

**AMPLIAÇÃO DA OFERTA DE ENERGIA  
ATRAVÉS DA BIOMASSA**

**FIESP/CIESP - SETEMBRO 2001**

*Preocupados com a situação por que passa o Brasil quanto a questão energética, a FIESP/CIESP houve por bem elaborar um trabalho visando apresentar uma proposta de aproveitamento do bagaço de cana de açúcar para co-geração de energia elétrica.*

*O setor industrial entende não ser viável para o desenvolvimento do nosso país estarmos sujeitos a situações como esta da crise energética, que na prática, impede a expansão da produção industrial.*

*Devemos encontrar alternativas que dinamizem ao máximo a presente fase de crescimento da economia brasileira, impulsionado pela indústria. Além disso, não é possível ignorar que refrear as atividades industriais trará fortes efeitos de longo prazo no desenvolvimento do país, com potencial de prejudicar a própria inserção do Brasil na globalização.*

*A co-geração de energia através da biomassa do bagaço de cana de açúcar não é nenhuma novidade. A utilização da queima do bagaço em caldeiras já é uma prática utilizada pelas usinas e outros setores industriais para suprir as necessidades próprias de energia, e algumas, inclusive, já disponibilizam o excedente para as companhias distribuidoras de energia elétrica.*

*O que se busca agora é um incremento dessa disponibilização de “excedente” de energia, através da otimização dos processos industriais e a maximização do aproveitamento da queima do bagaço.*

*Acreditamos que ações devam ser tomadas que viabilizem esta alternativa, com um sentido único de diminuir os riscos de novas crises no setor elétrico, possibilitando o perene crescimento industrial e do país, sem comprometimento da sua capacidade produtiva, gerando empregos e contribuindo para o bem estar da coletividade.*

*Neste sentido, a FIESP/CIESP procurando levar à toda sociedade e principalmente aos setores governamentais responsáveis pelo setor elétrico, uma alternativa de incremento da oferta de energia, edita esta publicação.*

*Horacio Lafer Piva*

*Presidente da FIESP/CIESP*

## SUMÁRIO

1 – Introdução	7
2 – A situação do setor energético	8
3 – Biomassa	11
4 – Setor sucroalcooleiro	11
4.1 – A cadeia produtiva do setor sucroalcooleiro	13
5 – Aspectos Ambientais	16
5.1 – A conformidade ambiental legal	16
5.2 – Alterações e impactos ambientais	12
5.3 – Recursos hídricos e efluentes	22
5.4 – A geração de energia do bagaço e o efeito estufa	29
5.5 – Emissões atmosféricas	35
5.6 – A questão das queimadas	40
5.7 – A questão do licenciamento ambiental	42
5.8 – Resíduos sólidos	46
6.0 – A co-geração e as oportunidades para o setor sucroalcooleiro	57
6.1 – Cenários tecnológicos	59
6.2 – Estabelecimento dos cenários tecnológicos	61
6.3 – As dificuldades	71
7.0 – Conclusão	73
Anexos	77
Referência Bibliográfica	86

## 1- INTRODUÇÃO

Com a atual necessidade de ampliar o parque nacional de geração de energia elétrica, devido a tendência de aumento do consumo de energia elétrica, associado à diminuição dos níveis dos reservatórios das hidrelétricas, fazem com que as usinas de açúcar e destilarias de álcool fiquem em evidência.

Conseqüentemente percebeu-se neste setor um potencial até então pouco explorado que é a co-geração de energia elétrica através da queima do bagaço da cana ( Biomassa ) e posterior venda de excedentes às concessionárias, aproveitando-se melhor, os recursos disponíveis.

A exploração deste potencial, além disto, traz benefícios para o meio ambiente e contribui para consolidar o modelo competitivo do setor elétrico, além de agregar ao sistema uma energia de custo baixo, imune às variações internacionais do preço do petróleo e cambiais, e que pode ser disponibilizada em prazos relativamente curtos, contribuindo, desta forma, para a redução do risco de déficit.

Do ponto de vista energético, as usinas sempre produziram um volume grande de bagaço, tornando-se um grande transtorno quanto à disposição deste bagaço na natureza.

Diante deste fato, as Usinas instalaram ao longo dos anos, modelos que consomem todo esse resíduo sem deixar nada sobrar, dessa forma, evita-se o consumo de combustíveis externos e se dispõe do bagaço produzido.

