



INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

"KEY ELEMENTS FOR A SUSTAINABLE WORLD: ENERGY, WATER AND CLIMATE CHANGE"

Produção mais Limpa e Aspectos Ambientais na Indústria Sucroalcooleira

R. P. Alvarenga ^a, T. R. Queiroz ^b

a Universidade Estadual Paulista – UNESP/Tupã, São Paulo, pazetosjb@yahoo.com.br

b Universidade Estadual Paulista – UNESP/Tupã, São Paulo, timoteo@tupa.unesp.br

Resumo

O setor sucroalcooleiro pode contribuir de forma relevante com uma forma de produção eficiente e ambientalmente correta. O problema da queima da palha da cana para o corte já possui um fim próximo. A lei que coloca fim às queimadas, o atual avanço na mecanização do campo e o crescente avanço tecnológicos das colheitadeiras de cana estão contribuindo de maneira sistemática para o fim do problema da poluição por dióxido de carbono. O modelo de gestão Produção mais Limpa usado pelas usinas de açúcar e álcool nem sempre é o que de fato caracteriza o que ocorre em muitas empresas sucroalcooleiras. Além disso, a produção de energia elétrica feita mediante o bagaço de cana-de-açúcar, a forma como os resíduos do bagaço e a torta-de-filtro são lançados ao meio ambiente descaracterizam a produção verdadeiramente limpa. Esses são lançados ao solo muitas vezes desrespeitando a capacidade que o solo comporta.

Palavras-Chave: Indústria Sucroalcooleira; Emissão de Resíduos; Produção mais Limpa.

1. Introdução e justificativa

De acordo com Barbieri (2007), Produção mais limpa é uma estratégia ambiental preventiva aplicada a processos, produtos e serviços para minimizar os impactos sobre o meio ambiente. É uma abordagem de proteção ambiental ampla que considera todas as fases do processo de manufatura ou ciclo de vida do produto, com o objetivo de prevenir e minimizar os riscos para os seres humanos e o ambiente a curto e em longo prazo. Essa abordagem requer ações para minimizar o consumo de energia e matéria-prima e a geração de resíduos e emissões.

Ainda, segundo o mesmo autor, a Produção mais Limpa estabelece uma hierarquia de prioridades de acordo com a seguinte seqüência: prevenção, redução, reuso e reciclagem, tratamento com recuperação de materiais e energia, tratamento e disposição final. É uma abordagem que requer ações para conservar energia e matéria-prima, eliminar substâncias tóxicas e reduzir os desperdícios e a poluição resultantes dos produtos e dos processos produtivos. A indústria sucroalcooleira, tanto no setor agrícola quanto no setor industrial, pode reduzir seus problemas ambientais mediante Produção mais Limpa.

Existem problemas provenientes no setor agrícola desde o processo de plantio até a colheita da cana. A vinhaça e a torta-de-filtro provenientes da indústria é lançada muitas vezes indiscriminadamente no solo antes e pós plantio da cana. Quando no

momento da colheita, a queima da palha de cana traz consigo problemas como a forte concentração de gás carbônico na atmosfera.

De acordo com CETESB, 2002, (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental), os conceitos de Produção mais Limpa consideram a geração de resíduos como desperdício de dinheiro por parte das empresas. Isso pelo fato de que o não reaproveitamento desses resíduos acarreta compra de insumos, desgaste de equipamentos e também custos envolvidos no transporte e armazenamento desses resíduos. A perda de dinheiro aqui é advinda pelo não aproveitamento dos resíduos ou uma possível eliminação desses mediante outros processos.

Justifica-se tal estudo pela relevância de se abordar as questões ambientais inerentes ao setor sucroalcooleiro, seus impactos e também as alternativas de eficiência proporcionada pela Produção mais Limpa. Em muitas empresas sucroalcooleiras, os resíduos da produção são lançados indiscriminadamente ao meio ambiente. Mediante a informação das causas e conseqüências advindas das atividades sucroalcooleiras, tanto agrícolas quanto industriais, pode-se ter um foco de atuação para que a Produção mais Limpa seja realmente alcançada.

