre as conseqüências da colheita de cana crua e da queimada para os elementos ambientais analisados, as quais foram, respectivamente, somente positivas e negativas.

---

### 5.3 CERTIFICAÇÃO SOCIOAMBIENTAL PROMOVIDA PELA IMAFLORA

A certificação socioambiental da cana-de-açúcar e seu processamento industrial analisada neste trabalho foi realizada pelo Instituto de Manejo Florestal e Agrícola (IMAFLORA) em um processo de vinte meses que envolveu pesquisa bibliográfica, reuniões, entre outros, e culminou em uma assembléia geral que teve duração de dois dias.

Nesta assembléia, os participantes foram divididos em três câmaras de discussões: *ambiental, econômica e social*, afim de que os padrões e critérios fossem analisados. O consenso foi dominante na grande maioria das questões, com ressalva ao item 5.6, no qual a câmara ambiental não concordava com a possibilidade de uma empresa ser certificada socialmente e ambientalmente queimando 20% da cana a ser processada. A discussão neste ponto foi grande sendo que o primeiro dia da assembléia terminou sem acordo pelas partes. Um ponto a ser destacado nesta discussão foi a falta de imparcialidade pelo representante da IMAFLORA arguindo contra o representante da área ambiental que respondia em nome da A.C.E Pau Brasil de Ribeirão Preto.

No segundo dia de debate, a área ambiental não contava mais com os mesmos representantes do primeiro dia. Com isso, certas questões consideradas prioritárias pelo segmento da área ambiental, como a não utilização de queimadas, foram incorporadas como critérios para esta certificação.

Dentre os padrões gerais considerados por esta certificação, os quais são analisados a seguir, eles se mostram bem abrangentes e, sendo cumpridos ao rigor da lei, podem constituir, com a ressalva do item 5.6, um bom instrumento de aplicação de certas questões ambientais e sociais importantes no setor sucroalcooleiro.

---

**I Princípio: “Conformidade com legislação e acordos e tratados internacionais - O manejo do sistema de produção sucroalcooleiro deve respeitar toda a legislação vigente, os tratados e acordos dos quais o país seja signatário, bem como os princípios e critérios descritos neste documento.”**

O princípio “conformidade com a legislação e acordos e tratados internacionais” traz como norteador supremo para ser seguido, a Constituição Federal, especificamente o artigo 225, que trata do meio ambiente.

Com relação às legislações inferiores e tratados internacionais, podem ser destacados: o Código Florestal, a Política Nacional do Meio Ambiente, a Lei dos Crimes Ambientais, a Política Nacional de Recursos Hídricos, Agenda 21, Protocolo de Kyoto, entre outros.

Dentre as atividades do setor sucroalcooleiro, a queimada é a que se destaca por ser inconstitucional, ilegal – de acordo com Goulart (1987), seguindo a Lei Federal 6.938/81, Código Florestal e os tratados internacionais de redução da emissão de CO e CO<sub>2</sub>.

Portanto, as empresas sucroalcooleiras que pretendem cumprir este princípio e obter a certificação com respaldo legal devem, primeiramente, abolir a queimada como atividade agrícola, não apresentar trabalho infantil, remunerar de forma digna seus trabalhadores, seguir as normas de uso de agrotóxicos e disposição de suas embalagens, enfim, cumprir a função social da terra.

**II Princípio: “Direito e responsabilidade de posse e uso da terra - A posse e os direitos de uso da terra a longo prazo devem estar claramente definidos, documentados e legalmente estabelecidos.”**

Este princípio deve estar de acordo, entre outros, com a função social da terra, a qual, segundo GOULART (1998), deve visar a erradicação da pobreza, da marginalização, redução das desigualdades sociais e regionais, assim como a manutenção do meio ambiente ecologicamente equilibrado.

A Lei Federal n. 8.171/91 – Lei da Política Agrícola - , segundo IBIDEM (p.135 e 136), “subordina a atividade agrícola às normas e princípios de interesse público, de

*forma que seja cumprida a função social da propriedade (art.2, I). Inclui a proteção do meio ambiente no rol dos objetivos e dos instrumentos da política agrícola (art.3, IV, e art.4, IV).*

A Lei Federal n. 8.629/93 – Lei da Reforma Agrária – reitera, segundo IBIDEM, a Constituição, no sentido de ser necessária a preservação do meio ambiente para cumprimento da função social da propriedade, definindo-a como “*a manutenção das características próprias do meio natural e da qualidade dos recursos ambientais, na medida adequada à manutenção do equilíbrio ecológico e da saúde e qualidade de vida das comunidades vizinhas*”(art.9, §3.).

**III Princípio: “Relação justa com os trabalhadores - A atividade sucroalcooleira deve cumprir a legislação trabalhista e elevar o bem estar socio-econômico dos trabalhadores.”**

As reivindicações dos trabalhadores rurais, segundo OLIVEIRA & OLIVEIRA (1981), são, basicamente:

- Todos desejam melhores condições de trabalho, transporte e salário pagos por meses, não por tarefa ou peso de cana cortada;
- Gostariam de pagar o INPS, para ter direito à aposentadoria e melhor assistência médica para os familiares;
- Desejam direitos iguais aos trabalhadores da cidade, com representantes da classe, sindicatos, ou alguém que defendam seus direitos;
- A possibilidade de, quando estiver doente, poder faltar do trabalho sem perder o dia remunerado;

Além disso, SILVA (1999) tece comentários sobre as contra-partidas sociais com relação ao emprego e renda do setor sucroalcooleiro, as quais podem ser incorporadas no processo de certificação socioambiental da seguinte maneira:

- a) Realocação dos trabalhadores demitidos em outras atividades do grupo empresarial, sem o ônus da multa por demissão, via acordos coletivos homologados pela Justiça do Trabalho;

- 
- b) Criação de cursos de reciclagem e qualificação dos trabalhadores safristas, por meio de renda mínima e seguro desemprego, voltados a suprir necessidades de trabalhadores qualificados que vêm surgindo no meio rural, como cozinheiros, garçons, construção civil, guias turísticos, organização de atividades do folclore e da cultura regional, agentes de saúde, etc.;
  - c) Ações visando à aprovação do PLC (Projeto de Lei Complementar) nº 031 / 97, em tramitação no Senado Federal, como forma de acabar com as falsas cooperativas de mão-de-obra na agroindústria (as chamadas “*coopergatos*”);
  - d) Implantação de um programa bolsa-escola, visando a garantir a permanência das crianças das famílias de canavieiros nas escolas, com o intuito de coibir a exploração do trabalho infantil nos canaviais.

Neste mesmo âmbito, foi criada, pelo Governador do Estado de São Paulo, em 13 de dezembro de 1995, a Câmara Paulista do Setor Sucroalcooleiro, a qual se constitui de um órgão de iniciativa governamental com representação da Sociedade Civil e de caráter consultivo. Ela tem por finalidade formular, apoiar e acompanhar ações para o desenvolvimento das atividades sucroalcooleiras ou a elas associadas, considerando os paradigmas de eficiência requeridos pelo processo de globalização, no que tange os aspectos sociais e empresariais. É composta de representantes de entidades empresariais e de trabalhadores; organizações não governamentais, bem como órgãos públicos relacionados com o sistema produtivo do setor sucroalcooleiro ou a ele associados.

Considerando que a Câmara Paulista do setor sucroalcooleiro tem como um dos objetivos elaborar soluções relativas a política de emprego, relações do trabalho e qualificação da mão-de-obra, foi assinado no dia 09 de abril de 1996 o PACTO DO BANDEIRANTES, o qual tem os seguintes objetivos:

- *“intervir na cadeia produtiva objetivando eliminar o trabalho infantil, em cumprimento ao artigo 60 da lei Federal nº 8.069/90 (Estatuto da Criança e do Adolescente), o qual proíbe o trabalho de criança – menores de 14 anos;*
  - *desenvolver ações que beneficiem a permanência das crianças em escolas de qualidade;*
-

- *desenvolver ações de capacitação profissional para adolescentes, em caráter complementar, visando sua futura inserção no mercado formal de trabalho;*
- *participar de projetos que complementem a renda para que as famílias possam manter seus filhos na escola;*
- *incentivar as usinas e destilarias a que, com base no artigo 260 da Lei nº 8.069/90 (Estatuto da Criança e do Adolescente) na redação dada pela lei nº 8.242/91 e no Decreto nº 794/93, efetuem doações, até o limite de 1% do imposto sobre a renda por elas devido, deduzindo a importância doada do débito tributário a título de imposto de renda, aos fundos municipais dos direitos da criança e do adolescente ( dos municípios onde for diagnosticada a existência de trabalho infantil intensivo) com o objetivo de auxiliar o financiamento das ações para o cumprimento deste compromisso;*
- *sugerir ao Comitê Estadual Executivo da Assistência Social do Setor Sucroalcooleiro, criado pelo Convênio MICT/SECOM nº01/95, que recursos do Plano de Assistência Social – PAS (Lei nº 4.870/65, art. 36) sejam aplicados, tendo em vista a nova realidade das famílias dos trabalhadores das usinas, destilarias e fornecedores, de modo a auxiliar na consecução dos objetivos deste Compromisso;*
- *propor convênio ao governo estadual, às prefeituras municipais e às entidades privadas para participação conjunta nas ações previstas neste compromisso;*
- *desenvolver ampla campanha, pelos meios de comunicação, para esclarecer e sensibilizar a população sobre a importância do acesso e permanência das crianças na escola.”*

Portanto, este estatuto estabelece como uma das requisições do setor social, a erradicação do trabalho infantil no setor sucroalcooleiro. Além disso, são temas de reivindicação, a qualificação da mão-de-obra, produtividade e participação dos trabalhadores no lucro da empresa.

Além disso, há a questão inaceitável que algumas usinas exigem, das mulheres trabalhadoras, um atestado de impossibilidade de engravidar, para não haver a necessidade de pagamento destas trabalhadoras afastadas por licença médica. Isto não

pode existir e é outro ponto que a área social luta contra, principalmente em questões de certificações que envolvem questões sociais. Há, ainda, de acordo com SILVA (1999), as propostas de reforma agrária nas terras improdutivas e àquelas que não cumprem a função social da terra.

Para SANTOS (2000), atual presidente da Confederação Nacional dos Trabalhadores na Agricultura (CONTAG), qualquer debate em torno do emprego do álcool como combustível socialmente justo deve estar ligado a dois fatores básicos: a valorização e fortalecimento da agricultura familiar e a valorização do trabalhador rural por meio de salários justos e respeito aos seus direitos trabalhistas e previdenciários, pois “...a vida do trabalhador nunca foi boa...”, sendo que “...a base do desenvolvimento está na reforma agrária”.

**IV Princípio: “Relação com a comunidade - Deve haver compromisso com o bem estar socio-econômico e respeito à cultura das comunidades locais onde a atividade agroindustrial está inserida.”**

A sociedade civil de forma organizada, representada pelas organizações não governamentais têm como questão inegociável e inaceitável: as queimadas de cana-de-açúcar. Portanto, entidades representantes desta reivindicação criaram um Comitê denominado: *Comitê Contra as Queimadas em Defesa da Vida*. São participantes deste comitê, o qual representam a vontade da comunidade contra as queimadas, as seguintes entidades:

- A.C.E. Pau Brasil,
- Associação Cultural e Humanística de Ribeirão Preto,
- Associação de pós-graduados de Ribeirão Preto –USP,
- Associação de Servidores do HC,
- Associação dos Docentes da USP,
- Associação dos Médicos do Hospital das Clínicas da USP-RP,
- Associação Vida Animal,
- Centro Médico de Ribeirão Preto,
- Conselho Municipal das Pessoas Portadoras de Deficiência,



- 
- Conselho Regional de Medicina (CRM),
  - Cooperativa de Ensino e Cultura de Ribeirão Preto,
  - Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto,
  - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – USP,
  - Federação dos Empregados Rurais Assalariados do Estado de São Paulo,
  - Federação Pardo-Grande de Entidades Ecológicas e Ambientalistas,
  - Instituto dos Arquitetos do Brasil,
  - Movimento do Ministério Público e Democrático,
  - Movimento em Prol da Escola Pública,
  - Núcleo de Estudantes de Direito da UNESP – Franca, SP,
  - Núcleo de Estudantes de Direito da UNIP – RP,
  - Núcleo de Formação Política do PT,
  - Ordem dos Advogados do Brasil,
  - PCB – Partido Comunista Brasileiro.
  - PDT – Partido Democrático Trabalhista,
  - Promotoria de Justiça do Meio Ambiente,
  - PSTU - Partido Socialista dos Trabalhadores Unificado,
  - PT – Partido dos Trabalhadores,
  - PV – Partido Verde,
  - Sindicato dos Médicos de Ribeirão Preto,
  - Sindicato dos Servidores da Saúde,
  - Sindicato dos Trabalhadores da USP,
  - Sindicato dos Trabalhadores do Correio,
  - Sindicato dos Trabalhadores em Saúde e Previdência do Estado de São Paulo,
  - Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Pitangueiras,
  - Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Serrana,
  - União dos Estudantes Secundaristas de Ribeirão Preto,

Portanto, a parcela representativa da sociedade contrária à queimada de cana-de-açúcar é muito grande, elevando este tema, como cita ALVES (1995b), como a “*grande bandeira*” da área ambiental, no que tange as atividades sucroalcooleiras.