Normalmente o bagaço que queima nas caldeiras, não tem o seu aproveitamento otimizado, fazendo-se necessário uma modernização do parque industrial nas Usinas, obtendo-se maior rendimento e eficiência no processo. Neste contexto, a indústria participa com o fornecimento de produtos, envolvendo toda uma cadeia produtiva que relaciona-se com o setor sucroalcooleiro.

Diante deste cenário, decidiu-se desenvolver um estudo, para analisar os gargalos e as oportunidades da co-geração de energia elétrica do setor sucroalcooleiro, possibilitando um incremento na oferta de energia e os respectivos impactos no Estado e na indústria paulista.

## 2- A SITUAÇÃO DO SETOR ENERGÉTICO

### a) Brasil

O Brasil tem hoje uma predominância energética de origem hídrica, representando aproximadamente 95% da capacidade nominal instalada (Gráfico 1), tornando-se um país praticamente monoenergético.

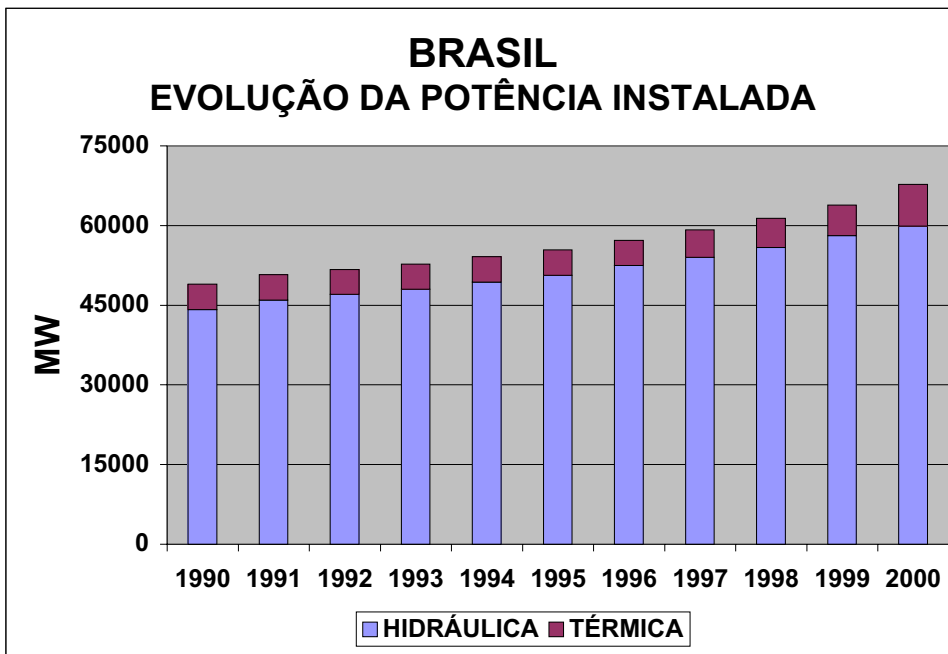
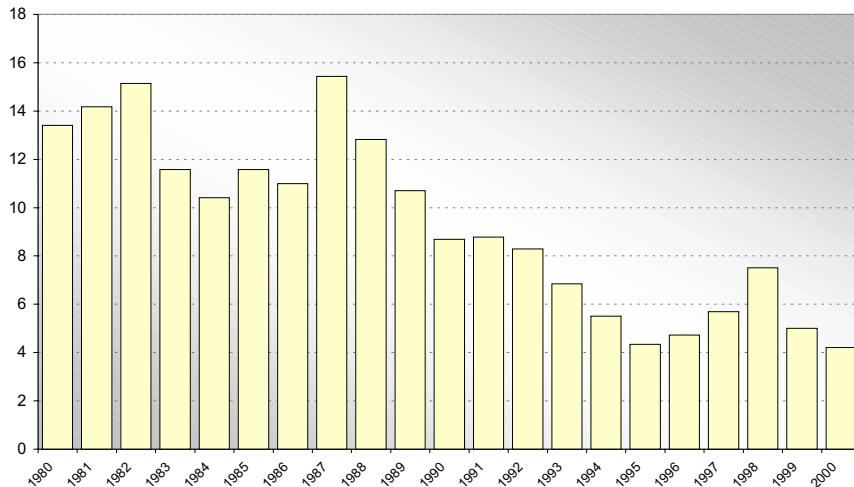


Gráfico 1 - Fonte Fiesp/Ciesp

Boa parte do potencial hídrico, já encontra-se em operação ou em construção, contudo a implantação de novas hidrelétricas nas bacias existentes, carecem de altos investimentos (Gráfico 2), excessivo tempo de construção e implicam em promover impactos ambientais significativos que não devem ser negligenciados.