2. Metodologia

O presente artigo foi elaborado mediante estudo bibliográfico de trabalhos científicos, bem como pela consulta em organizações que abordam o tema Ambiental, Produção mais Limpa e Gestão da Cadeia Sucroalcooleira. Assim, serão abordados os principais aspectos e impactos do setor referente à área ambiental e conceitos de Produção mais Limpa que poderiam, ou já são, utilizados pelo setor como forma de eficiência econômica e ambiental.

3. Caracterização dos aspectos ambientais do setor sucroalcooleiro

Ao se caracterizar os aspectos ambientais do setor sucroalcooleiro é preciso ter como ponto de partida o fato de que o mesmo envolve dois setores: o setor agrícola e o setor industrial. O primeiro refere-se aos aspectos ligados às atividades desenvolvidas na área em que a cultura da cana-de-açúcar ocupa. Já o segundo aos aspectos ligados à fábrica de açúcar como também na destilaria de álcool.

3.1 Aspectos da área agrícola proporcionado pela cultura da cana-de-açúcar

De acordo com Langowski (2007) os impactos negativos na área agrícola que mais merecem destaque são:

- Redução da biodiversidade causada pelo desmatamento e pela implantação da Monocultura canavieira;
- Contaminação das águas superficiais e do solo através da prática excessiva de adubos, corretivos minerais e aplicação de herbicidas (uso desregulado de subprodutos da indústria);
- Compactação do solo por conta do tráfego de maquinaria pesada durante o plantio, os tratamentos culturais e a colheita;
- Assoreamento de corpos d'água devido à erosão do solo em áreas de renovação de lavoura; e,
- Eliminação de fuligem e gases de efeito estufa na queima durante o período da colheita.

Um dos pontos mais críticos e discutidos a respeito dos impactos negativos da cana-de-açúcar é a queima da sua palha e as conseqüentes emissões de gás

carbônico (CO₂) emitidos na atmosfera. A cultura da cana-de-açúcar é extremamente eficiente no seqüestro de carbônico atmosférico (captura de gás carbônico através da fotossíntese) e apresenta um balanço positivo (absorve mais carbono do que libera). Isso mesmo ao se considerar a re-emissão do carbono com a queima do álcool por parte dos veículos que usam este combustível. Warwick e Rocha (2006).

Segundo Langowski (2007) a absorção do gás carbono pela cana se dá durante o seu período de crescimento, entre 12 a 18 meses. No momento da queimada, entre 30 e 60 minutos, ela libera todo esse gás à atmosfera. E isso é extremamente prejudicial ao meio ambiente, justamente por causa da liberação em excesso de todo carbono até então absorvido.

Além do gás carbônico acumulado e liberado à atmosfera outros gases também são formados e lançados. Dentre esses se cita o ozônio, um gás que não se dissipa facilmente em baixa altitude e que é extremamente poluente. Como impacto negativo ao meio ambiente tal gás prejudica o crescimento de plantas e o desenvolvimento de seres vivos (Piacente, 2005).

Ao se queimar a palha da cana-de-açúcar, também ocorre impacto significativo na fauna local. Mamíferos e répteis perdem suas fontes de abrigo como também de alimentos. Grande número de animais da fauna silvestre encontra abrigo e alimento em meio ao canavial, formando ali um nicho ecológico. Pássaros como as pombas colocam ovos e procriam, enquanto que os seus predadores para ali se dirigem em busca de alimento. Assim, encontram-se num canavial cobras, ratos e lagartos, cachorro-do-mato, felinos, capivara, paca. Quando vem a queimada, poucos conseguem fugir (Langowski, 2007).

Como subproduto da queimada tem-se a fuligem da cana-de-açúcar. Tal substância além de provocar transtornos pela sujeira que provoca nas residências domésticas é também causadora de doenças. De acordo com Langowski (2007) há constatação de que existe a presença de Hidrocarboneto Policíclicos Aromáticos (País) – composto cancerígeno – no sangue da maioria dos cortadores de cana-de-açúcar como também nas imediações de canaviais que sofreram queima de suas palhas.

Para sanar tais problemas decorrentes das queimadas, a lei número 11.241 vai proibir a queima de cana até o ano de 2017. No ano de 2014, plantações que estiverem em áreas com nivelamento de solo de até 12 graus, consideradas áreas mecanizadas, não poderão mais ser queimadas. Nas demais, o prazo é até o ano de 2017. Com o fim das queimadas dá-se também o fim dos empregos gerados com o corte manual, uma vez que é inviável realizar a colheita manual com a cana ainda crua.

