

A SUSTENTABILIDADE DO SETOR SUCROALCOOLEIRO: UM OBJETIVO A SER ALCANÇADO

Aldo Roberto Ometto¹; Marcelo Pereira de Souza²

Resumo - O presente trabalho discute as principais atividades do setor sucroalcooleiro causadoras de impactos ambientais a fim de que elas sejam reformuladas, por meio de técnicas de produção “limpa”, ou eliminadas, como é o caso da colheita de cana queimada. Deste modo, obteve-se um guia a ser considerado nos Estudos Prévios de Impactos Ambientais do setor sucroalcooleiro, assim como uma “agenda mínima” a ser considerada por certificações ambientais deste setor.

Abstract - The present work discuss the main activities of the sugar cane sector which cause environment impacts due to reformulate them, by clean production techniques, or eliminate some, like burning. In this way, there is a guide to be considered in the Previous Environmental Impact Study, and a minimum agenda to be considered by the environmental certifications of this sector.

Palavras chaves: sustentabilidade; setor sucroalcooleiro; produção limpa.

INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios à sociedade atual que busca desenvolvimento com sustentabilidade é a utilização racional do recurso ambiental com respeito aos requisitos sociais. Sachs (1993) indica que se atingiu o momento de se colocar em prática as soluções para os problemas ambientais.

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* –; 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

¹ Departamento de Hidráulica e Saneamento; EESC-USP; Av. Carlos Botelho, 190; CEP. 13416-140; Piracicaba, SP; tel./fax (19) 4228096; e-mail: aometto@hotmail.com

² Departamento de Hidráulica e Saneamento; EESC; USP; Av. Trabalhador São-carlense, 400; CEP. 13566-590; São Carlos, SP; tel. (16) 2739537; fax. (16) 2739550; e-mail: mps@sc.usp.br

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. Deste modo, os Estudos Prévios de Impactos Ambientais (EIA/RIMA) para o licenciamento ambiental têm um papel fundamental, via legislação, para a garantia da adequação ambiental de um determinado empreendimento. Neste contexto, contudo via mercado, a certificação ambiental deve apresentar ao consumidor uma real qualidade ambiental do produto, assim como do processo produtivo.

Nos processos produtivos antrópicos, este paradigma pode ser atingido por meio de técnicas de gestão de produção “limpa” que busquem a redução na utilização dos insumos, reutilização de materiais, reciclagem e manutenção adequada da infra-estrutura e dos equipamentos, assim como sua localização ambientalmente adequada. A aplicação destas técnicas presume o conhecimento dos processos produtivos e seus impactos ambientais a fim de se aplicar ações deliberadas e inovadoras a fim de eliminá-los (Santos, 1997).

Uma atividade potencialmente poluidora necessita, de acordo com a CONAMA 01/86, apresentar Estudo Prévio de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), no qual deve-se, além de outros, identificar e avaliar sistematicamente os impactos ambientais durante a fase de implantação e operação da atividade, contemplar as alternativas tecnológicas e de localização do empreendimento, confrontando-as com a hipótese de não execução do projeto. Desta forma, o EIA/RIMA busca a análise da viabilidade ambiental de um empreendimento em específico, a qual se faz, segundo Souza (2000) por meio de sua localização adequada e da tipologia. A tipologia será o estudo das características do produto e de seu processo de manufatura afim de reduzir seus impactos ambientais. Uma forma eficaz para isto é a utilização de tecnologias de produção “limpas”, como a redução dos efluentes na fonte, a minimização das perdas e desperdícios, o monitoramento, reutilizações e reciclagem, além do tratamento adequado dos efluentes.

Neste contexto, o conceito de “*clean production*” (produção limpa) vai ao encontro da necessidade de adequação ambiental pelas empresas de manufatura, o qual é explicitado por Baas et al. (1990)³ apud Jackson (1993) como o conceito de produção que demanda a todas as etapas da cadeia produtiva o objetivo maior de prevenção ou minimização de riscos à saúde humana e ao meio ambiente, a curto e longo prazo.

Jackson (1993) adota como definição de produção limpa uma aproximação operacional para desenvolvimento de sistemas de produção e consumo, que incorporem uma postura preventiva para a proteção do meio ambiente. As considerações que fazem parte deste conceito são: *a precaução, a*

³ BAAS, L.; HOFMAN, H.; HUISINGH, J.; KOPPERT, P. NEUMANN, F. (1990). *Protection of the North SEA: Time for Clean Production*, Erasmus Centre for Environmental Studies, Erasmus University, Rotterdam.

prevenção e a integração de toda cadeia produtiva, a partir das quais adotou-se duas formas operacionais principais para a produção limpa:

- 1) a redução do fluxo de materiais do processo, ciclo ou atividade, ou a melhoria da eficiência destes processos;
- 2) a substituição de materiais, produtos ou serviços perigosos por outros de menores impactos.

Deste modo, inicialmente identificou-se os impactos causados pelas principais atividades do maior setor agroindustrial brasileiro, o sucroalcooleiro, analisando-se as atividades de maior comprometimento ambiental.

Atualmente, 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. A expansão da agroindústria sucroalcooleira ocorreu a partir da década de 1970, com o Programa Nacional do Alcool (Proálcool), o qual subsidiou a instalação de centenas de novas destilarias de álcool. Com isso, as áreas agrícolas com cana-de-açúcar, assim como sua produção industrial, aumentou vertiginosamente, de 68 milhões de toneladas de cana moídas em 1975, na safra de 1990/91 ela passou para 223 milhões. Atualmente, ela ocupa 4.293.825ha do território brasileiro, segundo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2000), produzindo 14,8 milhões de toneladas de açúcar, 16,5 bilhões de litros de álcool total (incluindo aguardente), sendo a região sudeste responsável por 69% do álcool produzido (Unica, 1999).