Gráfico 2 – Investimentos do Setor Elétrico (US\$ bilhões)



O processo de reformas no setor elétrico foi iniciado pela Lei das Concessões dos Serviços Públicos (Lei nº 8.987) e pela Lei nº 9.074, que deram oportunidade ao produtor independente e à iniciativa privada de se engajarem no processo de geração e de distribuição de energia elétrica, através de processos licitatórios. O modelo estrutural do setor elétrico sofreu, então, algumas modificações.

A Lei nº 1.699/96 criou a Aneel (Agência Nacional de Energia Elétrica), o novo órgão regulador, cabendo a ela promover e regular a competição. A Aneel tem a incumbência de regular os serviços de eletricidade e não o uso da água, como anteriormente era atribuído ao DNAEE.

A reestruturação dividiu a indústria de energia elétrica em firmas de geração que competem entre si para vender energia, a qual é transmitida por um sistema de transmissão de alta tensão para firmas de distribuição independentes e consumidores livres. A indústria da energia elétrica pode ser dividida em quatro segmentos após sua reestruturação: (1) geração, (2) transmissão, (3) distribuição e (4) varejo.

No novo modelo, a energia elétrica é considerada como mercadoria, sendo vendida num mercado aberto. Para isso foi criado através a Lei

9.648/98 o Mercado Atacadista de Energia Elétrica (MAE) e a figura do Operador Nacional do Sistema (ONS). Com isso assegurou-se uma nova funcionalidade ao setor, com redefinições importantes tanto na organização do mercado como nos mecanismos de comercialização de energia, em que foram estabelecidos limites que preservam a competição e garantem as condições necessárias à operação otimizada do nosso sistema elétrico, predominantemente de base hidráulica.

Criou-se, também, através da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Para o setor elétrico, a Lei traz implicação direta nos planejamentos da expansão (construção de novas plantas) e operação (otimização do uso dos reservatórios), ao determinar que a outorga e a utilização de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica sejam subordinadas à Política Nacional de Recursos Hídricos.

## **b) ESTADO DE SÃO PAULO**

O Estado de São Paulo é responsável pela geração de aproximadamente 21% da energia elétrica do País, são 13.400 MW gerados, sendo 12.890 MW de origem hidráulica e 510 MW de origem térmica.

São consumidos aproximadamente 106 mil GWh, incluso 7% de perdas no processo, e gerando 57 mil GWh, sendo necessário importa 46% da energia elétrica. São Paulo consome mais de 32% da produção nacional de energia elétrica.

Cabe destacar que a CESP, uma das maiores geradoras do país, possui uma capacidade instalada de 6.824 MW, sendo responsável por 51% de toda capacidade instalada no Estado de São Paulo e 10,7 % do Brasil.

As principais empresas de geração do Estado de São Paulo, são: CESP - Companhia Energética de São Paulo; Companhia de Geração de Energia Elétrica Tietê; Duke Energy Internacional, Geração Paranapanema S.A. e EMAE - Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A.

No setor de distribuição de energia elétrica, as principais concessionárias que atuam no Estado de São Paulo são:

BANDEIRANTE Energia S.A.; CPFL - Companhia Paulista de Força e Luz; ELETROPAULO Metropolitana – Eletricidade de São Paulo S.A. e ELEKTRO - Eletricidade e Serviços S.A.

### **3- BIOMASSA**

A energia de biomassa é aquela fornecida por materiais de origem vegetal renovável ou obtido pela decomposição de dejetos. O Brasil tem desenvolvido tecnologia a vários anos para a utilização da biomassa como fonte geradora de energia, gerando empregos e com muito pouco recurso financeiro. Hoje são conhecidas diversas fontes renováveis de biomassa como : lenha, carvão vegetal, babaçu, óleos vegetais, resíduos vegetais, sisal, biogás, casca de arroz, cana de açúcar (bagaço da cana, palha e álcool ).