Segundo Cunha (2005) é preciso considerar também os gases provenientes da utilização de combustíveis fósseis. Esses são oriundos da utilização de máquinas como tratores caminhões e colheitadeiras utilizados no setor. Os gases mais nocivos ao meio ambiente são CO (monóxido de carbono), CO₂ (dióxido de carbono ou gás carbono), NO_x (óxido de nitrogênio), SO₂ (dióxido de enxofre) e material particulado.

3.2 Aspectos do setor industrial proporcionado pela cultura da cana-de-açúcar

Para Langowski (2007), na fase industrial do setor sucroalcooleiro, os principais impactos da área industrial são:

- A utilização intensiva de água para o processamento industrial da cana de açúcar;

O forte odor gerado na fase de fermentação e destilação do caldo para a produção de álcool.

- A geração de resíduos potencialmente poluidores como a vinhaça e a torta de filtro. O primeiro é originário em maior grau a partir na fermentação da cana no processo de fabricação do álcool e em menor como subproduto da fabricação de açúcar. Já a torta de filtro é um resíduo composto da mistura do lodo de decantação, que é originário a partir do processo de clarificação do açúcar, e do bagaço moído.

A vinhaça é um subproduto que pode se usado como forma de Produção mais Limpa pela indústria sucroalcooleira. Ela é rica em matéria orgânica como potássio cálcio e enxofre. Sua produção pode variar entre 10 e 15 litros para cada litro de álcool produzido. Seu destino tem como fim a fertirrigação (irrigação do solo com a vinhaça). No entanto, caso não haja uma dosagem adequada do quanto se pode irrigar cada área, tal produto pode trazer impactos negativos ao meio ambiente.

Por apresentar vantagens como favorecer o desenvolvimento de microorganismos que atuam sobre diversos processos biológicos, seu uso é muitas vezes em dosagem superiores aceitáveis. Assim, como a disponibilidade de tal subproduto é alta, na maioria das vezes o mesmo é lançado no solo numa super dosagem, exatamente para que haja sua eliminação. Antes de a vinhaça ser usada como fertilizante ela tinha como destino os rios e córregos localizados perto das usinas de açúcar e álcool.

Dessa forma, quando a vinhaça que entrar em contato com o solo estiver numa concentração muito alta, essa pode contaminar tanto o solo quanto o lençol freático. De acordo com Piacente (2005) a alta concentração de vinhaça no solo e no lençol pode acarretar também uma alta concentração de diversos metais. Dentre esses, os mais prejudiciais são à amônia, magnésio, alumínio, ferro, cloreto como também matéria orgânica.

De acordo com Ludovice (1997) em canais de escoamento da vinhaça a contaminação do lençol freático pode chegar a 91,7%, tornando assim poluída à manta freática. Em terrenos muito arenosos o solo absorve um metro de vinhaça a cada 4 dias. Em terrenos mais compactos tal absorção ocorre no dobro do tempo, 8 dias. Isso é um risco alto, uma vez que depois de contatado a contaminação, as possibilidades de reversão são pequenas (Piacente e Piacente, 2005).

O subproduto torta-de-filtro, assim como a vinhaça, também apresenta potencial de utilização como forma de Produção mais Limpa pelas usinas sucroalcooleiras. Sua produção é da ordem de 30 a 40 kg por tonelada de cana moída. É um composto muito rico em proteína, composto orgânico de alta demanda pela cana. Sua utilização se dá tanto na irrigação do solo preparado para o plantio da cana-de-açúcar como também no lançamento direto na vala onde a muda da cana será plantada.

Segundo a UDOP (2007), ao adotar substitutos de adubos químicos como a torta e a vinhaça, pode acarretar uma diminuição dos custos em torno de US\$ 60 por hectare. Assim, da mesma forma que a vinhaça, usa-se muito a torta de filtro para se diminuir custos de produção como também para dar um destino ao subproduto que não mais nos rios, como há décadas atrás.