O modelo de produção sucroalcooleiro adotado no Brasil baseia-se, de modo geral, no latifúndio monocultor, com utilizações intensivas de agrotóxicos, queimadas, recursos hídricos, entre outros. Brown et al. (1990)⁴ apud Guivant (1998) comenta que 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 e Cole (1989), um dos maiores responsáveis pela degradação ambiental. 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 vistas disto, e na busca de um modelo de produção mais limpo para o setor sucroalcooleiro, analisou-se as atividades agrícolas e industriais que o compõe de modo a identificar

⁴ BROWN, L. et al (1990). *State of the world*. A worldwatch Institute report on progress toward a sustainable society. Nova York. Norton and CO.

possível impacto em determinado fator ambiental. A partir disto, sugere-se um modelo de adequação ambiental para estas atividades pela sua reformulação, substituição ou inserção de alguns parâmetros atualmente não observados.

Algumas destas indicações podem servir de apoio ao processo de análise de EIA/RIMA destas atividades, assim como um norte às agroindústrias sucroalcooleiras que buscam a certificação ambiental. A abordagem referente à certificação ambiental neste trabalho não é somente como uma forma de obtenção de novos mercados, mas, principalmente, uma garantia de adequação mínima, tanto em termos ambientais, como sociais.

Assim, muito das técnicas utilizadas na busca da eficiência ambiental, traz às atividades benefícios de produtividade, como a máxima utilização dos materiais e energia que compõe o processo de manufatura, controle de produção, imagem perante os funcionários e consumidores, assim como a obtenção de novos mercados, denominados “verdes”.

ANÁLISE E MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS E SOCIAIS

A análise dos fatores ambientais impactados pelo setor sucroalcooleiro foi realizada por Ometto (2000) pelo método da Matriz de Impactos, realizando um amplo levantamento bibliográfico englobando dissertações, teses, Estudos de Impactos Ambientais (EIA/RIMA), Relatório Ambiental Preliminar (RAPs), trabalhos técnicos dos órgão de fiscalização e controle nacionais e internacionais (CETESB, DPRN, NIOSH, EPA), processos jurídicos, assim como várias consultas a usinas, universidades, instituições técnicas e eventos científicos. A identificação do impacto obteve o caráter preventivo do problema, seguindo o Princípio da Precaução, Princípio 15 da Agenda 21(1992), o qual rege as análises ambientais, da mesma forma 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 até que o consenso seja estabelecido. Deve-se, portanto, seguir a vocação preventiva do direito ambiental, expressa por Prieur (1984) ⁵apud Milaré (1998): “*Mieux vaut prévenir que guérir*” que significa: “*é melhor prevenir do que remediar.*”

⁵ PRIEUR, M. (1984). *Droit de l'environnement*. Paris, Dalloz, p.84-85.

Portanto, os estudos de impactos ambientais devem seguir este princípio, característico da área ambiental, devido à dificuldade em se recuperar um dano ambiental tendo-se em vista a magnitude das variáveis envolvidas, características de irreversibilidade, o tempo, entre outros.

Portanto, a análise dos impactos ambientais foi baseada em Ometto (2000), realizada com base em uma Matriz, apresentada na tabela 01:

Tabela 1 - Matriz dos impactos ambientais do setor sucroalcooleiro

Sistema Ambiental			Principais atividades do setor sucroalcooleiro											
Sub-sistema Ambiental	Componente Ambiental	Fator Ambiental	Atividades Agrícolas							Atividades Industriais e Pós-industriais				
			1		2	3	4	5		6	7	8	9	10
			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>	+			+	-	+	-	+	+	+		-

Cultural		<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: OMETTO (2000)

De acordo com a tabela 01, dividiu-se o setor sucroalcooleiro em 10 atividades, apresentadas na tabela 02:

Tabela 2 - Atividades do setor sucroalcooleiro analisadas

Ativ. 1	Ativ.2	Ativ. 3	Ativ. 4	Ativ.5	Ativ.6	Ativ.7	Ativ.8	Ativ.9	Ativ10
Preparo e Conserv. do solo: A)convenc B)conserv.	Plantio da cana-de-açúcar	Tratos culturais	Fertir-Rrigação	Colheita da cana A) crua B) queimada	Rotação de culturas	Prod. Ind. de açúcar /álcool	Geração de Energia e Sub-produtos	Armaz. e transp. de materiais	Desativação das Ativ.

As atividades, de acordo com a tabela 1, que apresentaram maiores quantidades de impactos negativos foram, por ordem decrescente: **5B - Colheita com cana queimada**, apresentando **20** fatores ambientais que foram impactados, todos de forma negativa; **2 - Plantio da cana-de-açúcar**, com **15** fatores ambientais impactados negativamente; **1A - Preparo e Conservação Convencional do solo**, com **14** fatores ambientais impactados negativamente; **3 - Tratos culturais**, com **13** fatores ambientais impactados negativamente; **4 - Fertirrigação**, com **9** fatores ambientais impactados negativamente; **7 - Produção de açúcar e álcool**, com **8** fatores ambientais impactados negativamente.

Em contraposição, 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 consequências 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 consequências da colheita de cana crua e da queimada para os elementos ambientais analisados, as quais foram, respectivamente, estritamente positivas e negativas.

A cadeia agroindustrial sucroalcooleira foi analisada ambientalmente de acordo com a tabela 1 e, com base nesta, pode-se adotar medidas de produção “limpa” que busquem diminuir a geração dos impactos negativos e potencializar as atividades com impactos positivos.

Com relação as atividades analisadas do setor sucroalcooleiro, a prática da queimada na colheita é a primeira que deve ser totalmente eliminada devido ao seu comprometimento em todos os fatores ambientais analisados. Como exemplo de alguns dos efeitos danosos, tem-se que a queimada emite, além das partículas e aerossóis, de acordo com Sopral (1992), uma grande quantidade de gases, entre eles: o dióxido de carbono, CO₂; o monóxido de carbono, CO, gás

reativo e tóxico quando em concentrações elevadas; o dióxido de enxofre, SO₂, e particulado grosso (fuligem) e fino (sílica biogênica).

De acordo com Daniel (1996), a hipótese de que o CO₂ 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.