Além destas, temos outras fontes geradoras de energia como solar, eólica, marés, e outras, que também poderiam agregar o seu potencial à matriz energética do país.

Espera-se, que a utilização da biomassa como fonte de energia, aumente consideravelmente, através de uma política clara de comercialização, pela sua vantagem de geração descentralizada, próxima aos pontos de carga e pelos benefícios ambientais decorrentes da sua utilização.

### **4- SETOR SUCROALCOOLEIRO**

A cana de açúcar é um dos principais produtos agrícolas do Brasil, sendo cultivada desde a época da colonização. Do seu processo industrial, obtém-se o açúcar e suas derivações, álcool anidro e hidratado, o vinhoto, a levedura de cana e o bagaço.

O setor hoje compreende aproximadamente 304 usinas e destilarias no país, sendo 140 apenas no Estado de São Paulo. Gera atualmente mais de 900.000 empregos diretos no país ( 500.000 em São Paulo ) e indiretos mais de 3,5 milhão ( 2 milhão em S.P. ).



Somente no Estado de São Paulo, o setor sucroalcooleiro movimentou 7,1 bilhão de reais, na safra 00/01, representando 2,2% do PIB do estado.

## OS NÚMEROS DO SETOR - SAFRA 2000/2001

### Número de Unidades Produtoras

BRASIL.....	304
SÃO PAULO.....	140

### Moagem de Cana Total (em milhões de toneladas)

BRASIL.....	252
SÃO PAULO.....	148

### Produção de Açúcar (em milhões de sacas de 50 kg)

BRASIL.....	317
SÃO PAULO.....	194

### Exportação de Açúcar ( em milhões de toneladas)

BRASIL.....	6,5
SÃO PAULO.....	4,2

### Produção de Álcool Anidro (em milhões de litros)

BRASIL.....	5,5
SÃO PAULO.....	3,5

### Produção de Álcool Hidratado (em milhões de litros)

BRASIL.....	4,9
SÃO PAULO.....	2,9

### Produção Total de Álcool (em milhões de litros)

BRASIL.....	10,6
SÃO PAULO.....	6,4

## 4.1 CADEIA PRODUTIVA DO SETOR SUCROALCOOLEIRO

A fim de possibilitar uma visualização do setor sucroalcooleiro foi montado o fluxograma da cadeia produtiva, ( anexo A ). Por meio dele, podemos avaliar o conjunto de atividades econômicas que se articulam progressivamente até a elaboração do produto final, açúcar e/ou álcool, pelas usinas/destilarias. O fluxograma mostra ainda os segmentos industriais que estão a jusante das usinas, ou seja, as indústrias que utilizam açúcar ou álcool como matéria-prima para a fabricação de seus produtos.

A esse conjunto de atividades econômicas dá-se o nome de cadeia produtiva, e cada setor integrante da cadeia recebe a denominação de elo. Como em uma corrente, os elos estão interligados, ofertando e/ou demandando produtos e serviços. A interdependência existente entre os elos demonstra de maneira muito clara como os ganhos auferidos por um segmento do sistema pode refletir positivamente em toda a cadeia produtiva.

A atual necessidade de ampliar o parque nacional de geração de energia elétrica, devido a tendência de aumento do consumo , associado à diminuição dos níveis dos reservatórios das hidrelétricas, pois em evidência as usinas de açúcar e destilarias de álcool dado o seu potencial de geração de energia elétrica no curto prazo, além do efeito ambiental positivo dado pela redução do nível de emissões de gases como o CO<sub>2</sub>, grande vilão do efeito estufa.

Diante do cenário volátil que vem acompanhando o setor sucroalcooleiro, é inevitável se pensar em diversificação de produtos e formas de melhor aproveitar os recursos disponíveis como fonte incremental de receita. A co-geração de energia e a venda do excedente pode ser a resposta do setor sucroalcooleiro ao desafio, imposto ao empresariado, que é a busca constante de novos produtos e mercados.

A ampliação da oferta de energia elétrica pelo setor sucroalcooleiro é interessante não apenas para ajudar o país a superar a crise energética como para fortalecer um setor estratégico para a economia brasileira.