No entanto, segundo Piacente (2005), tal subproduto pode ser muito poluente, quando não armazenado e aplicado de forma adequada. Da mesma forma que a vinhaça, a torta pode acarretar sérios danos à manta freática bem como no solo que foi depositado e usado incorretamente. Assim, seu depósito não pode ser feito diretamente ao solo. Uma forma de armazenar corretamente a torta sem que a mesma cause impactos negativos ao meio ambiente é seu depósito sobre lonas plásticas.

Como se nota, parte agrícola apresenta aspectos e características ligados diretamente ao processo de ocupação territorial e a utilização excessiva de recursos naturais como água e solo. Já a divisão industrial apresenta seus aspectos mais

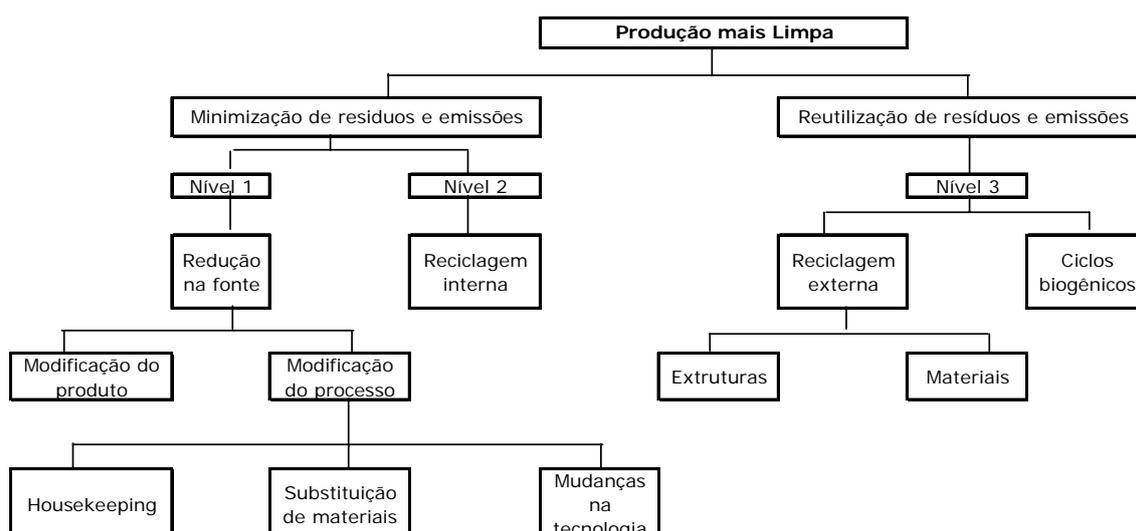
ligados intimamente com os processos de transformações da matéria prima, que também são responsáveis pela geração de diversas externalidades negativas. De forma geral, trata-se de um setor altamente dependente de recursos naturais, principalmente água e solo, e que está instalado em áreas econômica e socialmente importantes do país (Piacente,2005).

4. Produção mais Limpa

De acordo com CETEBS, 2002, (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental) a Produção mais Limpa pode ser aplicada a produtos, processos e serviços. O modelo de gestão ambiental Produção mais Limpa aumenta a eficiência ambiental e reduz os riscos ao homem e ao meio ambiente. Dessa forma, a Produção mais Limpa é aplicada em processos e produtivos na conservação de matérias-primas, água e energia, na eliminação de toxicidade de matérias-primas e resíduos.

Em produtos, sua aplicação possui o intuito de reduzir os impactos negativos dos produtos ao longo do seu ciclo de vida, desde a extração de matérias-primas até sua disposição final. Em serviços sua implantação é na forma de incorporar questões ambientais no planejamento e execução dos serviços (CETESB, 2002). Ainda, segundo Barbieri, 2007, a Produção mais Limpa estabelece uma hierarquia de prioridades de acordo com a seguinte seqüência: prevenção, redução, reuso e reciclagem, tratamento com recuperação de materiais e energia, tratamento e disposição final.