A figura 1 apresenta a porcentagem de CO que foi gerada (por regiões produtoras) pela queima da cana-de-açúcar durante o período de safra 1986/90.

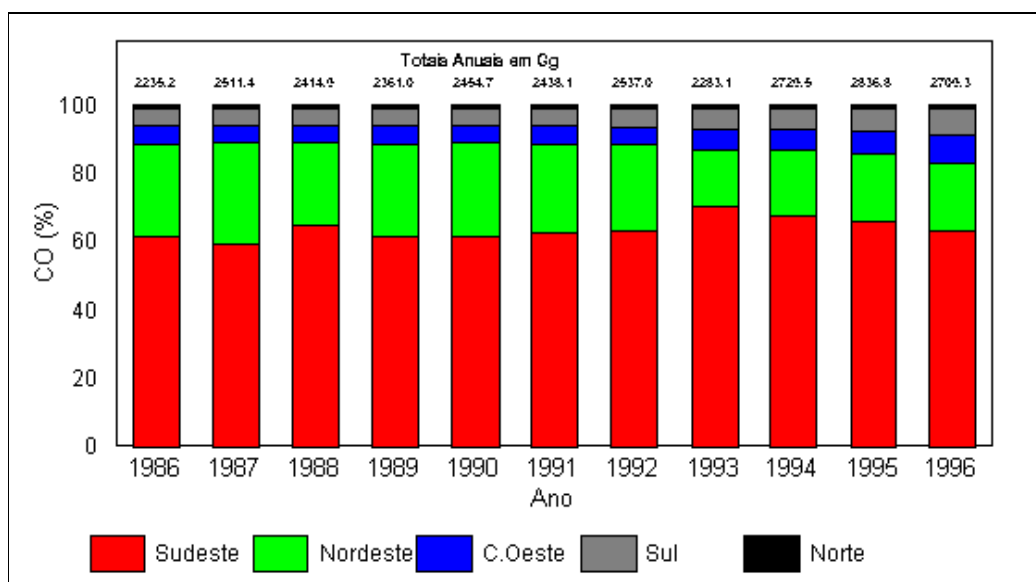


Figura 1 - Valores totais anuais de CO (em Gg) no período de 1986/1996 provenientes da queima da cana nos estados produtores (Embrapa, 1997)

O CO, por sua vez, pode em presença da luz e de óxidos de nitrogênio, produzir ozônio, O₃, o qual, além de tóxico, contribui ao efeito estufa, segundo Shafer et al. (1987).

Kirchhoff et al. (1990) observaram, durante o inverno de 1988, concentrações elevadas de O₃ 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 O₃ e 100 ppbv para o CO. Na superfície, a concentração do O₃ variou entre 45 e 60 ppbv, semelhante a centros urbanos como São José dos Campos, S.P.

Dados da CETESB (1995) 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.

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.

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 $274,2 \text{ ng/m}^3$ deste composto, sendo mais de cinco vezes superior ao valor máximo do critério da EPA (50 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 Lara et al. (no prelo) conclui, portanto, que Piracicaba tem duas fontes de chuvas ácidas:

- 1) HNO_3 , o qual pode ser advindo das queimadas que liberam NO_x , e se convertem para NO_3^- ;
- 2) Material orgânico, pela forte correlação H^+ e DOC nesta área, relacionada à queimada.

Finalmente, pode-se concluir que as queimadas são péssimas para a qualidade do ar e à saúde humana, e, de acordo com Kirchhoff et al. (1990) uma inquestionável fonte de poluição.

Com relação ao solo, 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 consequências físicas, químicas e biológicas diretas e indiretas à microbiota do solo.

Há, também, com a queimada, redução da capacidade de absorção de água pelo solo, empobrecimento do solo, aumento do potencial de erosão, pela ausência da palha sobre o solo, perda de vegetação e fauna, acidentes em rodovias, super exploração da mão de obra, além de ser considerada por Goulart (1998, 2000) como atividade ilegal e criminosa.

Portanto, a queimada, inquestionavelmente, não pode persistir na sociedade atual que busca desenvolvimento com qualidade ambiental, devendo se utilizar a colheita de cana crua.

As duas próximas atividades que devem se adequar ambientalmente para compor o quadro de produção limpa do setor sucroalcooleiro são o plantio e o preparo convencional do solo, os quais podem ter uma solução conjunta com a utilização de técnicas conservacionistas. Estas técnicas, segundo Vogtmann e Wagner (1987), buscam a máxima intensificação da vida biológica, devendo esta prática, danificar o mínimo possível a estrutura do solo e consumir pequena quantidade de combustível. A fim de se atingir estes objetivos, outras formas de preparo do solo frente a convencional (arado, grade e semeadeira) podem ser utilizadas, tais como:

- ❑ **Preparo mínimo:** emprega-se o subsolador sem arar, realizando o preparo do solo de semeadura ou plantio com grade de disco. Segundo Vogtmann e Wagner (1987), a retenção hídrica do solo neste sistema é maior que no convencional;
- ❑ **Plantio direto:** utiliza-se a técnica de não revolvimento do solo e plantio direto sobre os restos da cultura com a operação de sulcamento direto na palha remanescente da colheita de cana crua e inserção dos colmos.

O segundo método oferece sem dúvida alguma, para Vogtmann e Wagner (1987), inúmeras vantagens, entre elas, grande proteção do solo contra a erosão e a incorporação de matéria orgânica.

A aplicação destas técnicas conjuntas - preparo e conservação do solo de modo conservacionista, plantio direto e colheita de cana crua - necessitam de uma sistematização do terreno propícia às suas utilizações, as quais necessitam de técnicas especializadas da engenharia agrônômica.

A próxima atividade necessária em se adequar ambientalmente, devido a sua periculosidade à vida, é a utilização intensiva de agrotóxicos durante os tratos culturais. O uso exacerbado de herbicidas prejudica o solo, salinizando-o, podendo seu resíduo 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.