O sistema Agro-industrial da Cana-de-açúcar é um dos mais antigos,

está ligado aos principais eventos históricos, e é de enorme importância ao Brasil. O país é, juntamente com a Índia, o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, isoladamente o maior produtor de açúcar e de álcool e o maior exportador mundial de açúcar. Seus números são na casa dos bilhões. Segundo estimativas, movimenta anualmente cerca de US\$ 12 bilhões distribuídos da seguinte maneira: 7% em insumos, 32% na produção agrícola, 21% na produção industrial, 16% em distribuição e vendas e 24% em arrecadação de impostos.

A partir de meados da década de 70, passou por importante transformação, deixando de ser exclusivamente voltado para o setor de alimentos, para destinar-se ao setor energético, através do Proálcool. Este fomentou o destino da cana para produção de combustível, tendo efeito positivo no aumento da competitividade do sistema como um todo. As escalas de produção e moagem de cana cresceram assim como ganhos importantes em produtividade foram atingidos. Em pouco tempo, o país criou uma ampla rede de distribuição de álcool hidratado, adaptou pioneiramente veículos, desenvolveu tecnologias para uso de álcool anidro como aditivo para combustíveis, WAACK & NEVES,.

A geração e venda de excedentes de eletricidade pelas usinas/destilarias deverá, não na mesma proporção do Proálcool, refletir positivamente em toda a cadeia produtiva do setor sucroalcooleiro, seja pela redução nos custos de produção do açúcar e do álcool, seja pela diversificação do setor, oferecendo-lhe maiores condições de estabilidade econômica.

Não parece haver muitas dúvidas sobre a grande competitividade do sistema agro-industrial da cana-de-açúcar em âmbito mundial. Há consenso de que produz-se o açúcar mais barato do mundo. As vantagens são obtidas na fase agrícola e no processamento da cana, refletindo-se no bom desempenho do país no mercado mundial, apesar dos altos custos de frete, portuários, defasagem cambial e em especial protecionismo internacionais. Tecnicamente, tanto a fase agrícola como do processamento da cana vem absorvendo as principais inovações que se apresentam.

O álcool, que não se compara em custos ao petróleo como combustível,

mas que tem aplicação crescente como aditivo à gasolina. Convive com grandes incertezas futuras relacionadas às reservas ( e preço) de petróleo e a demandas ambientais. Seja como for, o Brasil é o país com maior vantagem competitiva neste produto. Quanto ao álcool como aditivo, até oferece nítidas vantagens se comparado ao chumbo tetraetila e aos aromáticos, tendo como produto competidor o MTBE. A cana-de-açúcar é também o insumo mais interessante economicamente. Os EUA vêm desenvolvendo tecnologia de produção de etanol a partir de milho, mas com eficiência aquém da desejada se comparada com a cana, WAACK & NEVES,.

A redução dos custos na produção de álcool deverá impulsionar a alcoolquímica, seja para fins carburantes ou para aplicações mais nobres ( químico-farmacêutica ). Já a sucroquímica, que gera negócios nas áreas farmacêutica ( aminoácidos, vitaminas e antibióticos ) de alimentos ( aminoácidos e aditivos diversos ) e química (enzimas e ácidos orgânicos ), ganhará competitividade.

A quantidade de bagaço disponível para a co-geração tem relação direta com a definição do tamanho dos mercados de açúcar e álcool e estes dependem da definição da matriz energética do país. Um plano de co-geração precisa estar associado a um plano estratégico para o setor que defina o tamanho do canavial e dos mercados para seus produtos.

Aumentar a área cultivada com cana-de-açúcar implica em aumento do consumo de corretivos e fertilizantes, defensivos, tratores, colheitadeiras, implementos agrícolas, caminhões. As indústrias fabricantes destes produtos seriam beneficiadas, gerariam empregos de melhor qualificação e conseqüentemente maior remuneração. A arrecadação de impostos também seria aumentada.

Pólos industriais como os de Piracicaba, Sertãozinho e Araçatuba, já sentem os reflexos da procura de equipamentos destinados ao processamento da cana e sistemas destinados à co-geração de energia a partir do bagaço de cana-de-açúcar. Há fabricantes de caldeiras, turbinas, geradores, entre outros equipamentos, com produtos em carteira para entrega em 2003.