---

SILVA (1999) destaca, também, a importância da adequada localização da atividade sucroalcooleira com relação ao uso e ocupação do solo na zona rural. Esta localização deve garantir o preceito institucional da função social da propriedade, considerar os aspectos de aptidão agrícola dos solos, a conservação dos recursos hídricos, reposição da mata ciliar e reserva legal.

Segundo GOULART (2000), Promotor de Justiça do Meio Ambiente de Ribeirão Preto, o padrão de produção agrícola hegemônico na maior parte do território brasileiro é, do ponto de vista político, antidemocrático, pois concentra propriedades, renda e poder, e do ponto de vista jurídico, inconstitucional, pois é concentrador, gera exclusão social e degradação ambiental. Para defender o projeto democrático estabelecido na Constituição, cabe também às certificações combater as práticas rurais geradoras de exclusão social e degradação ambiental contribuindo para a implementação das políticas que objetivem a reorganização e democratização da propriedade rural e a promoção da agricultura sustentável.

Outras premissas são colocadas pela CONTAG, em SANTOS (2000), para uma possível atuação mais justa do setor sucroalcooleiro, entre elas:

- justiça social e geração de empregos e renda para os trabalhadores do setor sucroalcooleiro e para as comunidades que vivem ao seu redor;
- favorecimento à constituição de microdestilarias geridas pela agricultura familiar;
- reconversão das regiões produtoras que vivam uma situação de colapso da atividade no sentido da diversificação agrícola, da promoção da biodiversidade e da reforma agrária;
- proteção ambiental das áreas onde o álcool é produzido;
- pagamento das dívidas aos cofres públicos e
- respeito aos acordos de fornecimento de combustível.

**V Princípio: Planejamento e Monitoramento** - *A atividade agroindustrial deve ser planejada, monitorada e avaliada considerando os aspectos técnicos, econômicos, sociais e ambientais.*

Com relação ao planejamento dos aspectos sociais e ambientais pode-se ter como base de indicadores a este princípio a Matriz dos impactos socioambientais, a qual destaca as atividades que causam prejuízo ao ambiente e que devem ser reformuladas e outras que beneficiam o meio social e/ou ambiental e, portanto, devem ser incentivadas.

Como exemplos desta diferença destaca-se o sistema de colheita de cana crua e queimada, no qual verificou-se somente impactos positivos e negativos, respectivamente. Outra grande diferença apresenta-se entre o sistema de preparo e conservação do solo de modo convencional e conservacionista, no qual este sistema indica uma quantidade menores de impactos negativos. Nota-se, portanto, que a adequação ambiental do complexo sucroalcooleiro deva contemplar o sistema conservacionista de cana crua.

Nas atividades destacadas a seguir verificou-se uma extensa gama de impactos negativos, a partir das quais o planejamento e monitoramento destas deve ser realizado de forma a serem reformuladas ou eliminadas São elas:

- Atividade preliminar 3: Implantação e melhoria da infra-estrutura industrial e execução das obras civis e industriais;
- Atividade agrícola 4: Preparo e conservação do solo: A) Convencional
- Atividade agrícola 5: Plantio da cana-de-açúcar;
- Atividade agrícola 6: Tratos culturais;
- Atividade agrícola 7: Fertirrigação;
- Atividade agrícola 8: Colheita da cana-de-açúcar - B) Colheita de cana queimada;
- Atividade industrial 10: Produção de açúcar e álcool
- Atividade industrial 12:- Armazenamento e transporte de insumos e produtos.

Os impactos ambientais intervenientes destas atividades estão analisados no capítulo referente as análises da Matriz, devendo a atividade ser reformulada de modo a minimizar ou eliminar estes danos.

Este item analisado foi o de maior polêmica na definição dos padrões desta certificação, pois envolvia o fim das queimadas, considerado primordial para os representantes da área ambiental. Todavia, os setores econômico e social não

compartilhavam desta reivindicação, considerando, respectivamente, que o término da queima poderia gerar aumento de custos e desemprego. Com relação aos possíveis custos adicionais para o cumprimento dos padrões de certificação, o Princípio XI (Viabilidade econômica) deve prever que os custos sejam repassados ao produto final, ou seja, ao consumidor final. Em termos sociais, entende-se que o desemprego ocasionado pelo fim das queimadas não é uma consequência direta. Isto porque a mecanização poderá ocorrer apenas nas áreas com declividade abaixo de 12%, o que representa apenas 40% da área canavieira no Brasil. Nas demais áreas, o corte manual da cana crua requisitará, para o mesmo rendimento do corte manual de cana queimada, cerca de três vezes mais trabalhadores. Ademais, há a criação de novos empregos advindos da produção de colhedoras, ancinhos, transbordos, tratores, caminhões, entre outros equipamentos utilizados na colheita de cana crua. Tem-se assim que, o fim da queimada da cana não tem como consequência necessária o desemprego.

**VI Princípio:** *“Conservação de ecossistemas e proteção da biodiversidade - A atividade agrícola deve promover a conservação de ecossistemas, com especial atenção para a conservação da biodiversidade e sua recuperação.”*

Para análise deste princípio, verifica-se quais atividades estão causando algum tipo de impacto nos seguintes elementos ambientais: vegetação, fauna e biologia aquática, os quais correspondem à biodiversidade.

Verificando a Matriz, as atividades que causam danos à vegetação são:

- Atividade preliminar 1: - Adquirir, arrendar terras;  
- Contratar fornecedores;  
- Adquirir máquinas e implementos agrícolas;
- Atividade preliminar 3: Implantação e melhoria da infra-estrutura industrial e execução das obras civis e industriais;
- Atividade agrícola 4: Preparo e conservação do solo: A) Convencional
- Atividade agrícola 5: Plantio da cana-de-açúcar
- Atividade agrícola 8: Colheita da cana-de-açúcar - B) Colheita de cana queimada

As atividades que causam prejuízo a fauna, de acordo com a Matriz, são:

- Atividade preliminar 3: Implantação e melhoria da infra-estrutura industrial e execução das obras civis e industriais;
- Atividade agrícola 4: Preparo e conservação do solo: A) Convencional;
- Atividade agrícola 5: Plantio da cana-de-açúcar;
- Atividade agrícola 6: - Tratos culturais;
- Atividade agrícola 8: Colheita da cana-de-açúcar - B) Colheita de cana queimada.

Com relação a fauna e flora (ou vegetação), o sistema de colheita de cana crua promove, de acordo com a Matriz, benefícios ambientais, intensificando, ainda mais, a sua necessidade para uma adequação ambiental do setor sucroalcooleiro.

Com relação a biologia aquática, as atividades que indicam algum dano negativo a este elemento ambiental são:

- Atividade preliminar 3: Implantação e melhoria da infra-estrutura industrial e execução das obras civis e industriais;
- Atividade agrícola 4: Preparo e conservação do solo: A) Convencional;
- Atividade agrícola 5: Plantio da cana-de-açúcar;
- Atividade agrícola 6: Tratos culturais;
- Atividade agrícola 7: Fertirrigação;
- Atividade agrícola 8: Colheita da cana-de-açúcar - B) Colheita de cana queimada.
- Atividade industrial 10: Produção de açúcar e álcool
- Atividade industrial 12: Armazenamento e transporte de insumos e produtos

Portanto, estas atividades anteriormente citadas são indicadores gerais de quais atividades devem ser modificadas ou eliminadas para se minimizar, ao máximo, seus efeitos adversos à biodiversidade.

Alguns aspectos foram destacados pelos representantes da área ambiental durante o processo de certificação como sendo fundamentais para o cumprimento deste princípio, entre eles:

- desocupação e conservação das Áreas de Proteção Permanente (APP);
- manutenção da Reserva Legal;
- corredores biológicos para os fluxos gênicos das espécies vegetais e animais;
- fim das queimadas.

**VII Princípio: “Conservação do solo e recursos hídricos - A atividade agroindustrial deve promover a conservação dos solos e recursos hídricos a curto prazo e recuperação dos solos e recursos hídricos a longo prazo. “**

Afim de se aplicar este princípio, pode-se utilizar a Matriz como indicador geral para verificação das atividades que indicam maiores impactos sobre os elementos ambientais do componente físico-terrestre e do meio aquático. Os elementos analisados que fazem parte do meio físico-terrestre são: solos, aptidão agrícola e erosão; com relação ao meio aquático, os elementos ambientais avaliados são: águas superficiais, aquífero e biologia aquática.

O elemento solo foi prejudicado pelas seguintes atividades:

- Atividade preliminar 3: Implantação e melhoria da infra-estrutura industrial e execução das obras civis e industriais;
- Atividade agrícola 4: Preparo e conservação do solo: A) Convencional;
- Atividade agrícola 5: Plantio da cana-de-açúcar;
- Atividade agrícola 6: Tratos culturais;
- Atividade agrícola 8: Colheita da cana-de-açúcar - B) Colheita de cana queimada.

O outro elemento ambiental do componente físico-terrestre, analisado na Matriz, foi a aptidão agrícola, a qual foi influenciada negativamente pelas seguintes atividades:

- Atividade agrícola 4: Preparo e conservação do solo: A) Convencional;
- Atividade agrícola 5: Plantio da cana-de-açúcar;
- Atividade agrícola 8: Colheita da cana-de-açúcar - B) Colheita de cana queimada.

A erosão foi intensificada pelas seguintes atividades:

- Atividade agrícola 4: Preparo e conservação do solo: A) Convencional;
- Atividade agrícola 5: Plantio da cana-de-açúcar;
- Atividade agrícola 6: Tratos culturais;
- Atividade agrícola 8: Colheita da cana-de-açúcar - B) Colheita de cana queimada.

Dentre os elementos ambientais relacionados aos recursos hídricos - *Águas Superficiais, Águas Subterrâneas e Biologia Aquática* - analisados, as atividades que comprometem os três elementos concomitantemente:

- Atividade preliminar 3: Implantação e melhoria da infra-estrutura industrial e execução das obras civis e industriais;
- Atividade agrícola 4: Preparo e conservação do solo: A) Convencional;
- Atividade agrícola 5: Plantio da cana-de-açúcar;
- Atividade agrícola 6: Tratos culturais;
- Atividade agrícola 7: Fertirrigação;
- Atividade industrial 10: Produção de açúcar e álcool
- Atividade industrial 12: Armazenamento e transporte de insumos e produtos

A atividade agrícola 8B - Colheita de cana queimada - , prejudicou, de acordo com a Matriz as águas superficiais e a biologia aquática. A atividade industrial 11 - Geração de energia e subprodutos – causa danos às águas superficiais, principalmente, pela grande quantidade de geração de vinhaça.

De modo geral, pode-se indicar, para o cumprimento deste princípio, o sistema conservacionista de preparo e conservação do solo, aliado a colheita de cana crua.

**VIII Princípio:** “*Controle do uso de agroquímicos - Deve-se planejar e controlar o uso de agroquímicos, considerando-se a saúde dos trabalhadores e comunidades locais e a qualidade do solo, recursos hídricos e ecossistemas. Deve haver uma clara política para a redução destes insumos.*”

Com o intuito de facilitar a minimização e monitoramento dos impactos ambientais causados pelo uso de agroquímicos, pode-se utilizar a Matriz como indicador geral dos elementos ambientais prejudicados. Para isto identificou-se os aspectos negativos que foram causados pela atividade agrícola 6 – Tratos culturais –, os quais correspondem aos seguintes elementos danificados:

- Qualidade do ar;
- Solos;
- Erosão;
- Fauna;
- Águas superficiais;
- Águas subterrâneas;
- Biologia aquática;
- Sistema viário;
- Migração;
- Setor primário;
- Saúde;
- Nível de emprego e
- Relação Política Institucional.

Com isto, tem-se quais os elementos ambientais que podem ser impactados pelo uso de agroquímicos e que devem ser planejados e monitorados afim de se minimizar seus danos. Além disso, deve-se haver utilização dos equipamentos de proteção individuais (EPI) e intensificar o uso de controle biológico.

**Princípio IX: Manejo e utilização de resíduos e demais substâncias químicas**

*- O manejo e a utilização de resíduos devem considerar a conservação ambiental e a qualidade de vida dos trabalhadores e das populações locais.*



---

Afim de nortear quais são os elementos ambientais danificados pelo uso de resíduos, pode-se analisar as conseqüências ambientais da atividade agrícola 7 – *Fertirrigação* e da atividade industrial 11 - *Geração de energia e subprodutos*.

A atividade agrícola 7 – *Fertirrigação* - prejudicou, segundo a Matriz, os seguintes elementos ambientais:

- qualidade do ar;
- águas superficiais;
- aquíferos;
- biologia aquática;
- sistema viário;
- população;
- setor secundário;
- saúde e
- relação política institucional.