Contudo, segundo Costa (1985), quando se realiza uma adubação ou correção do solo, de modo controlado, normalmente há melhorias em suas condições químicas.

A forma ideal para a adequação desta atividade nos moldes da produção limpa seria a não utilização de agroquímicos e a realização do controle biológico contra as pragas, a manutenção da palha no campo, diminuindo a infestação de ervas invasoras e a adubação organo-mineral realizada pela combinação da vinhaça, torta de filtro e cinzas, irrigadas sobre a camada de palhico remanescente da colheita de cana crua. Em estudos da UNIDO (1997), notou-se que durante o crescimento da cana-de-açúcar, o solo perde grandes quantidades de potássio, fósforo e cal, porém é possível recuperar estes elementos por meio dos resíduos do processo industrial (torta de filtro, vinhaça e cinzas). A vinhaça, subproduto da produção do álcool, possui um alto grau de nutrientes minerais, a torta de filtro, oriunda da filtração do caldo, apresenta altas cargas orgânicas e as cinzas dos evaporadores, altos potenciais orgânicos e minerais, sendo as três passíveis de serem utilizadas no solo. Portanto, por que não aplicá-las conjuntamente? Isto fornecerá, de acordo com UNIDO (1997), as seguintes vantagens imediatas:

1. A torta de filtro e as cinzas neutralizam a acidez do solo;
2. Redução dos custos com a necessidade de apenas um sistema de transporte;
3. Assegura a distribuição igualitária do material combinado na quantidade de 15.000l/ha, na proporção de 2.600l de torta de filtro, 12.000l de vinhaça e o restante de cinzas.

Portanto, como se nota, as operações benéficas ao meio ambiente são complementares e, portanto devem ser usadas em conjunto para se buscar a máxima eficiência e produtividade.

Contudo, a aplicação da vinhaça sobre o solo deve observar cuidados técnicos para não comprometer principalmente os corpos de água superficiais e subterrâneos, assim como não salinizar o solo. O critério generalizado para as unidades sucroalcooleiras, no qual o órgão controlador ambiental baseia-se, é de acordo com o teor de potássio da vinhaça, sendo admissíveis índices de 300 a 350 quilos desse elemento por hectare (Casarini, 1989). Porém, na região de Araraquara, SP, esta fiscalização não ocorre alegando-se que o proprietário não desperdiçaria este “rico” adubo organo-mineral e, portanto, confia que sua aplicação esteja sendo bem distribuída. Mas será que quando o custo do transporte da vinhaça exceder seu benefício agrícola, o proprietário manterá o mesmo “bom senso”?

Santos (2000), em um estudo de caso em uma usina sucroalcooleira do Estado de São Paulo, observa que 36,5% da área analisada apresenta dosagens de vinhaça acima do estipulado pela CETESB, de 400 Kg K_2O /ha.ano. Portanto, há ocorrência de excesso de utilização de vinhaça, necessitando da fiscalização da CETESB a fim de não comprometer a qualidade do solo e de aquíferos pela percolação.

Anterior à análise de adequação ambiental da produção industrial do açúcar e álcool, discorrer-se-á, sucintamente, sobre as questões sociais relativas ao trabalho no campo canavieiro.

Inicialmente, é necessário realizar uma análise sobre a alegação de que o fim das queimadas causará desemprego pela substituição do trabalho manual ao com máquinas. A operacionalização da colheita mecânica somente pode ser realizada em terrenos com declividade inferior à 12%, isto equivale, no Brasil, segundo Ometto e Rípoli (1997), à 40% da área canavieira. Portanto, na maioria da área com cultivo de cana a colhedora não se adapta e, portanto, necessita ser cortada manualmente. O corte de cana crua manual necessita de 2,63 vezes mais trabalhadores que o corte de cana queimada para apresentar o mesmo rendimento operacional, gerando, assim, mais empregos. Contudo, conforme declaração do representante da Federação dos Empregados Rurais Assalariados do Estado de São Paulo (FERAESP), citado em Oliveira et al. (1991), para a viabilização desta prática seria necessário:

1) o estabelecimento de um novo contrato de trabalho, no qual os trabalhadores rurais tenham os mesmos direitos dos trabalhadores urbanos, conforme o Estatuto do Trabalhador (1964) e;

2) a transformação do modo de remuneração, o qual deve ser mensal e não por metro ou tonelada de cana cortada.

Porém, alguns usineiros afirmam que isto inviabilizaria economicamente o setor sucroalcooleiro, dado não comprovado com planilhas de custos e receitas das empresas. Porém, caso a remuneração do corte de cana crua manual referente somente às áreas inaptas à colhedora realmente inviabilizar todo o setor sucroalcooleiro-energético, significa, segundo Souza (1998), que a exploração da mão de obra do corte da cana queimada que sustenta todo o setor.

Outros temas considerados de alta relevância e mínimos junto à área social se baseiam na necessidade da erradicação do trabalho infantil, da qualificação da mão-de-obra, do incentivo aos trabalhos permanentes, à permanência da criança na escola e o término da exigência de atestados de “laqueaduras” junto às mulheres.

A última atividade a ser analisada neste trabalho a fim de se obter aumento de produtividade e eficiência ambiental é a produção industrial do açúcar e do álcool. Segundo Hogan (1996), a atividade industrial de cana-de-açúcar é a fonte de maior poluição hídrica da bacia do Piracicaba, constatado em análises da CETESB em 1991, em Secretaria do Meio Ambiente - SMA (1994), que são responsáveis por 83% do total da carga orgânica gerada pelo setor industrial, equivalente à carga produzida diariamente por uma população de 23,7 milhões de habitantes.