Os investimentos médios por kw de potência adicional instalada que é

um montante inferior ao investimento em hidroelétricas e em muitas termelétricas, apresentando como principais vantagens o menor prazo de implantação e a utilização mais racional dos insumos energéticos renováveis disponíveis.

O custo da energia elétrica gerada nas usinas e destilarias, compreendendo a amortização dos investimentos, a remuneração do capital e a cobertura dos custos operacionais propicia valores muito competitivos para a auto-suficiência e para a entrada da unidade em um novo negócio que é a comercialização de energia elétrica.

## **5. ASPECTOS AMBIENTAIS**

### **5.1 A CONFORMIDADE AMBIENTAL LEGAL**

O atendimento aos requisitos ambientais legais de um empreendimento é obrigatório e constitui pressuposto básico para sobrevivência empresarial, vantagens competitivas e maior aceitação no mercado. No entanto, o quadro legal é formado por numerosas regras dispersas em leis, decretos, portarias e deliberações, nos três níveis de governo, muitas vezes se superpondo, ou com conceitos heterogêneos e complicados.

Dentre as questões legais relevantes para o setor sucroalcooleiro, que incluem o atendimento desde a padrões de emissões e lançamentos até a diretrizes de uso do solo, serão aqui destacadas as relativas ao uso de agrotóxicos, à queimada e ao licenciamento ambiental.

### **5.2 ALTERAÇÕES E IMPACTOS AMBIENTAIS**

A questão ambiental associada à produção de energia do bagaço da cana-de-açúcar possui vários aspectos de ordem técnica, legal e social.

A produção de energia normalmente é considerada atividade modificadora do meio ambiente nos termos da lei. No entanto, a produção de energia a partir do bagaço de cana, quando gerenciada com cuidados ambientais, tende a ser melhor aceita, por ser renovável, de caráter sustentável, com resí-

duos reaproveitáveis, e de inserção adequada na questão de emissões de gases do efeito estufa.

Como ilustração, cita-se que no dia 07.06.01, no programa de TV Opinião Nacional da TV Cultura (21:00h), ambientalistas representantes das organizações não-governamentais (ONGs) SOS Mata Atlântica (Mário Mantovani) e Greenpeace, aprovaram a produção de energia pelo bagaço de cana, considerando-a ambientalmente adequada por possibilitar a captura do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) emitido no processo de geração de energia, com o próprio cultivo da cana-de-açúcar, através da fotossíntese.

As alterações ambientais e os impactos (alterações significativas) desencadeados nas diferentes etapas do sistema de geração de energia do bagaço, desde o cultivo da cana até a colocação da energia na subestação da distribuidora, são diversificados e necessitam ser previstos e mitigados.

As principais atividades modificadoras do meio ambiente envolvidas no sistema correspondem ao cultivo da cana, à unidade industrial de álcool e açúcar, à usina de geração e à linha de transmissão até a subestação da distribuidora. Este sistema é quase totalmente eficiente, com adição relativamente pequena de insumos, sendo que a maior parte dos resíduos, efluentes e emissões pode ser reintroduzida ou recapturada no campo.

De forma genérica, são relacionados a seguir os processos tecnológicos e respectivos aspectos ambientais, considerando-se as fases de implantação e funcionamento de um empreendimento desse tipo.

#### **a) cultivo da cana-de-açúcar**

aa) movimentação de solo e rocha (abertura de caminhos e estradas de terra; execução de barragens para armazenamento de água; implantação de terraços e canais escoadouros);

ab) obras e instalações de apoio (abrigos, silos e armazéns);

ac) preparo do solo: inclui a limpeza do terreno, aração (subsolagem), gradagem, calagem, cobertura morta (palha), aplicação de água residuária (p.ex de lavagem de chaminé da unidade industrial, aspergida no solo);

ad) adubação: química (nitrogênio, fósforo, potássio – NPK), orgânica

(vinhoto, por aspersão no solo, e “torta” de filtro – resíduo que fica na peneira do garapeiro – diretamente no solo);

ae) plantio (práticas conservacionistas);

af) manejo integrado de praga – MIP (controle biológico da broca da cana, com vespa);

ag) aplicação de biocidas: inseticida (aplicação aérea e terrestre) e herbicida (para remoção de ervas daninhas);

ah) colheita: manual com queimada e mecanizada sem queimada;

ai) armazenamento da produção;

aj) manutenção preventiva ou corretiva das obras de terra e instalações de apoio (reparos, limpeza e desobstrução das obras de drenagem, abastecimento, acessos e edificações).