A atividade industrial 11 – *Geração de energia e subprodutos*, no que se refere a utilização de resíduos causa impactos nas águas superficiais e saúde.

Neste trabalho, avaliou-se os efeitos ambientais do manejo e utilização de substâncias químicas por meio da atividade 6 da Matriz: *Tratos culturais*. Os elementos ambientais impactados pelo uso de agroquímicos e que necessitam de controle e monitoramento são:

- qualidade do ar;
  - solo;
  - erosão;
  - fauna;
  - águas superficiais;
  - águas subterrâneas;
  - biologia aquática;
  - sistema viário;
  - migração;
-

- setor primário;
- saúde;
- nível de emprego e
- relação política institucional.

Portanto, nestes elementos deve haver um planejamento e controle afim de se minimizar os danos causados pelo uso de resíduos e substâncias químicas.

Um ponto positivo destacado por representantes da área ambiental para esta certificação é a utilização de predadores naturais para o controle de pragas: *o controle biológico*.

**Princípio X: “Interação com a paisagem - O planejamento, a implementação e o manejo dos sistemas de produção agroindustrial devem considerar a inserção da unidade de produção no meio físico e biológico regional, visando à integração e à estabilidade a longo prazo.”**

Com relação a este princípio, pode-se observar na Matriz as atividades que causam prejuízo à paisagem e a vegetação.

Para a vegetação, as atividades que precisam ser modificadas e monitoradas, para uma certificação ambiental, devido aos impactos mencionados na Matriz, são:

- Atividade preliminar 1: - Adquirir, arrendar terras;  
- Contratar fornecedores;  
- Adquirir máquinas e implementos agrícolas;
- Atividade preliminar 3: Implantação e melhoria da infra-estrutura industrial e execução das obras civis e industriais;
- Atividade agrícola 4: Preparo e conservação do solo: A) Convencional;
- Atividade agrícola 5: Plantio da cana-de-açúcar;
- Atividade agrícola 8: Colheita da cana-de-açúcar - B) Colheita de cana queimada

O componente ambiental - *Patrimônio Paisagístico Histórico Cultural* - foi analisada pela Matriz, na qual verificou-se que as atividades que mais prejudicam este elemento são:

- Atividade preliminar 1: - Adquirir, arrendar terras;
  - Contratar fornecedores;
  - Adquirir máquinas e implementos agrícolas;
- Atividade preliminar 3: - Implantação e melhoria da infra-estrutura industrial;
  - Execução das obras civis e industriais;
- Atividade agrícola 4: - Preparo e conservação do solo
  - A) Convencional
  - B) Conservacionista
- Atividade agrícola 5: Plantio da cana-de-açúcar.

Este princípio se confronta com o modelo de produção agrícola canavieiro caracterizado desde sua introdução no Brasil: *o latifúndio monocultor*. Esta característica homogeneiza a paisagem por meio de imensas áreas de plantação de cana, podendo ser verificados, principalmente, nas regiões sudeste e nordeste do Estado de São Paulo.

Portanto, como elementos de reforma deste modelo propõem-se:

- desocupação e conservação das Áreas de Proteção Permanente (APP);
- manutenção da Reserva Legal e
- rotação de culturas.

A queimada é outro aspecto degradante da paisagem que deve ser abolida para o cumprimento deste, entre outros, princípios desta certificação.

**Princípio XI:** “Viabilidade econômica - *O sistema de produção agrícola deve promover a otimização do uso dos seus múltiplos recursos e produtos para assegurar a sustentabilidade econômica da atividade; incorporando os custos sociais, ambientais e operacionais associados à produção.*”

De acordo com SILVA (1999), os produtores buscam em qualquer tipo de política, de forma geral, o incentivo a produção, ou seja, adoção de medidas que apontem para o desenvolvimento do setor, tais como:

- redução das taxas de juros,
- política de financiamento à produção,
- política contra às barreiras comerciais impostas pelos mercados internacionais,

- 
- política de crédito e financiamento para o custeio e investimento agrícola, entre outros.

A certificação socioambiental, além da possibilidade de facilidades de obtenção de créditos e financiamentos, diferenciará os produtos certificados para um mercado consumidor disposto a pagar possíveis sobre-preços, na garantia de que os padrões estabelecidos foram cumpridos. Entre os pequenos agricultores, estes incentivos devem ser priorizados, indicando, desde o associativismo até a possibilidade de financiamentos para a adequação aos padrões de certificação socioambiental. Como a premissa do setor econômico é o lucro, a certificação é um meio de obtê-lo, dentro de alguns parâmetros de sustentabilidade na produção.

**Princípio XII:** “*Atividade industrial - O processamento industrial da cana-de-açúcar deve cumprir com a legislação pertinente e promover a conservação dos recursos naturais e a segurança e o bem-estar de trabalhadores e comunidades.*”

Por meio da Matriz dos impactos ambientais, pode-se indicar os elementos ambientais que são prejudicados pela atividade industrial 10 – *Produção de açúcar e álcool* -, os quais são:

- Qualidade do ar;
- Águas superficiais;
- Aquífero;
- Biologia aquática;
- Uso de água;
- Setor primário;
- Saúde;
- Relação Político-Institucional.

Portanto, estes elementos mencionados deverão ser monitorados e os impactos causadores, os quais estão explicados na Matriz, deverão ser analisados para poderem ser mitigados. Algumas técnicas de redução dos impactos ambientais industriais do setor sucroalcooleiro foram apresentadas pela Matriz, no item *setor secundário* da atividade

---

---

10: *Produção de açúcar e álcool*. Estas são maneiras pelas quais as usinas possam se embasar para buscarem uma certificação ambiental do seu processamento industrial.

De uma forma geral, a certificação socioambiental da IMAFLORA consegue abordar diversos temas relevantes e unir diversos aspectos das três áreas que devam haver viabilidade para implantação da certificação: ambiental, social e econômica. Contudo, em alguns aspectos, como no caso do parâmetro 5.6, no qual a empresa pode ser certificada, para fins institucionais, com somente 80% de processamento industrial de cana crua, a certificação se torna insatisfatória perante os anseios de qualidade ambiental da sociedade e dos aspectos técnicos ambientais. Deste modo, esta certificação se torna vulnerável a ser ludibriada, pela dificuldade do monitoramento ser permanente, comprometendo, assim, sua credibilidade junto à sociedade.

## 6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando o setor canavieiro de forma histórica, pode-se dizer que ele apresenta, ainda hoje, o mesmo modelo de produção agrícola vigente no Brasil durante sua implantação, denominado “*plantation*”, o qual se caracteriza, principalmente, pelo latifúndio monocultor. Neste contexto, o processo de incorporação das variáveis ambientais e sociais no planejamento da produção sucroalcooleira não é simples e, sendo assim, as certificações vêm ao encontro da necessidade de catalisar este processo. Entretanto, esta incorporação não pode ser ditada somente por um determinado setor, mas sim pela sociedade como um todo, destacando-se o papel dos técnicos das áreas ambientais e sociais comprometidos com a formação de um novo paradigma de produção com sustentabilidade.

A identificação e análise dos impactos ambientais do setor sucroalcooleiro teve caráter preventivo ao dano, seguindo o princípio determinado pela *Agenda 21*, em seu 15<sup>o</sup> Princípio: **O Princípio da Precaução**. Além disso, este estudo foi realizado com vistas a uma certificação socioambiental e teve como base aspectos técnicos e valores dos segmentos sociais. Contudo, a presente pesquisa não conseguiu esgotar os diversos aspectos envolvidos nos impactos ambientais decorrentes da agroindústria sucroalcooleira, tendo em vista a ampla diversidade de áreas envolvidas. Entretanto, buscou-se indicar as atividades que causam ou podem causar determinados impactos ambientais.

Identificou-se escassez de trabalhos que indicassem os impactos ambientais causados pelo setor canavieiro, encontrando-se, entretanto, excessivos trabalhos relativos à busca de aumento de produtividade agrícola que desconsideravam aspectos ambientais e/ou sociais.

A análise dos impactos ambientais foi realizada nesta pesquisa por um único profissional, com base na somatória de trabalhos de diferentes áreas, e não por uma equipe multidisciplinar. Este fato certamente limitou o nível de aprofundamento em certas questões e, assim sendo, há necessidade de futuras investigações nesta linha de pesquisa, a serem realizadas por diferentes áreas do conhecimento.

A contribuição deste trabalho foi em direção à sistematização dos possíveis impactos ambientais decorrentes da implantação da agroindústria sucroalcooleira, por meio do método da *Matriz de Impactos*. Com isso, buscou-se incluir certos indicadores gerais de sustentabilidade nos princípios gerais de uma certificação socioambiental da cana-de-açúcar e seu processamento industrial, afim de que esta não seja apenas um instrumento de mercado e sim um meio para a real adequação ambiental do setor sucroalcooleiro.

O método utilizado (Matriz de Impactos) foi eficaz na identificação e sistematização dos impactos mais relevantes e/ou diretos de toda cadeia agroindustrial sucroalcooleira, por apresentar uma configuração visual facilmente compreensível e bem organizada.

Certas atividades do setor sucroalcooleiro são de modo adverso, altamente impactantes, com destaque para a prática de preparo e conservação do solo de modo convencional, o uso intensivo de agrotóxicos nos tratamentos culturais, a queimada da cana-de-açúcar e a aplicação indiscriminada de vinhaça no solo. Em contrapartida, o manejo de preparo e conservação do solo de modo conservacionista, a colheita de cana crua e, no setor industrial, a cogeração de energia, acoplada com as técnicas de minimização dos impactos industriais, são atividades que mais se aproximam da adequação ambiental do complexo sucroalcooleiro.

O setor sucroalcooleiro pode, com o aproveitamento total de seus resíduos (inclusive com parte da palha que não permanecer no campo), tornar-se um grande polo energético estratégico do país, principalmente por meio das usinas do centro-sul, as quais poderão suprir a demanda energética de “pico” desta região na época de estiagem e carência de oferta de energia pelas hidrelétricas.

A certificação socioambiental como instrumento de gestão ambiental somente será eficaz na medida que considerar os aspectos técnicos, ambientais e legais na definição de seus padrões, assim como as reivindicações sociais. É fundamental que as atividades causadoras dos impactos negativos ou adversos sejam reformuladas ou eliminadas e as que geram externalidades positivas ou benéficas sejam incentivadas.

Uma maneira da população participar das questões que envolvem o meio ambiente é por meio da assembleia geral para definição dos padrões da certificação, no caso a socioambiental. Afim de que haja legitimidade no processo, é necessário que a assembleia para definição dos padrões da certificação propicie a participação do maior número possível dos atores envolvidos na questão.

Objetivando-se que as questões consideradas prioritárias por cada setor (ambiental, social e econômico) sejam incorporadas no processo de certificação, propõe-se a criação de uma *agenda mínima*. Esta agenda conteria as propostas ou reivindicações mínimas de cada setor, como pré-requisitos para uma certificação socioambiental.

Identificou-se que houve participação dos segmentos ambientais, sociais e econômicos na elaboração dos padrões da certificação socioambiental promovida pela IMAFLORA. Porém, certas propostas que representavam o conceito mínimo de qualidade ambiental não foram abordadas em sua plenitude, como por exemplo, no caso da permissividade da queimada em 20% das canas processadas, quando a certificação se fizer para fins institucionais da empresa.

A utilização de uma agenda mínima dos requisitos básicos de cada setor (ambiental, social e econômico) é uma forma de evitar que certos aspectos fundamentais sejam desconsiderados durante uma certificação. Com relação à área ambiental, este trabalho mostra que a eliminação total da queimada seria o primeiro elemento a fazer parte da *agenda mínima*.

De modo geral, para que haja uma real adequação ambiental do setor sucroalcooleiro, as certificações ambientais devem promover, não somente nas terras da usina como também nas dos fornecedores: a utilização somente de cana crua; a desocupação das Áreas de Preservação Permanente (APP); a manutenção da reserva legal; a recuperação dos solos degradados; a diminuição ou não utilização de agrotóxicos; a utilização de sistemas conservacionistas; a realização da rotação de culturas; a remuneração condizente de seus empregados; a ausência do trabalho infantil; o monitoramento dos líquidos percolados tendo em vista a qualidade dos recursos hídricos, enfim, o compromisso de cumprir a função social da terra. Para o



---

processo industrial deve-se realizar a cogeração de energia; as técnicas de redução dos impactos ambientais industriais, tais como: redução na fonte, diminuição na geração de efluentes, recirculação, controle e ajustes do processo.

O pioneirismo da IMAFLORA em reunir vários segmentos da sociedade (ambiental, social e econômico) afim de discutir assuntos, muitas vezes de interesses controversos, deve ser elogiado e incentivado para que a legitimidade e credibilidade do processo de certificação seja ratificado.

Este trabalho apresentou, de um modo geral, meios de adequar sócio e ambientalmente o setor sucroalcooleiro, assim como sua certificação. A necessidade deste setor em adequar-se é alta e suas possibilidades são reais. Esta adequação implicaria em benefícios econômicos, com ganhos de novos mercados, por meio das certificações socioambientais, e novos produtos, com a cogeração de energia elétrica, por exemplo. A transformação do setor sucroalcooleiro, por meio da adoção das técnicas indicadas no presente, poderia resultar em um novo modelo de produção de açúcar, álcool e energia com retorno positivo à sociedade e ao meio ambiente.