Deste modo, faz-se necessário a utilização de maneiras para uma produção mais ‘limpa’, as quais estão baseadas no programa de minimizações de perdas, desperdícios e efluentes desenvolvido pela UNIDO (Organização das Nações em Desenvolvimento Industrial Unidas), em conjunto com a UNEP (Programa Ambiental das Nações Unidas), por meio do programa CLEANSUGARTEC, compreendendo 23 países membros exportadores de açúcar da América Latina e Caribe. Os conceitos utilizados pelo projeto estão nas definições abaixo:

“Minimização dos efluentes é uma nova e criativa maneira de pensamento sobre produtos e seus processos de fabricação. É alcançado pela aplicação contínua de estratégias para minimizar a geração de perdas, desperdícios e emissões por meio de técnicas de produção mais limpa.” (UNIDO, 1997)

“Minimização das perdas é melhor realizada pela redução da geração das perdas na própria fonte geradora. Após se exaurir as oportunidades de minimização das perdas na fonte de sua geração, o segundo passo deve ser o máximo esforço em reciclar as perdas dentro da própria unidade geradora destas. Finalmente, mudança ou reformulação do próprio produto pode ser uma opção ao invés de fabricá-lo com a mínima geração de perdas.” (UNIDO, 1997)

As técnicas gerais de reduções de perdas, desperdícios e efluentes são: *a separação dos efluentes; a recirculação; o reuso dos materiais de processo e a valorização dos subprodutos.*

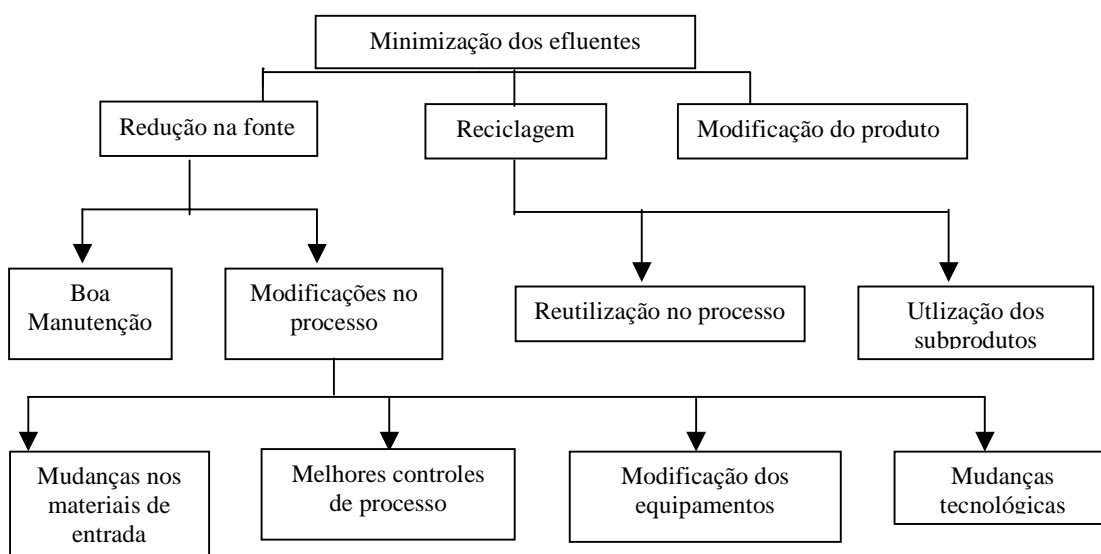


Figura 2: Visão geral das técnicas de minimização dos efluentes (UNIDO, 1997)

A diminuição de perdas, desperdícios e efluentes fazem parte das técnicas de produção mais “limpa” e podem ser planejadas a partir dos seguintes pontos (Ometto, 2000):

- 1) *Manutenção adequada*: prevenção e reparação de vazamentos, perdas, derramamentos;; inspeção freqüente dos equipamentos; treinamento do pessoal;
- 2) *Realizar substituições*: por materiais menos tóxicos; materiais renováveis ou com maior ciclo de vida; substituição de graxa tóxica nas moendas de cana-de-açúcar por um produto aceitável pelas autoridades de regulamentação para processos de produtos alimentares; não lavar a cana-de-açúcar;.

- 3) *Melhoria no controle do processo*: manutenção dos dados do processo para facilitar a melhoria de sua eficiência e menor geração de perdas e emissões; instalação de instrumentação de controle adequado;
- 4) *Mudanças no equipamento*: mudanças nos equipamentos de produção e os auxiliares, como a adição de uma divisão de medidas e controle, para melhorar a eficiência e diminuir taxas de perdas e emissões; 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 tecnologias menos poluente; mudança no fluxograma do processo a fim de diminuir a cadeia produtiva; utilização de evaporadores e/ou cristalizadores totalmente automatizados, ao invés de controle manual;
- 6) *Reciclagem / Reuso*: realizar a reciclagem das perdas geradas para serem utilizados no próprio processo ou para outras aplicações na companhia, como a fertirrigação da vinhaça no campo; reutilizar a água de refrigeração nos sistemas de condensação à vapor dos evaporadores à vácuo com a instalação de torres ou reservatórios de resfriamento;
- 7) *Produzir o máximo que pode ser utilizado*: transformação das perdas geradas em materiais que podem ser reutilizados ou reciclados para outras aplicações na empresa; geração de energia;
- 8) *Reformulação ou modificação do produto*.

O benefício da reciclagem pode ser verificado pela comparação da quantidade de água utilizada para o processo por usinas antigas, que não utilizam técnicas de reciclagem e pelas modernas que as utilizam. Em usinas antigas, verificados em estudos da UNIDO (1997), assumindo como a quantidade de cana processada, uma variável numérica, Q ; a quantidade necessária de água pelo processo seria de, aproximadamente, $20Q$. Atualmente, com o uso de técnicas de reciclagem, pode-se reduzir este valor para $0.9Q$ e se usadas de forma parcial, este valor pode ser de $1.3Q$. Somente a água de resfriamento representa mais de 90% do uso total de água nas usinas que processam cana-de-açúcar, portanto a necessidade da sua reciclagem é evidente.

Com o objetivo de ilustrar os pontos específicos para a produção industrial limpa sucroalcooleira apresenta-se um diagrama simplificado da sua produção. Este esquema simplificado apresenta as principais fases, assim como uma representação gráfica dos equipamentos (sem escala) onde se realiza a operação ou o processo correspondente.