A ocorrência e a intensidade dos aspectos ambientais associados estão condicionadas às características físicas, biológicas e socioeconômicas do ambiente em que se insere o empreendimento e, principalmente das ações preventivas e corretivas das conseqüências ambientalmente adversas.

Os principais aspectos ambientais que podem adquirir alguma significância são: desmatamento, intensificação de processos erosivos e de assoreamento de corpos d’água; modificação do escoamento águas superficiais e no movimento das águas de subsuperfície; alteração de processos pedogenéticos e de interações físico-químicas na água e no solo (compactação do solo devido ao uso intensivo de máquinas, poluição do solo e águas por agroquímicos); circulação de partículas e gases (de queimada, poeiras e biocidas pulverizados). Cabe destacar a questão do destino final dos resíduos e embalagens de agrotóxicos que é disciplinada por legislação específica, anteriormente comentada.

Também são lembrados aspectos regionais decorrentes da monocultura extensiva, com empobrecimento da biodiversidade, e os reflexos sociais da crescente mecanização da colheita e conseqüente dispensa de mão-de-obra. Na mecanização da colheita acentua-se também o risco de incêndio nas plantações. A queimada e o controle do fogo estão regulamentados em legislação.

A cana é uma das mais eficientes plantas em captação de luminosidade

e, conseqüentemente, em realizar a fotossíntese e capturar e fixar o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

## **b) unidade industrial de açúcar e álcool**

### **ba) fase de implantação:**

- movimentação de solo e rocha (operações de corte e aterro, escavação, obtenção de material de empréstimo e disposição de bota-foras necessárias à instalação de canteiro de obras, implantação de vias de acesso e obras de contenção);

- construção da unidade industrial (edificações, obras de captação de água e energia, instalações para transporte e armazenamento de insumos e produtos; equipamentos para coleta, tratamento e disposição de resíduos sanitários e industriais; equipamentos e dispositivos para controle de poluição aérea, sonora e visual);

### **bb) fase de funcionamento:**

- produção propriamente dita, correspondendo à seqüência principal da linha de produção da açúcar, álcool e bagaço. Exclui, para efeito de análise, os processos distinguidos a seguir;

- captação de água: por exemplo 12.000 m<sup>3</sup>/h (produção de álcool e açúcar);

- transporte interno de insumos, produtos e resíduos;

- geração, coleta, tratamento e disposição de resíduos sólidos, efluentes líquidos (vinhoto, água de lavagem da cana) e emissões gasosas;

- manutenção preventiva ou corretiva das instalações, obras e equipamentos, e monitoramento das emissões de partículas, gases e efluentes em geral.

Os principais aspectos ambientais de maior relevância situam-se na fase de funcionamento e prendem-se à questão de resíduos sólidos, efluentes e emissões.



Ressalta-se, no entanto, que no sistema completo, o principal resíduo, que é o bagaço, passa a ser matéria-prima do processo subsequente, a geração de energia.

Além disso, como visto anteriormente, o vinhoto, cujo lançamento em corpos d'água é proibido por lei, e as águas residuárias podem ser reintroduzidos no cultivo da cana.

### **c) usina de geração de energia**

ca) fase de implantação: processos semelhantes aos da fase de implantação da unidade industrial de açúcar e álcool (item ba);

cb) fase de funcionamento:

- queima de bagaço de cana (e palha) para a produção de energia elétrica. Para manter estes dois fluxos principais, outros estão envolvidos, apontados a seguir;

- captação e tratamento da água usada na produção do vapor para a turbina;

- coleta, tratamento e disposição de resíduos: gasosos, tais como fuligens, cinzas, gás carbônico (CO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), vapor d'água (H<sub>2</sub>O), dióxido enxofre (SO<sub>2</sub>) e óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), provenientes da queima do bagaço; líquidos originados da água utilizada na produção do vapor para a turbina e do próprio tratamento dos gases sulfurosos; sólidos, tais como cinzas e calcário sulfatado, provenientes do tratamento da água e dos gases;

- manutenção preventiva ou corretiva das obras edificações e equipamentos.