---

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (1996). *NBR ISO 14001 - Sistemas de gestão ambiental - Especificação e diretrizes para uso*. Rio de Janeiro, R.J.
- AB'SÁBER, A.N. (1998). Bases Conceituais e Papel do Conhecimento na Previsão de Impactos. In: MÜLLER-PLANTENBERG, C. & AB'SABER, A. N. (orgs). *Previsão de Impactos: o Estudo de Impacto Ambiental no Leste, Oeste e Sul. Experiências no Brasil, na Rússia e na Alemanha*. 2.ed. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo. Cap.1, p.27-49.
- AGENDA 21/Resumo (1992). *Cúpula da Terra: Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento*. Rio de Janeiro, Brasil, 3-14 de junho de 1992, Centro de Informação das Nações Unidas, 46p.
- AGUJARO, R. (1979). O uso da vinhaça na Usina Tamoio como fertilizante. *Saccharum. STAB*, São Paulo, v. 2, n.4, p.23-27.
- ALMEIDA, W. F. et al. (1980). Intoxicações profissionais por praguicidas; In: MENDES, R. *Medicina do Trabalho: Doenças profissionais*. São Paulo, Sarvier.
- ALMEIDA FILHO, A.J. (1995). *Impacto ambiental da queima da cana-de-açúcar sobre a entomofauna*. Piracicaba, SP. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- ALVARENGA, S. R. (1997). *A análise das Áreas de Proteção Ambiental enquanto instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente: o caso da APA Corumbataí, SP*. São Carlos, SP. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- ALVAREZ, I. A. (1998). *Comparação entre o desenvolvimento de cana crua e cana queimada em dois ciclos de crescimento*. Piracicaba, SP. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- ALVES, A. C. (1995). Análise ambiental do ponto de vista jurídico. In: TAUKE, S.M. (org.) *Análise Ambiental: Uma Visão multidisciplinar*. 2.ed. São Paulo, Editora da Universidade Estadual Paulista. p. 65-72.
- ALVES, C. de M. A. (1997). *A ponderação dos fatores ambientais – com uso de SIG – na localização de atividades econômicas e na cobrança pelo uso da água*
-

*para irrigação*. São Carlos, SP. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

- ALVES, I. T. (1991a). *Estudo de Impacto Ambiental da Destilaria dos Pilões*. Relatório de Impacto Ambiental. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Coordenadoria de Planejamento Ambiental. Imprensa Oficial do Estado. Araraquara, SP.
- ALVES, F. J. da C. (1991b). *Modernização da agricultura e sindicalismo: lutas dos trabalhadores assalariados rurais na região canavieira de Ribeirão Preto*. Campinas, SP. Tese (Doutorado) - Instituto de Economia, UNICAMP.
- \_\_\_\_\_ (1995b). O corte de cana crua: talvez haja luz no meio da fumaça. *TEORIA & PESQUISA. Capital, agricultura e tecnologia*, São Carlos, n.12/13. Jan-Jun. p.17-27
- ANDRADE, J. F. (1991). *Queimadas da cana de açúcar na região de Ribeirão Preto e implicações sobre a saúde da população: Aspectos químicos da queimada da cana-de-açúcar*. Trabalho Técnico do Centro de Estudos Regionais. Universidade de São Paulo.
- ANDRADE, M. C. (1994). *Modernização e Pobreza: A expansão da agroindústria canavieira e seu impacto ecológico e social*. São Paulo, UNESP.
- ANÍBAL, J. (2000). Luz com aroma de cana. *Folha de São Paulo, Caderno Folha Dinheiro*, São Paulo, 22 de maio. p B2.
- ARAÚJO, Q.R.; FIGUEIREDO, M.S.; COSTA, L.M.; LOURES, E.G.; REGUAZZI, A.J.; FONTES, L.E.F.; CASALI, V.W.D. (1985). Atividade microbiana e fracionamento da matéria orgânica em um latossolo vermelho-amarelo variação una, submetido à queima e à percolação. *Revista Ceres*, v.42, n.242, p.391-404.
- AREVALO, A. R. (1998). Manejo de plantas daninhas em áreas de colheita de cana crua. *STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos*, v.16, n.4, p.26-28.
- \_\_\_\_\_ (1980). *Polluição e defensivos em cana-de-açúcar*. PLANALSUCAR.
- ARLEU, R. J. (1992). *Impacto ambiental da vinhaça sobre a entomofauna associada à cultura da cana-de-açúcar*. Piracicaba, SP. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- BALASTREIRE, L.A.; Cobra, A.P.; Ometto, D.A. (1982). Otimização da colheita da cana-de-açúcar. *Açúcar e Álcool*. São Paulo, Set.

- BALBO, M. (1987). Corte da cana por metro X toneladas convertidas em metros. *STAB Açúcar, Alcool e Subprodutos*, v.5, n.3, p.38-9, jan/fev.
- BALSADI, O. V., Biral, M. A. M., Caron D., Da Silva (1995). A demanda regional da força de trabalho agrícola no Estado de São Paulo e sua Sazonalidade, 1993-1994. *Informações Econômicas*, São Paulo, v.25, n.6, Jun.
- BAVER, A., Cole, C. V. e Black, A. L. (1987). Soil property comparison in virgin grasslands between grazed and non grazed management systems. *Soil Science Soc. Am. Journal*, 51, p.176-182.
- BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. (1990). *Conservação do solo*. Ícone. Coleção Brasil Agrícola.
- BISSET, J. & PARKINSON, D. (1980). Long-term effects of the fire on the composition and activity of the soil microflora of a subalpine, coniferous forest. *Canadian Journal of Botanic*. v. 58.
- BOHM, G. M. (1998). Queima de cana-de-açúcar e saúde humana. *STAB- Açúcar, Alcool e Subprodutos*, v.16, n.4, p.40-41.
- BORGES, S.M. (1990). Viabilidade econômica do programa brasileiro de álcool combustível. *Açúcar e Alcool, IAA*. São Paul, Abr.
- BRAGA, R.A.P. (1985). Impacto da poluição por vinhoto na Região Metropolitana do Recife. *Ciência e Cultura*, v.37, n.9, p.1415-1419.
- BRAILE, P. M. & CAVALCANTI, J. E. W. A. (1979). *Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais*. São Paulo, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB.
- BRANCO, S. M. (1969). Efeitos gerais dos resíduos sobre a qualidade das águas receptoras: carga orgânica, depressão de oxigênio, materiais sedimentáveis, materiais flutuantes. In: SIMPÓSIO SOBRE RESÍDUOS DA INDUSTRIALIZAÇÃO DA CANA DE AÇÚCAR, São Paulo. *Anais*. Centro de Tecnologia de Saneamento Básico - CETESB. Setor de Treinamento. Governo do Estado de São Paulo. Secretaria dos Serviços e Obras Públicas. Fundo Estadual de Saneamento Básico. p. 16-22.
- BRASIL. Ministério do Estado do Interior. Portaria Minter nº 323 de 29 de novembro de 1978. Proíbe o lançamento, direto ou indireto, do vinhoto em

- qualquer coleção hídrica, pelas destilarias de álcool. *Legislação Federal, Controle da Poluição Ambiental*. Série Documentos. CETESB, São Paulo, SP.
- BRASIL. Ministério do Estado do Interior. Portaria Minter nº 158 de 03 de novembro de 1980. Mantém a proibição do lançamento, direto ou indireto, do vinhoto em qualquer coleção hídrica. *Legislação Federal, Controle da Poluição Ambiental*. Série Documentos. CETESB, São Paulo, SP.
- BRASIL, Leis etc. Política Nacional do Meio Ambiente, lei n. 6938 de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. *Legislação Federal, Controle da Poluição Ambiental*. Série Documentos. CETESB. São Paulo, SP.
- BRASIL, Resolução etc. CONAMA N. 01, de 23 de janeiro de 1986. Estabelece das definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. *Legislação Federal, Controle da Poluição Ambiental*. Série Documentos. CETESB, São Paulo, SP.
- BRASIL, Resolução etc. CONAMA N. 20, de 18 de junho de 1986. Classifica as águas doces, salobras e salinas do Território Nacional em nove classes, segundo seus usos preponderantes. *Legislação Federal, Controle da Poluição Ambiental*. Série Documentos. CETESB, São Paulo, SP.
- BRASIL. Constituição, 1988. Constituição da República Federativa do Brasil: artigo 225. *Legislação Federal, Controle da Poluição Ambiental*, São Paulo. Série Documentos. CETESB.
- BRASIL, Leis etc. Lei de Agrotóxicos, lei federal nº 7.802 de 1989. Regulamenta desde a pesquisa e fabricação dos agrotóxicos até sua comercialização, aplicação, controle, fiscalização e também o destino da embalagem. *Legislação Federal, Controle da Poluição Ambiental*. Série Documentos. CETESB. São Paulo, SP.
- BRASIL, Resolução etc. CONAMA N. 05, de 15 de junho de 1989. Institui o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar – PRONAR. *Legislação Federal, Controle da Poluição Ambiental*. Série Documentos. CETESB, São Paulo, SP.
- BRASIL, Resolução etc. CONAMA N. 01, de 08 de março de 1990. Estabelece normas a serem obedecidas, no interesse da saúde, no tocante à emissão de ruídos,

- em decorrência de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política. *Legislação Federal, Controle da Poluição Ambiental*. Série Documentos. CETESB, São Paulo, SP.
- BRASIL, Resolução etc. CONAMA N. 03, de 28 de junho de 1990. Estabelece os Padrões de Qualidade do Ar. *Legislação Federal, Controle da Poluição Ambiental*. Série Documentos. CETESB, São Paulo, SP.
- BRASIL, Resolução etc. CONAMA N. 08, de 06 de dezembro de 1990. Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes do ar para processos de combustão externa em fontes novas fixas como: caldeiras, geradores de vapor, centrais para a geração de energia elétrica, fornos, fornalhas, estufas e secadores para a geração e uso de energia térmica, incineradores e gaseificadores. *Legislação Federal, Controle da Poluição Ambiental*. Série Documentos. CETESB, São Paulo, SP.
- BRASIL, Leis etc. A Lei do Meio Ambiente, lei n. 9605 de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. *Saneamento Ambiental*. n. 49. São Paulo, SP.
- BRASIL, Leis etc. Lei nº 9.974, de 6 de junho de 2000. Altera a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Em <http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/19974.htm> (22/ 08/ 2000).
- BRITO , E. J.G do Nascimento (1995). Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) : Erros e Acertos. In: TAUK-TORNISIELO, S. M.; GOBBI, N. ; FORESTI, C. ; LIMA, S. T., org.. *Análise Ambiental: estratégias e ações*. São Paulo, Fundação Salin Farah Maluf, p.255-260.
- BRUNDTLAND (1987). *Our common future*. EUA, Oxford University Press.
- CÂMARA, G.M.S. (1987). *A cultura da cana-de-açúcar*. Piracicaba, SP. Apostila da Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

- CAMARGO, R. de. (1954). *O desenvolvimento da flora microbiana nos solos tratados com vinhaça*. Boletim do Instituto Zimotécnico da ESALQ, Piracicaba, n.9.
- CAMBUIM, F. A. & CORDEIRO, D. A. (1986). A ação da vinhaça sobre o pH, acidez total, acumulação e lixiviação de nutrientes, em solos arenosos. *STAB-Açúcar, Alcool e Subproduto*, São Paulo, v. 4.
- CANOSSA, J. & SALOMÃO, T. (1996). A certificação de sistemas de gestão do ambiente ISO 14000. *Revista ABNT*, ano 1, n.2, p.24-26, out-dez.
- CARDOSO, Z., coord. (1986). *Diretrizes ambientais para o disciplinamento das atividades agroindustriais canavieiras no Estado de São Paulo*. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB). Programa 19.00.00.
- CARVALHO, L.C.C. (1990). Tecnologia no manejo de variedades de cana-de-açúcar. *Açúcar e Alcool*. São Paulo, Julho.
- CASAGRANDE, J. C. & DIAS N., M., P. (1999). Atributos químicos de um solo com mata natural e cultivado com cana-de-açúcar. *STAB – Açúcar, Alcool e Subprodutos*, v. 17, n.5, mai-jun.
- CASARINI, D.C.P. (1989). *Efeito da fertirrigação com vinhaça nas propriedades químicas e microbiológicas do solo em um sistema de disposição de efluente industrial*. São Carlos. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- CASER, D. A.; OLIVETTI, M. P. A.; CAMARGO, A.M.M.P.; ANEFALOS, L. C. (1998). Evolução da cobertura florestal no Estado de São Paulo, 1970-1995. *Informações econômicas*, São Paulo, v. 28, n.5, maio.
- CASTRO, O. M. (1985). Aspectos de manejo do solo. Fundação Cargill. /Apresentado ao 1º Encontro do Uso da Terra na região do Vale do Paranapanema./
- CAVALCANTI, C. (1995). *Desenvolvimento e Natureza: Estudos para uma sociedade sustentável*. 2 ed. São Paulo, Cortez.
- CENTURION, R.E.B. (1980). *Planejamento da ocupação das áreas agropastoris nas APAs com destaque para as áreas canavieiras*. São Paulo, CETESB, v.1. p.95.