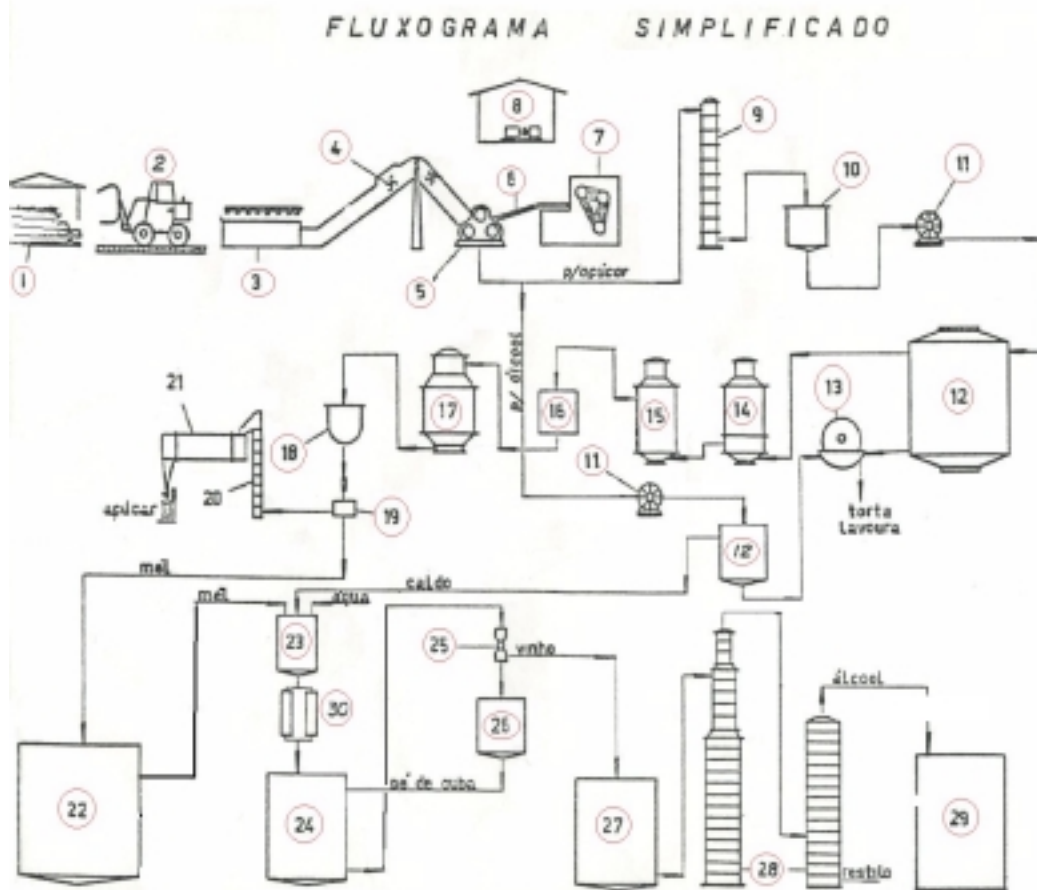


Figura 3 - Fluxograma simplificado do processo industrial do açúcar e álcool (Usina Costa Pinto, 2000)

Legenda da figura 3:

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

A cana-de-açúcar, antes de ser processada industrialmente, geralmente é submetida a um sistema de lavagem, a fim 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 e Derísio (1992), da ordem de 3 a 10 m³ por tonelada de cana.

Em pontos específicos do processo, algumas ações irão ao encontro do conceito de minimização de perdas, desperdícios e efluentes, tais como:

1) Na moenda: usar um sistema de limpeza a seco nos transportadores de cana afim de se remover as impurezas, como escova de metal feita de um tubo adaptado com arames acoplado na engrenagem, adicionado de um prato coletor. Não utilizar o uso de mangueiras para remoção do bagaço das tinas do caldo, podendo-se usar pás mecânicas, por exemplo. O excesso de bagaço nas tinas do caldo é devido, muitas vezes, à ineficiência do sistema de separação e à insuficiência da taxa de imbibição.

2) Na clarificação: verificar a possibilidade de recircular a água do filtro condensador, atentando-se para a concentração de seus poluentes. Recircular a água de lavagem dos filtros, que contem grandes quantidades de açúcares e de DQO e usá-la como água de imbibição. Os sólidos suspensos serão filtrados por sucessivas passagens através do bagaço. Não permitir que os drenos dos efluentes sejam poluídos pela passagem dos resíduos do filtro.

3) Nos aquecedores, evaporadores e cozedores: limpeza dos tubos, sendo que a solução cáustica deve ser coletada em um tanque e regenerada com adição de soda. Os sedimentos depositados no fundo do tanque devem ser removidos antes da regeneração para o processo. Após a filtração, este sedimento pode ser usado como um agente neutralizador no sistema de recirculação de água.

4) No sistema de recirculação de água: a aplicação gota-a-gota de sulfato de cobre irá evitar qualquer proliferação de fungos e aumentar a eficiência do sistema de resfriamento. Remover diariamente todos os sólidos das telas, mantendo-se o sistema perfeitamente limpo.

5) No resfriamento, tratamento e secagem: o material drenado das centrífugas devem ser coletados e reciclados, reduzindo-se, assim, a carga de DBO. O tratamento dos efluentes deve ter uma eficiência, no mínimo, estabelecida pela legislação para não comprometer a qualidade do recurso.

6) Na neutralização dos efluentes finais: deve-se checar PH, temperatura e concentrações de poluentes das águas residuárias. O uso indiscriminado de cal deve ser evitado. O método

adequado se baseia em medir o PH antes e depois do ponto de aplicação e ajustar o fluxo de cal para ajustar o PH em 7. Não deve se permitir a mistura de grãos de cal com o efluente. Indicar um supervisor responsável pelo controle da poluição e gestão hídrica, devendo trabalhar junto com o gerente da produção afim de se ter um total controle e monitoramento do processo. Ele deve, também, controlar o monitoramento produzindo informativos periódicos sobre o progresso do programa de minimizações.