Essa hierarquia apontada por Barbieri pode ser simplificada de acordo com a Figura 1 abaixo. Tal figura apresenta três níveis de produção mais limpa. As de nível 1 são caracterizadas como de prioridade máxima, possuem o objetivo de reduzir emissões e resíduos na fonte e envolvem modificações em produtos e processos. No nível 2 estão as emissões e os resíduos que continuam sendo gerados. Já o nível 3 ocorre quando a emissão ou o resíduo não tem como ser aproveitado pela unidade produtiva que o gerou, sendo nesse caso a reciclagem externa a alternativa, vendendo ou doando os resíduos para quem possa utilizá-los.



Fonte: Barbieri, 2007.

Fig. 1- Níveis de Intervenção da Produção Mais Limpa.

4.1 *Produção mais Limpa no setor sucroalcooleiro e a co-geração de energia a partir do bagaço de cana-de-açúcar*

O setor sucroalcooleiro em variados casos já realiza diversas atividades de produção mais limpa. O uso da vinhaça e da torta-de-filtro pode ser caracterizado como inserido como forma de produção mais limpa. Nesses casos, porém, como já apresentado no presente estudo, há ressalvas a se considerar em virtude da forma como são utilizadas por muitas empresas sucroalcooleiras.

Por outro lado, a co-geração de energia a partir do bagaço de cana está inserido no contexto de Produção mais Limpa, além de ser considerado um impacto positivo ao meio ambiente. O potencial de geração de energia a partir do bagaço de cana-de-açúcar brasileiro equivale a 25 mil GigaWatts/hora. Tal potencial equivale a 5,4% dos 461.029 GWh gerados no ano de 2006 por todas as fontes energéticas do País (Simões, 2008).

De acordo com Filho (2003), uma tonelada de cana produz cerca de 140 quilos de bagaço. Desses, 90% são usados na produção de energia (entre térmica e elétrica). Há também que se considerar a capacidade de aproveitamento da palha da cana que atualmente é deixada no campo (quando colhida mecanicamente) ou é queimada (quando queimada para ocorrer corte manual). Uma tonelada de cana é capaz de gerar 140 quilos de palha.

Dentre as vantagens em relação ao uso da energia co-gerada a partir do bagaço/palha da cana-de-açúcar, cita-se:

- Diminuição dos riscos provenientes de à falta de energia em virtude de uma seca prolongada, haja visto que a Matriz Energética Brasileira é composta em grande parte por hidroeletricidade;
- Uso mais eficiente do conteúdo de energia da fonte primária, por meio do aproveitamento de parte da energia térmica que normalmente seria rejeitada para a atmosfera (Leme, 2005).

De acordo com Leme, 2005, o fornecimento de energia co-geradas por parte das usinas merece atenção em pontos relevantes como à necessidade de oferta constante de energia. Assim, há que se assegurar o fornecimento de energia constante, inclusive em períodos de entre safra. Para isso, o autor enfatiza que é possível ampliar o potencial de produção de eletricidade das seguintes formas:

- Substituição das caldeiras de baixa pressão por cadeiras de alta pressão;
- Conservação do uso de energia térmica e eletromecânica no processo. Isso resultaria num aumento das sobras de potência para produção de eletricidade excedente;
- Um possível uso da palha de cana como combustível adicionado ao bagaço.

A Tabela 1 abaixo simplifica os principais resíduos da indústria sucroalcooleira e seus respectivos exemplos de medidas de Produção mais Limpa. Em tal tabela, consta o tipo de rejeito da indústria sucroalcooleira, sua origem e seus principais componentes. A partir da mesma, a última coluna exemplifica as medidas de produção mais limpa para cada subproduto indicado que se enquadram como forma de Redução e Reuso/Reciclagem.