- CENTURION, R.E.B & DERÍSIO, J.C (1992). Evolução do controle da poluição das indústrias sucroalcooleiras no Estado de São Paulo. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL BRASIL-CUBA. TECNOCANA-92. Araras. *Anais*. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB. Centro de Ciências Agrárias, UFSCar, Set.
- CERRI, C.C. (1986). *Dinâmica da matéria orgânica do solo no agrossistema cana-de-açúcar*. Piracicaba, SP. Tese (Livre Docência) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- CESAR, C. M. & MANFRINATO, H. A. (1954). O efeito antierosivo da vinhaça no solo. *Revista da Agricultura*, v.29, p.75-80.
- CETESB (1985). *Nota sobre tecnologia de controle na fabricação de açúcar e álcool*. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB. Dezembro. (Documento Técnico CETESB)
- CETESB (1988). *Avaliação do Potencial Poluidor da Agroindústria Sucroalcooleira na 7ª Zona Hidrográfica do Estado de São Paulo*. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB. (Documento Técnico CETESB). p.88
- CETESB (1993). Caracterização da Indústria Canavieira. In: *A Cana de Açúcar e o Meio Ambiente no Estado de São Paulo*. São Paulo, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB. (Documento Técnico CETESB) p. 11-12.
- CETESB (1995a). *Emissão de Gases de queimadas na região canavieira*. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB. (Relatório Técnico CETESB) Mai.
- CETESB (1995b). Monitoramento das águas subterrâneas. Parecer Técnico n. 015/97/EETE. PT 089/00. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB. (Documentos Técnicos CETESB)
- CETESB (2000). Relatório de qualidade do ar – 1999. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB. In: [http://www.cetesb.sp.gov.br / Informacoes Ambientais / qualidade\\_do\\_ar/relatrio\\_ar.htm](http://www.cetesb.sp.gov.br / Informacoes Ambientais / qualidade_do_ar/relatrio_ar.htm). (24/08/200)
- CHAVES, H. M. L. (1997). *Efeitos do plantio direto sobre o meio ambiente. O meio ambiente e o plantio direto*. Brasília, Saturnino & Landers. Embrapa - SPI.



- CHEN, J.C.P. (1993). Byproducts of cane sugar processing. In: Chen & Chou. *Cane sugar handbook: a manual for sugar cane manufactures and their chemists*. 12.ed. New York, C.C. John Wiley & Sons. Cap.10, p.375- 431.
- COLETI, S.T. (1987). *Técnica cultural de plantio de cana*. Fundação Cargill.
- COLLUCI, C. (1992). Consumo de água aumenta 50% na safra. *Folha de São Paulo -Caderno Folha Nordeste SP*, São Paulo, 11 de junho. p. 6-1.
- COPERSUCAR (1976). Comportamento agroindustrial da cana-de-açúcar em solo irrigado e não irrigado com vinhaça. /Apresentado ao Seminário Copersucar da Agroindústria Açucareira, Águas de Lindóia, SP/
- \_\_\_\_\_ (1989a). Estudo de Impacto Ambiental: Destilaria Batatais S.A. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Piracicaba, SP. Coordenadoria de Planejamento Ambiental. Imprensa Oficial do Estado de São Paulo.
- \_\_\_\_\_ (1989b). *Proálcool: fundamento e perspectivas*. São Paulo, Copersucar. Set
- \_\_\_\_\_ (1991). Análise de preços e custos. Piracicaba, Copersucar. Jul.
- \_\_\_\_\_ (1980). Perspectivas de tratamento do vinhoto com benefícios ambientais e econômicos. (2º parte). *Brasil Açucareiro*, v.1, p. 56-67.
- \_\_\_\_\_ (1979). *Aproveitamento da vinhaça*. Piracicaba, Copersucar. Boletim Técnico Copersucar. Set
- CORBINI, J. L. (1987). Operações agrícolas em tratos culturais. In: PARANHOS, S.B., coord. *Cana-de-açúcar: cultivo e utilização*. 1.ed. Campinas, Fundação Cargill, vol.1, p.333-370.
- CORTÉZ, K.V.D.de. (1993). *Inovações tecnológicas e mudanças na organização do trabalho: o surgimento de um novo tipo de trabalhador na cultura canavieira na região de Ribeirão Preto*. São Carlos. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos.
- COSTA, L. M. (1985). Aspectos de conservação do solo. Aspectos de manejo do solo. Fundação Cargill. /Apresentados ao 1º Encontro do Uso da Terra na região do Vale do Paranapanema/

- COSTANZA, R. (1994). Economia ecológica: uma agenda de pesquisa. In: MAY, P. H.; MOTTA, R. S. DA (orgs.). *Valorando a Natureza. Análise Econômica para o Desenvolvimento Sustentável*. Campus. p.44-111.
- CRISTO, A. (2000). Proálcool, este programa ainda pode dar certo. *Gazeta Mercantil*, São Paulo, 3 abril. p.8.
- CRUZ, R.L. (1991). *Efeito da aplicação de vinhaça sobre o solo e água subterrânea*. São Carlos. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- CUNHA, A.S. (1992). Agricultura, recursos naturais e o meio ambiente. Agricultura em São Paulo.
- CUSTÓDIO, H.B. (1995). Legislação Brasileira do Estudo de Impacto Ambiental. In: TAUK, S.M. (org.) *Análise Ambiental: Uma Visão multidisciplinar*. 2.ed. São Paulo, Editora da Universidade Estadual Paulista. p.45-64:
- DALARI, R. C. & MAYER, R. J. (1986). Total carbon and its ate of loss from the soil profile. *Australian Journal Soil Research*, v.24, p.281-292.
- DANIEL, L. D. (1996). *A queima de palha de cana-de-açúcar no município de Matão, SP*. Parecer Técnico à processo jurídico.
- DANIELS, A. (1987). Diffusion and emission of smoke from agricultural burning in Hawaii. *Water, Air and Soil Pollution*, v.34, p. 24-111.
- DELGADO, A.A. (1985). Os efeitos da queima dos canaviais. *STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos*, Piracicaba, v.3, n.6, jul-ago.
- DEMATTÊ, S.E.I. (1990). *Curso de produção de cana-de-açúcar*. Piracicaba, FEALQ. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- \_\_\_\_\_ (1993). *Manejo e conservação dos solos para cana-de-açúcar*. Piracicaba, FEALQ. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- DESIMONE, L. D. & POPOFF, F. (1997). Eco-efficiency: the business link to sustainable development. USA, MIT Press.
- DIÁRIO (1995). Médico faz alerta contra a bagaçose. *Jornal Diário Popular*, Piracicaba, 3 jul.

- DIAS, C.A.B. (1980). Perspectivas de tratamento do vinhoto com benefícios ambientais e econômicos. (1º parte). *Brasil Açucareiro*, v.3, p.169-177.
- DIEGUES, A.C.S. (1989). Desenvolvimento Sustentado, Gerenciamento Geoambiental e o de Recursos Naturais. *Cadernos FUNDAP*, ano 9, n.16, p. 33-45, jun.
- DIEGUES JR., M. (1954). *População e Açúcar do Brasil*. São Paulo, Comissão Nacional de Alimentação.
- ELLIOTT, J. A. (1994). *An Introduction to Sustainable Development: the developing world*. London & New York, Routledge.
- ELLIOT, E.T. & COLE,C.V. (1989). A perspective on agroecosystem science. *Ecology*, 70(6), p.1597-1602.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA (1997). *Emissão de gases de efeito estufa proveniente da queima da cana-de-açúcar*. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. (Relatório Técnico)
- FABIANO, J. C. (1988). Queima de bagaço em caldeiras: eliminação do material particulado. Meio Ambiente. *STAB – Açúcar, Álcool e Subprodutos*, v.6, n.6., p.15-18. Jul-ago.
- FAUSTO, B. (1996). *História do Brasil*. 4.ed. São Paulo, Edusp.
- FERNANDES, A.C. (1986). Comparação da produtividade da cana-de-açúcar por colheita mecanizada e manual. *STAB – Açúcar, Álcool e Subprodutos*. Piracicaba, Jul.
- FERREIRA, M. E. T. F. (1991). *Queimadas da cana de açúcar na região de Ribeirão Preto e implicações sobre a saúde da população: Aspectos agronômicos da queimada da cana-de-açúcar*. Relatório Técnico da palestra no Centro de Estudos Regionais, Universidade de São Paulo. 22 de out.
- FERREIRA, R. A R. (1998). *Certificação pela ISO série 14.000 e a eficácia na garantia de qualidade do meio ambiente*. São Carlos. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- FIALHO, F.A.P. et al. (1997). *Organizações, velhas metáforas e novas idéias*. <http://www.ctai.rct-sc.br/labiutil/neri1.html>. (14 Dez/1999).
- FILET, M. (1995). Análise de Capacidade de Suporte Ambiental: Um Estudo de Caso. In: TAUK, SM.T. et al. (orgs). *Análise Ambiental: Estratégias e Ações*.

- Centro de Estudos Ambientais (CEA)/ UNESP. São Paulo, T.A. Queiroz/ Fundação Salim Farah Maluf, p.73-76.
- FIORIO, P.R. (1998). *Avaliação cronológica do uso da terra e seu impacto no ambiente da microbacia hidrográfica do córrego do ceveiro da região de Piracicaba-SP*. Piracicaba. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- FISCHER, M.M. (1994). From conventional to knowledge-based geographic information systems. *Computer, Environment and Urban Systems*, v.18, n.4, p.233-242.
- FOLHA DE SÃO PAULO (1992). Queimadas perto de fios causam queda de energia. *Folha de São Paulo*, São Paulo, 11 de junho. p. 6-1. Caderno Folha Nordeste SP.
- \_\_\_\_\_ (1999). EUA banem agrotóxico aprovado no Brasil. *Folha de São Paulo*, São Paulo, 4 de agosto. Caderno Ciência..
- FOCHT, D.; MAULE, R. F.; SPAROVEK, R.B.M.; WEILL M.A.M.; SPAROVEK G. (1997). Perdas de nutrientes pela erosão nos sistemas de colheita com e sem queima prévia da cana-de-açúcar na região de Piracicaba (SP). In: 26º CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, Rio de Janeiro. *Anais*. Rio de Janeiro, R.J.
- FRANCO, A. R. (1992). *Efeitos da poluição provocada pela queima dos canaviais na região de Ribeirão Preto*. Sertãozinho, SP. Parecer Técnico da Promotoria de Justiça do Meio Ambiente. 11 de dez.
- \_\_\_\_\_ (1998). *Simpósio: Saúde e Meio Ambiente*. (fita cassete) Ribeirão Preto, Departamento de Clínica Médica da Faculdade de Medicina da USP de Ribeirão Preto. 28 de maio. 4 fitas cassetes
- FREIRE, R. & MARTINS, A. (1998). Proálcool em cheque. *Revista do Engenheiro..* Labograf Artes. Gráficas Edição. Set/out.
- FREITAS, G. R. (1987). Preparo do solo. In: Paranhos, S. B., coord. *Cana-de-açúcar: cultivo e utilização*. 1.ed. Campinas, Fundação Cargill. v.1, p.271-283.
- FRITZE, H.; PENNANEN, T.; PIETIKAINEN, J. (1993). Recovery of soil microbial biomass and activity from prescribed burning. *Canadian Journal of Forest Reserch*, v.23, n.7, jul.

- FUNDAÇÃO CARGILL (1995). *Aspectos de Manejo do solo*. Cargill. Apostila
- FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO (1984). *Sistema de Monitoria para o Proálcool - Projeto de monitoria de impacto ambiental*. Belo Horizonte, 106 pp.
- FUNDAÇÃO SEADE (1989). Agroindústria Paulista. *Coleção economia paulista*. v.3. São Paulo.
- FURLANI NETO, V. L.; MONTEIRO, U; RIPOLI, T. C. & NOGUEIRA, R. R. (1989). Comparative analysis between green cane and burned cane: raw matter quality, cane losses, crop residue and chopper harvest performance. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF LESCI, 20., São Paulo. *Anais*. 14p.
- FURLANI NETO, V. L. (1993a). *Colhedora de cana-de-açúcar (Saccharum spp): avaliação em canaviais com e sem queima prévia*. Piracicaba. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- \_\_\_\_\_ (1993b). *Curso de Produção de cana-de-açúcar*. Apostila de curso. FEALQ - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- \_\_\_\_\_ (1994). Colheita mecaniza da cana-de-açúcar. *STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos*, v.12, n.13. p.8-9, jan/fev.
- \_\_\_\_\_ (1985). Formas de cultivo de cana-soca. *STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos*. Piracicaba-SP. Jul.
- \_\_\_\_\_ (1977). Ensaio com colhedoras de cana-de-açúcar. *Brasil Açucareiro*.
- GANZELI, J.P. (1995). Aspectos Ambientais do Planejamento dos Recursos Hídricos : a Bacia do rio Piracicaba. In: Tauk-Tornisielo, S.M.; Gobbi, N.; Fowler, H.G., org. *Análise Ambiental: uma visão multidisciplinar*. 2.ed.. São Paulo, UNESP.p.134-140.
- GLOBO, R. T. (1999). Crianças e adolescente no corte manual de cana-de-açúcar. Notícia do Jornal Nacional da Rede Globo de TV. 30/10/1999.
- GLOEDEN, E. (1994). *Monitoramento da qualidade da água das zonas não saturada e saturada em área de fertirrigação com vinhaça*. São Paulo. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Recursos Minerais e Hidrogeologia, Universidade de São Paulo.