Além disso, alguns pontos facilitaria o desenvolvimento do programa, como: um guia detalhado das inspeções necessárias, instruções para os operadores, informativos e auditorias periódicas.

Contudo, a inevitável geração de alguma quantidade de lodo pode ser melhor gerenciada e menos impactante com as seguintes precauções: eliminação do refugo, de pedaços do colmo e das sujeiras da água de lavagem usada, por meio de gradeamentos antes do início do tratamento; manutenção de limpeza total em todas as áreas; evitar a fermentação do caldo no processo açucareiro por meio do controle da pressão, saneamento adequado das moendas, aplicação controlada de desinfetantes e biocidas no caldo das moendas e limpeza sistemática destas; investigação das perdas anormais de açúcar para se descobrir e retificar as causas; cálculo do balanço geral de água na usina para uma safra; manutenção de um controle sistemático de todas águas residuárias e inspeção periódica e controle de DBO do sistema de tratamento.

Enfim, um dos motivos dos efluentes serem gerados em grande quantidade e com baixa qualidade é devido às práticas inadequadas de manutenção das máquinas e equipamentos, como por exemplo, derramamentos de açúcar e melaço e contaminação de óleo e graxas. Portanto, um controle adequado de todo processo é de vital importância para a redução dos impactos ambientais.

CONCLUSÕES

O processo produtivo de manufatura, de forma geral, encontra-se, atualmente, em fase de reforma, na busca do aumento da produtividade, junto com qualidade ambiental e social. Deste modo, estas variáveis devem ser analisadas desde a fase da concepção do produto, na localização e projeto da atividade, nas tecnologias empregadas, no controle do processo até na reutilização e reciclagem de materiais e energia.

O trabalho mostra caminhos para o setor sucroalcooleiro se aproximar da sustentabilidade e uma das formas para que este seja trilhado é por meio da exigência dos órgãos de controle ambiental requererem durante o processo de licenciamento, EIA/RIMAs que realmente demonstrem adequação ambiental e social. O presente tende a ser uma “*Agenda Mínima*” que deve ser contemplado em análises ambientais do setor sucroalcooleiro, como os requisitos mínimos de

qualidade ambiental e social por parte do setor sucroalcooleiro. Portanto, as considerações tecidas neste deve fazer parte de EIA/Rimas, assim como da base para certificações ambientais e sociais do setor sucroalcooleiro.

Com isso, a base da “*Agenda Mínima*” seria a utilização de técnicas de plantio e manejo conservacionistas, a utilização da colheita de cana crua, a utilização correta da fertirrigação com vinhaça, contemplação das reivindicações sociais dos trabalhadores no campo, a ausência de trabalho infantil, assim como maneiras para um processamento industrial mais limpo da cana-de-açúcar. Estas considerações seriam apenas o início para se começar a se discutir sustentabilidade do setor sucroalcooleiro, a qual para ser alcançada em sua plenitude necessitaria de uma nova estrutura do setor, com uma melhor distribuição das terras e da renda, o cumprimento da função social da terra, entre outros anseios da sociedade atual que não se dispõe mais a viabilizar economicamente uma atividade em troca de sua saúde ou da qualidade do meio no qual habita.

As certificações ambientais, como garantia de qualidade ambiental para a sociedade, devem incorporar as reivindicações desta, assim como as questões já regulamentadas por lei como a manutenção da reserva legal, das Área de Preservação Permanente (APP), a manutenção do padrão de qualidade dos recursos naturais, entre outras.

A fim de maximizar as melhorias na questão ambiental, é necessário que as práticas indicadas neste trabalho sejam empregadas de forma em conjunto, tanto as agrícolas quanto as industriais. Deste modo, obter-se-á melhoria da produtividade a longo prazo, com benefícios ambientais e sociais, tendo sempre, como princípio norteador, a prevenção do impacto. Esta concepção evitará danos ao meio ambiente e à sociedade, assim como redução de despesas com a não utilização de grandes quantidades de agrotóxicos e insumos químicos, a diminuição de captação de água para o processo industrial, racionalização no uso dos efluentes e resíduos, a máxima utilização energética, assim como redução das penalidades ambientais. Outra vantagem econômica com a adoção de medidas ao encontro da adequação ambiental é a possibilidade de se obter certificados ambientais que proporcionariam a obtenção de novos mercados consumidores que buscam produtos com qualidade ambiental.

Portanto, as atividades antrópicas, de um modo geral, devem ser redirecionadas no sentido de considerar os fatores ambientais (inclusive sociais) como elementos vitais no seu gerenciamento, pois os ganhos serão de longo prazo e obtidos tanto nas esferas sociais, e ambientais, como na econômica, ou mesmo na busca de se aproximar da sustentabilidade.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo suporte financeiro para a realização do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CASARINI, D.C.P. *Efeito da fertirrigação com vinhaça nas propriedades químicas e microbiológicas do solo em um sistema de disposição de efluente industrial*. Tese de doutorado. São Carlos, SP. 1989.
- CENTURION, R.E.B e DERÍSIO, J.C. Evolução do controle da poluição das indústrias sucro-alcooleiras no Estado de São Paulo. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL BRASIL-CUBA. TECNOCANA-92. Araras. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB. Centro de Ciências Agrárias, UFSCar, Setembro. 1992
- CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. *Nota sobre tecnologia de controle na fabricação de açúcar e álcool*. Dezembro. (Documento Técnico CETESB). 1985
- _____. Emissão de Gases de queimadas na região canavieira. Maio. (Relatório Técnico CETESB). 1995
- COSTA, L. M. 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/ 1985
- DANIEL, L. D. *A queima de palha de cana-de-açúcar no município de Matão, SP*. (Parecer Técnico). 1996
- DANIELS, A. Diffusion and emission of smoke from agricultural burning in Hawaii. *Water, Air and Soil Pollution*, 34, p. 24-111. 1987
- DELGADO, A.A. Os efeitos da queima dos canaviais. *STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos*, v.3, n.6, julho/agosto. Piracicaba,SP. 1985
- ELLIOT, E.T. e COLE, C.V. A perspective on agroecosystem science. *Ecology*, 70(6), p.1597-1602. 1989
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Emissão de gases de efeito estufa proveniente da queima da cana-de-açúcar. Ministério da Agricultura e do Abatecimento. (Relatório Técnico). 1997
- GOULART, M. P. *Ministério Público e Democracia: teoria e praxis*. Leme, Editora de Direito. 1998