Tabela 1 – Medidas de Produção mais Limpa para rejeitos do setor sucroalcooleiro

Rejeito	Origem	Composição	Exemplos de medidas de P + L	
			Redução	Reuso / Reciclagem
Água de lavagem da cana	Lavagem da cana antes da moagem	-Alto teor de sacarose, principalmente no caso de despalha com fogo; - Matéria vegetal, terra e pedregulhos aderidos;	- Eliminação das queimadas para despalha reduz a concentração de terra e pedregulhos, podendo haver dispensa da lavagem; - lavagem em mesas separadas onde ocorre o desfribrilamento (evita perda de bagacilho aderido); - Remoção a seco de parte das impurezas	- Reciclagem no processo de embebição (permite recuperação de parte da sacarose diluída); - Reciclagem no processo de lavagem (necessário tratamento para remoção de sólidos grosseiros e resíduos sedimentáveis, e eventualmente para remoção substâncias orgânicas solúveis)
Água dos condensadores barométricos e água condensada nos evaporadores	Concentração do caldo	Água contendo açúcares arrastados em gotículas.	• Redução perda do xarope: - redução da velocidade do fluxo; - redução da temperatura da água de condensação; • Recuperação do xarope: - uso de obstáculos que diminuam o arraste (separadores e recuperadores de arraste); - aumento da altura dos evaporadores;	• Reciclagem da água no próprio processo (cuidado com teor de açúcar); • Reciclagem no processo, mas em outra etapa, como: - embebição da cana; - lavagem do mel após cristalização do açúcar; - geração de vapor; - lavagem filtros; - preparo de solução para caleagem (na clarificação);
Bagaço	Moagem da cana e extração do caldo	Celulose, com teor de umidade de 40 a 60%	-	- Cogeração energia elétrica; - Obtenção de composto- (uso como adubo); - Produção de ração animal; - Produção de aglomerados; - Produção de celulose;
Torta de filtro	Filtração do lodo gerado na clarificação	- Resíduos da calagem; - Rico em fosfatos.	-	- Uso como condicionador do solo; - Produção de ração animal
Vinhoto	- Resíduos da destilação do melaço fermentado para obtenção do álcool.	Alta DBO e DQO	-	- Uso como fertilizante (importante utiliza-lo na taxa de aplicação adequada, caso contrário há contaminação)
Água da lavagem das dornas	- Lavagem dos recipientes de fermentação, p/ obtenção álcool (volume reduzido);	- Semelhante ao vinhoto, mas bem mais diluído (cerca de 20% de vinhoto);	-	-
Melaço	- Fabricação do açúcar	Alta DBO	Praticamente todo usado na produção do álcool.	- Produção de álcool - Fabricação de levedura.
Ponta de cana	- Corta de cana para moagem	-	-	- Alimento animal

Fonte: CETESB, 2002

5. Considerações finais

Não só o setor sucroalcooleiro, mas também todos os setores econômicos produtivos tem sofrido forte pressão ambiental por parte não mais apenas de órgãos ambientais. A presença de uma presente sociedade mais consciente sobre as origens e os destinos dos produtos que consome tem refletido em mudanças de paradigmas e dogmas antes incontestáveis por parte de muitos setores poluidores do meio ambiente. O parque sucroalcooleiro nacional apresenta entraves e avanços em relação à proteção ao meio ambiente e a forma de utilização de uma base de gestão ambiental que se caracterize por Produção mais Limpa.

A questão das emissões de dióxido de carbono lançado à atmosfera quando a palha da cana é queimada para que haja o corte já apresentou grandes avanços. O país apresenta uma ascensão em relação ao uso de colheitadeiras de cana e também há a Lei que colocou um prazo para o fim das queimadas. A associação desses dois fatos apresenta um forte avanço em relação ao que era até pouco tempo atrás o maior problema ambiental do setor sucroalcooleiro.

A forma como o modelo de Gestão Ambiental de Produção mais Limpa tem sido divulgado pelas usinas de açúcar e álcool nem sempre reflete a realidade do que ocorre. O uso da vinhaça e da torta-de-filtro é uma forma de Produção Mais Limpa, desde que seu uso não seja indiscriminado e realizado respeitando o teor de concentração que o solo comporta. O lançamento desses subprodutos não deve ser uma forma de “despejo” dos restos de produção ao solo sobre a óptica de respeito ao meio ambiente sobre o título de produção sustentável.

O grande avanço em relação à Produção mais Limpa das usinas é refletido no seu potencial de geração de energia elétrica a partir do bagaço de cana. A geração de toda energia consumida pelas usinas e a também a possibilidade de venda do excedente de energia produzida é um avanço com benefícios para todos os setores econômicos, não apenas para o sucroalcooleiro. Num país onde há pouco tempo atrás houve o “apagão elétrico” pela falta de capacidade da então atual matriz energética, o fato de uma nova forma de energia limpa disponível ajuda a evitar um novo caos no suprimento de energia e contribui para o desenvolvimento do país.