- GLÓRIA, N.A. (1977). *Aproveitamento de resíduos agroindustriais*. Piracicaba. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- GLÓRIA, N.A & ORLANDO FILHO, J. (1984). Aplicação de vinhaça: Um resumo e discussões sobre o que foi pesquisado. (Parte 1). *Álcool e Açúcar*, São Paulo, v.4, n.14, p.24-35.
- \_\_\_\_\_ (1984) Aplicação de vinhaça: Um resumo e discussões sobre o que foi pesquisado. (Parte 2). *Álcool e Açúcar*, São Paulo, v.4, n.15, p. 22-27.
- \_\_\_\_\_ (1984). Aplicação de vinhaça: Um resumo e discussões sobre o que foi pesquisado. (Parte 3). *Álcool e Açúcar*, São Paulo, v.4, n.15, p. 32-39.
- GOLDSMITH, E. (1995). *O Desafio ecológico*. Portugal, Instituto Piaget.
- GOMES, M.A.F *et al.* (1997). Impacto da agricultura intensiva de cana-de-açúcar sobre as propriedades do solo e da água subterrânea: estudo de caso em Ribeirão Preto-SP. In: IV ENCONTRO ANUAL DA SEÇÃO BRASILEIRA DA INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR IMPACT ASSESSMENT, Belo Horizonte. *Anais*. p.383-387.
- GOMIDE, M. B. (1993). *Potencialidade alelopática dos restos culturais de dois cultivares de cana-de-açúcar (Saccharum sp.) no controle de algumas plantas daninhas*. Piracicaba. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- GOULART, M. P. (1991). *Queimadas da cana de açúcar na região de Ribeirão Preto e implicações sobre a saúde da população: Aspectos jurídicos da queimada da cana-de-açúcar*. /Trabalho Técnico do Centro de Estudos Regionais, Universidade de São Paulo/
- \_\_\_\_\_ (1997). Legislação Ambiental e Queimada de Cana. II Semana da cana-de-açúcar de Piracicaba. In: A CANA-DE-AÇÚCAR NO CONTEXTO ATUAL: ASPECTOS TÉCNICOS, ECONÔMICOS E AMBIENTAIS, Piracicaba. *Anais*. Leila Luci Dinardo-Miranda & Raffaella Rosseto. p.61-66.
- \_\_\_\_\_ (1998). *Ministério Público e Democracia: teoria e praxis*. Leme, Editora de Direito.

- \_\_\_\_\_ (2000). Transcrição de comunicação oral de entrevista realizada no Ministério Público. 29 de maio. Ribeirão Preto, SP.
- GRAZIANO NETO, F. (1982). *Questão Agrária e Ecologia: crítica da moderna agricultura*. São Paulo, Brasiliense. Primeiros vôos.
- GUIMARÃES, E.; DEGASPARI, I.; GURGEL, M. A. (1975). Estudos da profundidade de plantio para cana-de-açúcar. In: III SEMINÁRIO COPERSUCAR DA AGROINDÚSTRIA AÇUCAREIRA, Águas de Lindóia, SP. *Anais*.
- GUIVANT, J.S. (1998). A agricultura sustentável na perspectiva das ciências sociais. In: VIOLA, E. J.; LEIS, H.R.; SCHERER-WARREN, I.; GUIAVANT, J.S.; VIEIRA, P.F.; KRISCKE, P.J. *Meio Ambiente, Desenvolvimento e Cidadania: desafios para as Ciências Sociais* 2.ed. São Paulo, Cortez. Cap. 3, p.99-133.
- HASSUDA, S. (1989). *Impactos da infiltração da vinhaça de cana no aquífero Bauru*. São Paulo. 92 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo.
- HESPANHOL, I. (1979). Efeitos ambientais do programa nacional do álcool. /Apresentado ao Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental., Manaus, p.22-41/
- HIDRON ENGENHARIA S/C LTDA (1998). *Relatório Ambiental Preliminar da Virálcool Açúcar e Alcool LTDA*. Unidade Industrial de Processamento de cana-de-açúcar. Secretaria do Estado do Meio Ambiente. Coordenadoria de Planejamento Ambiental. Pitangueiras, SP.
- HIRATA, R.C.A *et al.* (1991). Groundwater pollution risk and vulnerability map of the state of São Paulo, Brazil. *Water Science and Technology*, v.24, n.11, p.159-169.
- HOGAN, D. J. (1996). Desenvolvimento Sustentável na Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba: Limites e Possibilidades. In: FERREIRA & VIOLA (1996). *Incertezas de Sustentabilidade na Globalização*. Campinas, Editora da UNICAMP. Cap. VI, p.161-176.
- HORII, J. (1998). *Tecnologia do álcool etílico*. Departamento de Tecnologia de Açúcar e Alcool. Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. Notas de aula.

- INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS - IAC (1994). *Estudo de Caso: Destilarias de álcool e usinas de açúcar*. Campinas, Documentos Técnicos IAC, n.49.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE (2000). [www.gov.br](http://www.gov.br). Site obtido em 28/03/2000.
- IPCC (1995). *Climate Change 1994: Radiative forcing of climate change*. Cambridge, Cambridge University Press. 339p.
- JACOBS, M. (1991). *The green economy: environment, sustainable development and the politics of the future*. Londres, Pluto Press.
- JARDIM, S.S. (1996a). O sinal está verde para o crescimento sustentável dos negócios. *Revista ABNT*, n.2, ano.1, p.16. out-dez.
- \_\_\_\_\_ (1996b). Empresas responsáveis. *Revista ABNT*, n.2, ano.1, p.18-20. out-dez.
- \_\_\_\_\_ (1997). Certificação, a outra face da ABNT. *Revista ABNT*, v.2, n.3, p.14-19. mar.
- JORNAL DE PIRACICABA (1995a). Grupo de 48 cortadores denuncia maus-tratos. *Jornal de Piracicaba*, Piracicaba, 25 de ago.
- \_\_\_\_\_ (1995b). Vigilância interdita alojamento. *Jornal de Piracicaba*, Piracicaba, 30 de ago.
- \_\_\_\_\_ (1995c). Grupo Costa Pinto fecha Usina Santa Bárbara. *Jornal de Piracicaba*, Piracicaba. 05 dez. Caderno Economia
- KADAM, R. S. & JADHAV, S. B. (s/d). *Sugar cane trash as a source of energy*. Vasantdada Sugar Institute (VSI), Manjari (Bk.). Pune, Maharashtra, Índia.
- KIRCHHOFF, V. W. J. H. (1988). Geoquímica da média e baixa atmosfera: impactos ambientais por deterioração da camada de ozônio. *Geochimica Brasiliensis*, v.1, n.2, p.41-52.
- \_\_\_\_\_ (1991). *As queimadas da cana*. Transtec Editorial.
- KIRCHHOFF, V. W. J. H. & SAHAI, Y. (1985). Medidas de ozônio a bordo do avião Bandeirante do Inpe. *Revista Brasileira de Geofísica*, v.4, p.21-26.
- KIRCHHOFF, V. W. J. H.; MARINHO, E. V. A.; DIAS, P. L. S., PEREIRA, E. B., CALHEIROS R., ANDRÉ, R. VOLPE, C. (1990). Enhancements of CO and O<sub>3</sub>



- from Burnings in Sugar Cane Fields. *Journal of Atmospheric Chemistr*, 12, p. 87-102. Kluwer Academic Publishers.
- KLISKEY, A.D. (1995). The role and funtionality of GIS as a planning tool in Natural-Resource Management. *Computer, Environment and Urban Systems*. v.19, n.1, p.15-22.
- KLOSTERMAN, R.E. (1995). The appropriateness of geographic information systems for regional planning in the developing world. *Computer, Environment and Urban Systems*, v.19, n.1, p.1-13.
- KUNZ, P. R.; Santos, H. N. G.; Atti, R. J. (1993). Efeito do tipo de atividade e equipamento de pulverização sobre a exposição dermal dos trabalhadores na aplicação de herbicidas na cultura da cana-de-açúcar (*S. officinarum* L.). *STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos*, v.12, n.2. nov-dez.
- LARA, L.B.L.S.; ARTAXO, P.; MARTINELLI, L.A.; VICTORIA, R.L.; CAMARGO, P.B.; KRUSCHE, A.; AYERS, G., FERRAZ, E.S.B. (no prelo). Chemical Composition of Rainwater and Anthropogenic Influences in the Piracicaba River Basin, Southeast Brazil. *Atmospheric Environment*
- LAURE, C. J. (1991). Efeitos de queimadas sobre a atmosfera: produção de gases nocivos. In: WORKSHOP "QUEIMA DA CANA", São José dos Campos, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. *Anais*. p.27-28 .
- LEAL, J.R.; Amaral Sobrinho, N.M.B.; Velloso, A.C.X. & Rossiello, R.O.P. (1983). Potencial Redox e pH: Variações em um solo tratado com vinhaça. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 7, p.257-261.
- LEPSCH, I.F.; BELLINAZZI, Jr.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C.R. (1983). *Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso*. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - SBCS.
- LIMA, J. M. J. C. (1995). *Alterações de propriedades de solos cultivados com cana-de-açúcar*. Piracicaba. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agronomia "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- LIVIGSTON, M.L. (1995). Desingning Water Institutions: Market Failures and Institucional Response. *Water Resources Management*, v.9, p.203-220.

- LORENZETTI, J.M. & FREITAS, P.G.R. (1978). Aplicação de vinhaça por aspersão. São Paulo. *Saccharum*, v.1, n.2, p.16-22.
- MACEDO, R.K. (1995). Equívocos e propostas para a avaliação ambiental. In: TAUKE, S.M. (org.) *Análise Ambiental: Uma Visão multidisciplinar*. 2.ed. São Paulo, Editora da Universidade Estadual Paulista. Cap. 2, p.33-44.
- MACEDO, N. & BOTELHO, P. S. M. (1995). Leguminosas em rotação com cana-de-açúcar e o controle de térmitas. *STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos*, v.13, n.6. Jul-ago.
- MACHADO, E.C. (1987). *Fisiologia da produção da cana-de-açúcar*. Fundação Cargill.
- MACHADO, P.A.L.. (1993). *Direito Ambiental Brasileiro*. São Paulo, Malheiros.
- MAGALHÃES, E.E. de (1994). *A Questão Ambiental*. Nov.
- MAGNANI, M. (2000). *Abordagem integrada de aspectos conceituais relacionados à adequação ambiental em manufatura*. São Carlos. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- MAGRO, J. A. (1998). Sistema cana crua: perspectiva de viabilidade. In: SEMANA DA CANA-DE-AÇÚCAR DE PIRACICABA, 3., Piracicaba. *Anais*.
- MANÇO, J. C. (1992). *Os efeitos da poluição provocada pela queimada dos canaviais na saúde humana*. Parecer Técnico. Promotoria de Justiça do Meio Ambiente. Comarca de Ribeirão Preto. 07 de dez.
- \_\_\_\_\_ (1996). *Doenças respiratórias e queimadas da cana-de-açúcar. II Promotoria de Justiça do Meio Ambiente*. Parecer Técnico. Ofício de Matão, SP. 21 de ago.
- MARANHÃES, M. S.; FERNANDES, M. S.; LIMA, E. (1996). Efeito dos sistemas de colheita de cana, crua e queimada, e doses de fósforo sobre a fertilidade dos solos. *Stab Açúcar, Álcool e Subprodutos*, v.15, n.1. Set-Out.
- MARINHO, E. V. A. (1991). *Projeto fogo*. *Journal of atmospheric chemistry*, 12, p.87-102.
- MCKINNEY, D.C. et al. (1993). Expert Geographic Information System for Texas Water Planning. *Journal of Water Resource Planning and Management*, v.119, n.2, p.170-183.