-
- Transcrição de comunicação oral de entrevista realizada no Ministério Público. 29 de maio. Ribeirão Preto, SP. 2000
- GUIVANT, J.S. A agricultura sustentável na perspectiva das ciências sociais. In: VIOLA, E. J.; LEIS, H.R; SCHERER-WARREN, I.; GUIAVANT, J.S.; VIEIRA, P.F.; KRISCHE, P.J. *Meio Ambiente, Desenvolvimento e Cidadania: desafios para as Ciências Sociais* 2.ed. São Paulo, Cortez. Cap. 3, p.99-133. 1998
- HOGAN, D. J. Desenvolvimento Sustentável na Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba: Limites e Possibilidades. In: FERREIRA e VIOLA (1996). *Incertezas de Sustentabilidade na Globalização*. Campinas, Editora da UNICAMP. Cap. VI, p.161-176. 1996
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. [www. gov.br](http://www.gov.br). Internet: 28/03/2000.
- JACKSON, T. Clean Production Strategies: developing preventive environmental management in the industrial economy. USA, Lewis, Stockholm Environment Institute, International Institute for Environmental Technology and Management. 1993
- KIRCHHOFF, V. W. J. H; MARINHO, E. V. A.; DIAS, P. L. S., PEREIRA, E. B., CALHEIROS R., ANDRÉ, R. VOLPE, C. Enhancements of CO and O₃ from Burnings in Sugar Cane Fields. *Journal of Atmospheric Chemistry*, 12, p. 87-102. Ed. Kluwer Academic Publishers. 1990
- LARA, L.B.L.S.; ARTAXO, P.; MARTINELLI, L.A.; VICTORIA, R.L.; CAMARGO, P.B.; KRUSCHE, A.; AYERS, G., FERRAZ, E.S.B.. Chemical Composition of Rainwater and Anthropogenic Influences in the Piracicaba River Basin, Southeast Brazil. *Atmospheric Environment*. no prelo
- MILARÉ, E. Estudo Prévio de Impacto Ambiental no Brasil. In: MÜLLER-PLANTENBERG e AB'SABER, orgs. *Previsão de Impactos*. 2.ed. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo. 1998
- NIOSH – SINKS, T.H.; HARTLE, R.W.; BOENIGER, M.F.; MANNINO, D.M. *Health Hazard Evaluation Report*. Puunene and Honakaa, Hawaii. August, Heta 88-119-2345. 1993
- OLIVEIRA, E.A. *et al.* 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. 1991
- OLIVEIRA, M. C. N. 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. 1996

- OMETTO, A. R. *Discussão sobre os fatores ambientais impactados pelo setor sucroalcooleiro e a certificação socioambiental*. São Carlos. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 2000
- OMETTO, D. A. e RÍPOLI, T.C. Alguns aspectos da mecanização da cana-de-açúcar no Brasil. In CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, MADRI, Espanha. *Resumos*. 1997
- RÜEGG, E. F.; PUGA, F. R. ; SOUZA, M. C. M. de; ÚNGARO, M. T. S.; FERREIRA, M. da S.; YOKOMIZO, Y; ALMEIDA, W. F. *Impacto dos Agrotóxicos sobre o ambiente, a saúde e a sociedade*. 2. ed. São Paulo, Ícone. Coleção Brasil Agrícola. 1991
- SACHS, I. *Estratégias de transição para o século XXI*. Studio Nobel. Fundap. São Paulo,SP. 1993
- SANTOS, M. *Técnica, Espaço, Tempo: Globalização e Meio Técnico-Científico Informacional*. Hucitec. São Paulo, SP. 1997
- SANTOS, M. dos S. *Proposta metodológica para o planejamento do uso agrícola da vinhaça, considerando os seus aspectos ambientais, por meio de Sistema de Informações Geográficas*. São Carlos. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 2000
- SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE – SMA *Bacia do Rio Piracicaba: estabelecimento de metas ambientais e reenquadramento dos corpos d'água*. São Paulo. Governo do Estado de São Paulo. Coordenadoria de Planejamento Ambiental. Séries Relatórios. Set. 1994
- SHAFFER, S. R.; HEAGLE, S. R.; CAMBERATO, D. M. *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. 1987
- SILVA, M.R.S. *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. 1998
- SOPRAL, S.P. *Observações a respeito da cana*. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. 1992
- SOUZA, M. P Impactos ambientais e recursos hídricos. São Carlos. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. Notas de aula. 1998
- _____. *Instrumentos de Gestão Ambiental: Fundamentos e Prática*. São Carlos, Riani Costa. 2000
- UNICA - União da Agroindústria Canavieira de São Paulo. Informação UNICA. *Boletim Informativo da Assessoria de Comunicação*. Ano3, n.33, p.4-5. Junho. 2000
- UNIDO - UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION. Towards a cleaner and mores profitable sugar industry. ONU. Áustria. Vol. 1 e 2. 1997
- USINA COSTA PINTO. *Fluxograma Simplificado*. Informativo Técnico Industrial. 2000

- VICTORIA, R. F. 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. 1993
- VOGTMANN, H. e WAGNER, R. *Agricultura ecológica: teoria e prática*. Porto Alegre, Instituto Goethe. Mercado Aberto. 1987
- WORLD RESOURCES. *World Resources 2000-2001 People and Ecosystems: The fraying Web of Life Hardbound*. 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. *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. 1997