O modelo de Gestão Ambiental Produção mais Limpa no setor sucroalcooleiro ainda é uma forma de gestão relativamente nova. Isso foi comprovado pela pouca disponibilidade de material científico abordando o tema “Produção mais Limpa na Indústria Sucroalcooleira” e pelas práticas, ainda incipientes, das empresas nessa vertente. Como se pôde comprovar pelo estudo, muitos dos processos efetuados pelas usinas sobre o prisma da “Produção mais Limpa” são, na verdade, meios de descarte de alguns de seus subprodutos. Enfatiza-se, assim, a necessidade do aprofundamento científico acerca do tema para que o mesmo sirva como norte para a real implantação de um modelo de Produção mais Limpa na indústria energética do açúcar e do álcool.

6. Referências

Barbieri, J. C. Gestão Ambiental Empresarial: conceitos, modelos instrumentos. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2007.

CETESB. A Produção Mais Limpa (P+L) no Setor Sucroalcooleiro – informações gerais. São Paulo, 2002. Disponível em <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Adubacao_organica_producao_mais_limpaID-37HFh1RpEg.pdf> . Acesso em 20/02/2009.

Cunha, M. P. da. Inserção do Setor Sucroalcooleiro na matriz energética do Brasil: uma análise de insumo-produto. 2005. 113p. Dissertação (Mestrado em Matemática

Aplicada) – UNICAMP, Campinas. Disponível em:
 <<http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000348611>>. Acesso em:
 23/07/2007.

Filho, M. A. Colhedora de cana preserva emprego e reduz desperdício. Jornal da Unicamp. 2007. Disponível em:
 <http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/julho2007/ju365pag05.html>. Acesso em: 20/07/2007.

Langowski, E. Queima da cana: uma prática usada e abusada. Cianorte, maio de 2007. Disponível em:
 <<http://www.apromac.org.br/QUEIMA%20DA%20CANA.pdf>>. Acesso em:
 23/07/2007.

Leme, R.M. Estimativa das emissões de poluentes atmosféricos e uso de água na produção de eletricidade com biomassa de cana-de-açúcar. 2005. 160p. (Dissertação em Planejamento de Sistemas Energéticos) Unicamp, Campinas. Disponível em: <<http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000380195>>. Acessado dia 27/07/2007

Ludovice, M.T.F. Estudo do efeito poluente da vinhaça infiltrada em canal condutor de terra sobre o lençol freático. 1997. 143p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – UNICAMP, Campinas. Disponível em:
 <<http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000124559>>. Acesso em:
 26/07/2007.

MAPA. Agricultura Brasileira em Números. 2007. Disponível em:
 <<http://www.agricultura.gov.br/>> Acesso em: 05/04/2007. Piacente, F. J.; Piacente, E. A. Desenvolvimento sustentável na agroindústria canaveira: uma discussão sobre resíduos. Disponível em:
 <<http://www.cori.unicamp.br/IAU/completos/Desenvolvimento%20Sustentavel%20Agroindustria%20Canaveira%20uma%20discussao%20sobre%20os%20residuos.doc>>. Acesso em: 28/07/2007.

Piacente, F.J. Agroindústria Canaveira e o Sistema de Gestão Ambiental: o caso das usinas localizadas nas Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. 2005. 181p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico) – UNICAMP, Campinas. Disponível em:
 <<http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000386200>>. Acesso em:
 22/07/2007

Simões, J. Aproveitamento da energia gerada com bagaço depende de estímulo. 2008. Inovação UNICAMP. Disponível em:
 <http://www.inovacao.unicamp.br/etanol/report/newsenergia_bagaco080225.php> . Acesso em: 23/03/2008

UDOP. Subprodutos da cana se tornaram fonte de receita. 2007. Disponível em: <<http://www.udop.com.br/geral.php?item=noticia&cod=907>>. Acesso em : 27/07/2007

Warwic, M e Rocha, M. O Agronegócio da cana e as Mudanças do Clima – Algumas Implicações da Convenção do Clima sobre o Setor Sucroalcooleiro. UDOP, 2006. Disponível em:
 <<http://www.udop.com.br/geral.php?item=noticia&cod=980>> Acesso em: 23/07/2007.