- MELLO, R. (1997). *Custos ambientais de agroecossistemas da cana de açúcar*. São Carlos. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- MERICO, Luiz Fernando K. (1996). *Introdução à economia ecológica*. Editora da FURB.
- MIALHE, E.G; (1974). *Manual de Mecanização Agrícola*. São Paulo, Agronômica Ceres.
- MILARÉ, E. (1998). Estudo Prévio de Impacto Ambiental no Brasil. In: MÜLLER-PLANTENBERG & AB’SABER, orgs. *Previsão de Imaptcos*. 2.ed. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo.
- MIRANDA, E.D; PIEROZZI Jr., I.; MANTOVANI, L.E; TAKEDA, A.M.; MATTOS, C.; MANGABEIRA, J.A. de C.; FILARDI, A.L (1993). *O impacto ambiental das queimadas da palha de cana-de-açúcar*. Ministério da Agricultura, Abastecimento e Reforma Agrária. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Núcleo de Monitoramento Ambiental e de Recursos Naturais por Stélites – NMA. Campinas. Parecer Técnico-Científico.
- MOLINA JR., W. (1999). Cana-de-açúcar: Palha para gerar eletricidade. In: NOLASCO, A. F. *TERRAMERICA. Caderno Jornal de Piracicaba*. Ano 4, n.8. p.11. Jan.
- MONTOLAR-SPAROVECK, R.B.; MAULE, R.F.; FOCHT D.; WEILL, M.A.M.; SPAROVECK, G. (1997). Ciclagem de nutrientes em cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) no sistema de colheita com e sem queima prévia numa microbacia hidrográfica de Piracicaba-SP. In: 26º CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, Rio de Janeiro. *Anais*.
- MORAES, A.C.R. (1997) *Meio Ambiente e Ciências Humanas*. São Paulo, Hucitec.
- MOREIRA, I.V.D. (1992). Origem e síntese dos principais métodos de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA). *MAIA, 1.ed., PIAB, abril*.
- MORENO, J. (2000). *Organização e dinâmicas das condições ambientais e urbanas face a uma nova ordem econômica: a Bacia do Piracicaba e o “Mercosul”*. São Carlos. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

- MUZILLI, O. (1985). Plantio direto: viabilidade e perspectivas. Aspectos de manejo do solo. Fundação Cargill. Apresentado ao 1º Encontro do Uso da Terra na região do Vale do Paranapanema.
- \_\_\_\_\_ (1998). O Manejo sustentável do Solo. *Ação Ambiental*, ano I, n.2, out/nov. p.16-19.
- NEVES, M.C.P.; LIMA, I.T.; DOBEREINER, J. (1983). Efeito da vinhaça sobre a microflora do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 7, p.131-136.
- NEWMAN R.H. (1986). Fine biogenic silica fibers in sugarcane: a possible hazard. *Ann Occup Hyg* 30:365-370 In NIOSH – Sinks, T.H.; Hartle, R.W.; Boeniger, M.F.; Mannino, D.M. (1993). *Health Hazard Evaluation Report*. Puunene and Honakaa, Hawaii. August, Heta 88-119-2345.
- NICOLELLA, G.; CONCEIÇÃO, M.; SANTOS, R.D.; DRUCK, S. (1997). 26<sup>o</sup> CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO. Rio de Janeiro. *Anais*
- NIOSH – SINKS, T.H.; HARTLE, R.W.; BOENIGER, M.F.; MANNINO, D.M. (1993). *Health Hazard Evaluation Report*. Puunene and Honakaa, Hawaii. August.
- NUNES JR., A. D.; PINTO, R. S. de A.; KIL, R. A. (2000). *Indicadores de Desempenho da Agroindústria Canavieira*. Ribeirão Preto, SP, IDEA.
- ODUM, E.P. (1993). *Basic Ecology*. CBS College Publishing.
- OLIVEIRA, E.A. et al. (1991). *Norma Técnica sobre o "Emprego de Fogo na Colheita da Cana-de-açúcar"*. Resolução SAA/SMA de 23/07/91. Ed. CETESB. São Paulo, SP. Relatório Técnico.
- OLIVEIRA M. C. N. (1996). *Avaliação de compostos orgânicos provenientes da queima de palha de cana-de-açúcar em Araraquara e comparação com medidas efetuadas em São Paulo e em Cubatão: Resultados parciais*. CETESB. São Paulo. Trabalho Técnico CETESB. Diretoria de Engenharia Ambiental. Departamento de Qualidade Ambiental. Divisão de Qualidade do Ar. Setor de Amostragem e Análise do Ar.
- OLIVEIRA, M.E. (1994). Efeitos do fogo sobre o solo. *Floresta e Ambiente*, v.1.
- OLIVEIRA, O. C. de; URQUIAGA, S.S.; BODDEY, R.M. (1994). Burning cane: The long-term effects. *Sugar Cane*, n. 2.

- OLIVEIRA, J. E. D. & OLIVEIRA M. H. S. D. (1981). "*Boias-frias*": *uma realidade brasileira*. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq. Academia de Ciências do Estado de São Paulo. Publicação ACIESP n. 30. Ed. Oliveira & Oliveira. Impressão D'AG LTDA.
- OMETTO, A.R. (1997). *Certificação ambiental do setor sucroalcooleiro: uma discussão inicial*. São Carlos. Monografia (Trabalho de Graduação) - Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos.
- OMETTO, A. R.; SANTOS, M.B.; CATTONY, E.B.M.; JESUS, A. (1999). Avaliação dos impactos ambientais do setor sucroalcooleiro por meio dos métodos: Matriz e Redes de Interação. In: 4º SIMPÓSIO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS DOS PAÍSES DE LÍNGUA OFICIAL PORTUGUESA. Coimbra, Portugal. *Anais*
- OMETTO, D. A. (2000). Transcrição de entrevista com o professor titular sobre Preparo e Conservação do solo. 20 de julho. ESALQ, USP, Piracicaba.
- OMETTO, J.G.S. (1985). A demanda energética e a produção de álcool no Brasil. *STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos*, Piracicaba, Jul.
- OMETTO, D. A. & RÍPOLI, T.C. (1997). Alguns aspectos da mecanização da cana-de-açúcar no Brasil. In CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, MADRI, Espanha. *Resumos*.
- ORLANDO FILHO, J.; ZAMBELLO J. E.; AGUJARO, R. (1983). Efeito da ação prolongada da vinhaça nas propriedades químicas dos solos com cana-de-açúcar. Estudo Exploratório. *STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos*, 1 (6), p.28-33. Junho/agosto.
- ORPLANA (1997). *Queimada do Bom Senso*. Informativo ORPLANA. Ano IV, n. 09. Set.
- PAES, L. A. D. (1996). Laudo Técnico da ação civil pública 395/95. Ministério Público. Usina Catanduva S/A e outros.
- PARANHOS, S.B. coord. (1987). *Cana-de-açúcar: cultivo e utilização*. Campinas, Fundação Cargill. v.1 e v.2.
- PARAZZI, C. & BOLSANELLO, J. (1979). Estudos preliminares da deterioração da cana de açúcar na região de Campos. In: 1º CONGRESSO NACIONAL DA STAB, Maceió, Al.. *Anais*. 11p.

- PAULA JÚNIOR, D.R. de. (1995). Impacto Ambiental da Agroindústria: Tecnologias para Controle de Resíduos. In: TAUKE-TORNISIELO, S. M.; GOBBI, N.; FORESTI, C.; LIMA, S. T., org. *Análise Ambiental: estratégias e ações*. São Paulo, Fundação Salim Farah Maluf. p.248-252.
- PEREIRA, M. H. (1997). "A Segunda revolução verde". *O meio ambiente e o plantio direto*. Brasília, Saturnino & Landers. Embrapa – SPI.
- PESSOA, M.C.P.Y et al. (1997). *Principais Modelos e Simuladores utilizados para Análise de Impactos Ambientais das Atividades Agrícolas*. Jaguariuna, EMBRAPA- CNPMA. 83 p.
- PILLET, G. (1993). *Economia Ecológica: Introdução à economia do ambiente e recursos naturais*. Portugal, Instituto Piaget.
- PINAZZA, A.H.; Carvalho, L.C.; Oliveira Neto, G.R (1980). *Algumas projeções tecnológicas e organizacionais do Proálcool*. *Energia: fontes alternativas*, 2(7), p.18-26. São Paulo, SP.
- PINHEIRO, N.L. (1995) Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. In: TAUKE, S.M.T. et al. (orgs). *Análise Ambiental: Estratégias e Ações*. São Paulo, Centro de Estudos Ambientais (CEA)/UNESP. T.A. Queiroz/Fundação Salim Farah Maluf, p.18-21.
- PINTO, L.F.G. & PRADA, L. S. (2000). Certificação socioambiental da cana-de-açúcar. In: FERRAZ, J.M.G. et al. (org.) *Certificação Socioambiental do setor sucroalcooleiro*. São Paulo, Embrapa Meio Ambiente. Cap.1.
- PNDU (1990). *Manual de los derivados de la caña de azucar*. 2.ed. Cuba, GEPLACEA. Instituto Cubano de Investigaciones de los derivados de la caña de azucar.
- PRADO, R. B. (1999). *Metodologia para determinação da influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água: estudo no Médio Rio Pardo (período de 1985 a 1997)*. São Carlos. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- PRADO JR., C. (1976). *História econômica do Brasil*. Brasiliense.
- PROJEC: PROJETOS E CONSULTORIA SC/LTDA (1997). *Relatório Ambiental Preliminar da IEPÊ Agroindustrial de Açúcar e Alcool Ltda*. Araçatuba, SP.

- Secretaria do Estado do Meio Ambiente. Coordenadoria de Planejamento Ambiental.
- \_\_\_\_\_ (1997). *Relatório Ambiental Preliminar de Santa Rita de Cássia LTDA*. Secretaria do Estado do Meio Ambiente. Coordenadoria de Planejamento Ambiental
- \_\_\_\_\_ (1997). *Relatório Ambiental Preliminar da Everest Agroindustrial LTDA*. Secretaria do Estado do Meio Ambiente. Coordenadoria de Planejamento Ambiental. Penápolis, SP.
- RAMELA, N.A. (1997). *Relatório Ambiental Preliminar: Agroindústria Dourada Ltda. de Sebatianópolis do Sul /SP*. Secretaria do Estado do Meio Ambiente. Coordenadoria de Planejamento Ambiental. Setembro.
- RAMOS, P. (1999). *Agroindústria canavieira e propriedade fundiária no Brasil*. São Paulo, Hucitec. Economia e Planejamento. Teses e Pesquisas.
- REBOUÇAS, A.C.; BATISTA, R.P.; HASSUDA, S.; CUNHA, R.C.A.; POPPE, L.P. (1986). Efeitos da infiltração de vinhoto de cana no aquífero Bauru - Resultados preliminares. *SPAM*, 17, p.184-193.
- REEXAME DA MATRIZ ENERGÉTICA NACIONAL (1991). Documentos Técnicos. Abril.
- RESCK, D. V. S. (1997). O plantio direto como alternativa de sistema de manejo e conservação do solo e da água na região dos cerrados. In: 26º CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, Rio de Janeiro. *Anais*
- RESCK, D. V. S. & GOMES, J. F. M. (1997). Planejamento agropecuário ao nível de microbacias hidrográficas na região do Cerrado. In: Estratégias de utilização. *Anais*. Planaltina, EMBRAPA-CPAC. p.198-222.
- REZENDE, J. de O. (1979). *Conseqüências da aplicação de vinhaça sobre algumas propriedades físicas de um solo aluvial (estudo de caso)*. Piracicaba. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- RÍPOLI, T.C. & PARANHOS, S.B. (1987). Sistemas de Colheita. In: FUNDAÇÃO CARGILL. *Cana-de-açúcar, cultivo e utilização*. v. 2. Cap. 5, p. 583.
- RÍPOLI, T. C. & VILLANOVA, N. A. (1992). Colheita mecanizada da cana-de-açúcar: novos desafios. *STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos*, v.11, n.1. set/out.

- RÍPOLI, T.C.; MIALHE, L.G; BRITO, J.O. (1990). Queima do canavial: o desperdício não mais admissível. *Açúcar e Alcool. Economia e Produtividade*. v.10, n.54, p.18-22. Jul/ago.
- RIPOLI, T. C.; STUPIELLO, J. P.; CARUSO, J. G. B.; ZOTELLI H.; AMARAL, J. R. (1996). Efeito da queima na exsudação dos colmos: resultados preliminares. Resumo. *STAB Açúcar, Alcool e Subprodutos*, v. 15, n.1, set/out.
- RODRIGUES, G.S. (1998). *Avaliação de impactos ambientais em projetos de pesquisa e desenvolvimento tecnológico agropecuário: fundamentos, princípios e introdução metodológica*. Jaguariúna, EMBRAPA, CNPMA. 66p.
- ROLIM, J. C. (1993): *Instalação da cultura e sistemas de produção*. In: Curso de produção de cana-de-açúcar. Piracicaba. FEALQ, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- ROMEIRO, A. R.; REYDON, B. P.; LEONARDI, M.L.A. (1997). *Economia do meio ambiente: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais*. Campinas, Embrapa, Instituto de Economia, UNICAMP.
- ROSA, P. J. S. (1995). *Boletim de Ocorrência n°003006/95*. Piracicaba, Secretaria de Estado dos negócios da segurança pública. Polícia civil do Estado de São Paulo. Emitido em 06/05.
- ROSSI Neto, A. & ZANCUN, A. (1992). *Ações de controle da queima de palha de cana*. Centro de Estudos Regionais. Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, SP. Trabalho Técnico.
- ROZEFF, N. (1995a). Biomassa y quema de la caña de azúcar: Un esquema empírico para el Valle del Bajo Río Grande de Tejas. *International Sugar Journal*, v..97, n. 1156S.
- \_\_\_\_\_ (1995b). Harvest comparisons of green and burned sugarcane in Texas. *International Sugar Journal*, v.97, p.501-5016.
- RUDORFF et al. (1996). Growth, Radiation Use Efficiency and Canopy Reflectance of Wheat and Corn Grown under Elevated Ozone and Carbon Dioxide Atmospheres. *Remote Sens. Environ.*, 55, p.163-173.
- RÜEGG, E. F.; PUGA, F. R. ; SOUZA, M. C. M. de; ÚNGARO, M. T. S.; FERREIRA, M. da S.; YOKOMIZO, Y; ALMEIDA, W. F. (1991). *Impacto dos*



- Agrotóxicos sobre o ambiente, a saúde e a sociedade*. 2. ed. São Paulo, Ícone. Coleção Brasil Agrícola.
- SACHS, I. (1993). *Estratégias de Transição para o século XXI*. São Paulo, Studio Nobel. Fundap..
- SAFFIOTI, W. (1985). O desperdício da energia na queima dos canaviais. *Revista Pau Brasil*, n.9, ano II, p.41-45. nov/dez.
- SALATA, J. C. (1997). Culturas alternativas em áreas de reforma de cana-de-açúcar: adubo verde e amendoim. In: II SEMANA DA CANA-DEAÇÚCAR DE PIRACICABA: A CANA-DE-AÇÚCAR NO CONTEXTO ATUAL: ASPECTOS TÉCNICOS, ECONÔMICOS E AMBIENTAIS, Piracicaba. *Anais*. p.73.
- SALLES, L. (1993). *Elementos para o planejamento ambiental do complexo agroindustrial sucroalcooleiro no estado de São Paulo: conceitos, aspectos e métodos*. São Carlos. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- SALVADOR, N. N. B. (1990). *Avaliação de impactos sobre a qualidade dos recursos hídricos*. São Carlos. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- SÁNCHEZ, L. E. (1993). Os Papéis da Avaliação de Impacto Ambiental. In: Sánches, L.E. (org). *Avaliação de Impacto Ambiental: Situação Atual e Perspectivas*. São Paulo, EPUSP. p. 15-33.
- SANTOS, M. H. C. (1986). *Política e políticas de uma energia alternativa: o caso do Proálcool*. Rio de Janeiro, Anpocs Notrya.
- SANTOS M. dos (2000). Seminário: *Álcool: o combustível do novo milênio?* São Paulo, 20 mar.
- SÃO PAULO (Estado). Leis etc. Decreto nº 8.468 de 8 de setembro de 1976. Aprova o Regulamento da Lei 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a Prevenção e o Controle da Poluição do Meio Ambiente. *Legislação Estadual – Controle de Poluição Ambiental do Estado de São Paulo*, São Paulo, CETESB, Série Documentos / Secretaria do Meio Ambiente.
- SÃO PAULO (ESTADO) (1994). SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. *Bacia do Rio Piracicaba: estabelecimento de metas ambientais e reenquadramento*

- dos corpos d'água*. Governo do Estado de São Paulo. Coordenadoria de Planejamento Ambiental. Séries Relatórios. Set.
- SCOPINHO, R. A. (1995). *Pedagogia empresarial de controle e saúde do trabalhador: o caso de uma usina-destilataria da região de Ribeirão Preto*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos.
- SHAFER, S. R.; HEAGLE, S. R.; CAMBERATO, D. M. (1987) *Effects of chronic doses of ozone in field-grown loblolly pine: seedling responses in the first year*. *Journal Air Pollut. Contr. Assoc.*, 37, p.1179-1184.
- SHI, T. M. (1997). Vias aéreas inferiores e a poluição. *Jornal de Pediatria*, Rio de Janeiro, v.73, n.3, p.166-170.
- SILVA, A. P. (2000). Fogo em canal atrapalha trânsito. *Jornal de Piracicaba*, Piracicaba, SP, 29 de jul. p. A-4.
- SILVA, J.G. da (1995). *Agropecuária e Agroindústria no Brasil: ajuste, situação atual e perspectivas*. Campinas, ABRA.
- SILVA, M. A. de M. (1999). *Errantes do fim do século*. São Paulo, Universidade Estadual de São Paulo, UNESP.
- SILVA, M.R.S. (1998). *Simpósio: Saúde e Meio Ambiente*. (fita Cassete) Ribeirão Preto. Departamento de Clínica Médica da Faculdade de Medicina da USP. 28 de maio. 4 fitas cassetes
- SILVEIRA, E. da (1997). O fogo da discórdia. *Jornal Polêmica. Jornal da UNESP*, n.118. out.
- SOARES, G.C.; BALBO, L.; PINTO, A.R. (1994). Colheita mecânica de cana-picada. *STAB- Açúcar, Alcool e Subproduto*, v.12, n.13, p.18-20. jan/fev.
- SOPRAL, S.P. (1992). *Observações a respeito da cana*. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- SOUZA, M.P. (1993). *Metodologia de Cobrança sobre os Usos da Água e sua aplicação como Instrumento de Gestão*. São Paulo. Tese (Doutorado) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo.
- \_\_\_\_\_ (1995). A cobrança e a água como bem comum. *RBE-Caderno de Recursos Hídricos*, v.13, n.1, p.25-55. jun.
- \_\_\_\_\_ (1996). *Texto de apoio às aulas para o curso de graduação de arquitetura e urbanismo da EESC-USP*. São Carlos. (Mimeografado)

- 
- \_\_\_\_\_ (1998). *Impactos ambientais e recursos hídricos*. São Carlos. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. Notas de aula.
- \_\_\_\_\_ (2000). *Instrumentos de Gestão Ambiental: Fundamentos e Prática*. São Carlos, Riani Costa.
- SOUZA, J. S. (2000a). *Uma avaliação das formas de comercialização da energia cogenerada pelo setor sucroalcooleiro*. Piracicaba. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Economia Aplicada, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- \_\_\_\_\_ (2000b). O setor sucroalcooleiro e a cogeração. *Gazeta Mercantil. Interior paulista. Opinião*. p. 2. 25 de maio.
- SPAROVEK, G. & LEPSCH, I. F. (1995). Diagnóstico de uso e aptidão das terras agrícolas de Piracicaba. In: Tauk-Tornisielo *et al.*, org, (1995). *Análise Ambiental: estratégias e ações*. 1.ed. São Paulo, T. A. Queiroz. Fundação Salim Sarah Maluf. p.273-279.
- STAPIELLO, S.P. (1987). *A cana-de-açúcar como matéria-prima*. Fundação Cargill.
- STAR, J.; Estes, J. (1990) *Geographic Information Systems - an introduction*. Prentice Hall, California-EUA, p.302.
- SZMRECSÁNYI, T. (1994). Tecnologia e degradação ambiental: O caso da Agroindústria canavieira no Estado de São Paulo. *Informações Econômicas*, v.24, n.10, p.73-81.
- T. ALVES ENGENHARIA AMBIENTAL (s.d.). *Relatório Ambiental Preliminar da Destilaria Andrade SA: Unidade II*. Secretaria do Estado do Meio Ambiente. Coordenadoria de Planejamento Ambiental. Colina, SP.
- TIBÉRIO, P. A. (2000). Foto: A queimada de cana na margem da rodovia que liga Piracicaba a Rio das Pedras chegou a paralisar o trânsito na tarde de ontem. *Jornal de Piracicaba*, Piracicaba, 29 jul. p. A-1.
- TIETENBERG, T.H. (1994). Administrando a transição para um desenvolvimento sustentável: o papel dos incentivos econômicos. In. MAY, P. H.; MOTTA, R. S. DA (orgs.). *Valorando a Natureza. Análise Econômica para o Desenvolvimento Sustentável*. Campus. p.93-109.
-

- TOLBA, M. K. (1982). *Development without destruction: involving environmental perceptions*. Tycooly International Publishing LTD, Dubli, Ireland.
- TOMMASI, L. R. (1994). *Estudo de Impacto Ambiental*. São Paulo, Terragraph.
- TORNISIELO, L. V. & SPIRONELO, W. R. (1979). *Influência dos efluentes de usinas açucareiras em algumas características do Ribeirão Cachoeira (Piracicaba, SP)*. Rio Claro. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso de Ecologia) - UNESP, SP. Novembro.
- TRAPÉ, A. Z. et al. (1984). Projeto de vigilância epidemiológica em ecotoxicologia de pesticidas: abordagem preliminar. *Rev. Brasil Saude Ocupacional*, 12 (47), p.12-20.
- UNICA (2000). Informação UNICA. *Boletim Informativo da União da Agroindústria Canavieira de São Paulo*. Assessoria de Comunicação, ano 3, n.33, p.4-5. Jun.
- UNICA (2000b). *Energia da Biomassa*. Informação UNICA. Boletim especial n.8. ano 3. n. 34. Jul. p.4-5.
- UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION - UNIDO (1997). *Towards a cleaner and mores profitable sugar industry*. Austria, Marcia Hill. v.1 e 2.
- UPTON, C. & BASS, S. (1996). *The Forest Certification Handbook*. Florida, Lucie Press. 218p.
- URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M.; LIMA,E.; OLIVEIRA, O.C.; LIRA, L. & DÓBEREINER, J. (1989). Balanço de nitrogênio em cana de açúcar em condições de campo. Efeito da queima e aplicações de vinhaça e nitrogênio. In: CONGRESSO BRASILEIRO de CIÊNCIA do SOLO, 22., Recife. *Resumos*. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p.101.
- URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M.; LIMA,E.; OLIVEIRA, O.C. & GUIMARÃES, D.H.V. (1991). *A importância de não queimar a palha na cultura da cana-de-açúcar*. Seropédia, EMBRAPA-CNPAB. Comunicado Técnico, n.5.
- URQUIAGA, S.; RESENDE, A.S.; GONDIM, A.; ALVES, B.J.R. & BODDEY, R.M. (1996). Efeito das aplicações de vinhaça, adubo nitrogenado e da queima no rendimento da cana-de-açúcar. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE

- CIÊNCIA DO SOLO, 13. Águas de Lindóia, SP. *Resumos expandidos* CD-ROM, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.
- USINA COSTA PINTO (2000). *Fluxograma Simplificado*. Informativo Técnico Industrial.
- VALARINI, P.J.; FRIGHETTO, R.T.S.; TOKESHI, H.; MENDES, M.D.L.; FELIPE, A. (1997). Impacto do manejo agrícola sobre a microbiota do solo. In: 26º CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, Rio de Janeiro. *Anais*.
- VALSECHI, O. (1951). *A queima da cana-de-açúcar e suas conseqüências*. Piracicaba. Tese (Livre Docência) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- VEIGA FILHO et al. (1994). Análise da mecanização do corte da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo. *Informações Econômicas*, São Paulo, v.24, n. 10, p.46. Out.
- VIAN, Carlos Eduardo de Freitas. (1997). *Expansão e diversificação do complexo agroindustrial sucroalcooleiro no Centro-Sul do Brasil: 1980-1996*. São Carlos. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos.
- VICTORIA, R. F. (1993). *Controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. Curso de produção de cana-de-açúcar*. Piracicaba, SP. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- VIEIRA, P.F. (1998). Meio Ambiente, Desenvolvimento e Planejamento. In: Viola, E. et al. *Meio Ambiente, Desenvolvimento e Cidadania: Desafios para as Ciências Sociais*. 2.ed.. São Paulo, Cortez/Editora da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).
- VISCONTI, A.E.S. & OSTROVSKI, C.M. (1981). Visão atual da problemática do vinhoto e como superá-la. *Brasil Açucareiro*, 6, p.57-65.
- VOGTMANN & WAGNER (1987). *Agricultura ecológica: teoria & prática*. Porto Alegre, Mercado Aberto.
- WHALEN, S.A.(1991). Cane burning: environmental and health impacts. *Journal series of the Experiment Station*. Paper 669. Hawaiian Sugar Planter's Assn.
- WORLD RESOURCES (2000). *World Resources 2000-2001 People and Ecosystems: The fraying Web of Life Hardbound*. United Nations Development Programme, United Nations Environment Programme, World Bank World

Resource Institute in <http://www.elsevier.com/homepage/sag/worldresources/agro.html> (29/08/2000)

ZAMPERLINI, G. C. M. (1997). *Investigação da fuligem proveniente da queima de cana-de-açúcar com ênfase nos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs)*. Araraquara. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Química de Araraquara, Departamento de Química Analítica, UNESP, SP.

ZULAUF, W. E.; CAPORALI, S. A.; VIDEIRA, R. M. (1985). Cálculo preliminar da energia liberada anualmente na queima dos canaviais brasileiros. In: II SIMPÓSIO SOBRE QUEIMA DE PALHA DE CANAVIAIS, Araraquara. *Anais* Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB. 31 de maio.