O principal aspecto ambiental refere-se à queima do bagaço que libera gases e partículas, aumentando a concentração destes na atmosfera. O uso de filtros agem funcionalmente no sentido de reter e minimizar a liberação de partículas. O resíduo de filtro (torta de filtro) pode ser reintroduzido no cultivo da cana, como visto anteriormente.

A geração de cinzas e a sua disposição, temporária (armazenamento para reintrodução no cultivo da cana) ou definitiva no ambiente constitui objeto de tratamento e cuidados específicos enquanto resíduo da produção.

Os gases do efeito estufa liberados, notadamente o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), podem ser recapturados no próprio cultivo da cana.

#### **d) linha de transmissão**

da) fase de implantação:

- movimentação de solo e rocha (limpeza da faixa com retirada de vegetação; abertura de estradas de serviço, abertura de cavas para fundação para postes ou torres);

- execução de fundações (para torres)

- instalação de demais equipamentos (torres ou postes, cabos, sinalização);

db) fase de funcionamento:

- transmissão de energia elétrica;

- manutenção (proteção das fundações; manutenção de faixa ao longo do eixo da linha sem vegetação arbórea; manutenção dos componentes das torres).

A significância dos aspectos ambientais dependem do porte da obra e de seu traçado, que pode atravessar grandes extensões e diversificados contextos ambientais. Em geral, os aspectos mais significativos decorrem da abertura da faixa da linha de transmissão, o que pode envolver desmatamento, exposição de solo a processos erosivos, e interferências com outros usos e ocupação de solo.

## 5.3 RECURSOS HÍDRICOS E EFLUENTES

### 5.3.1 INTRODUÇÃO

A utilização de água no setor sucroalcooleiro pode ser separada em duas fases distintas que compreendem o cultivo da cana e a sua utilização no processo produtivo.

### 5.3.2. USOS DA ÁGUA

#### 5.3.2.1. No cultivo da Cana

O consumo de água in natura para o cultivo da cana praticamente não é utilizado. A água é suprida basicamente, pelos vários efluentes gerados no processo produtivo (tratados ou não), que são recirculadas e em função da precipitação das chuvas. Excepcionalmente, nos casos críticos de estiagem, algumas plantações são irrigadas com água in natura, extraídas de mananciais próximos, porém este procedimento está limitado à distância das plantações e ao mecanismo utilizado de aspersão.

#### 5.3.2.2. No processo produtivo

Embora o consumo de água no processo produtivo deva ser estudado caso a caso, são fornecidos, para se estabelecer uma referência, os valores obtidos junto a Usina Barra Grande (Lençóis Paulista – SP), onde a produção gira em torno de 900 toneladas/hora de cana moída, operando em um regime de 24h/dia e 8 meses por ano. O consumo de água in natura é de 12.000 m<sup>3</sup>/h, extraída de mananciais, sendo 7.000 m<sup>3</sup> / h para produção de açúcar e 5.000 m<sup>3</sup> / h para produção de álcool.

Adotando-se como base estes valores, teremos que o consumo de água é de 13,33 m<sup>3</sup> água extraída / tonelada de cana moída. A produção de cana e o correspondente consumo de água utilizada no processo produtivo é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Produção de cana e consumo total estimado de água – 2001/2002.

	<b>PRODUÇÃO (Milhões de toneladas)</b>	<b>CONSUMO DE ÁGUA (Bilhões de m<sup>3</sup>)</b>
<b>BRASIL</b>	<b>270</b>	<b>3,6</b>
<b>SÃO PAULO</b>	<b>190</b>	<b>2,5</b>

Em função dos elevados valores obtidos, verifica-se que o setor sucroalcooleiro é classificado como hidro-intensivo. Segundo o DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica (1990), a demanda de água no setor sucroalcooleiro é de 42,269 m<sup>3</sup>/s, correspondendo a 42,64% da demanda de água utilizada pelas indústrias no Estado de São Paulo.

Os usos aplicados a este volume de água são variados, sendo os principais: na lavagem da cana após a colheita, no processo produtivo através da incorporação ao produto final (álcool hidratado), na geração de vapor, no resfriamento de gases, na lavagem de gases de caldeiras, colunas barométricas dos cristalizadores, nos cristalizadores (água mãe do melaço), na filtração etc.

### **5.3.3. PRINCIPAIS USOS DA ÁGUA NO PROCESSO PRODUTIVO**

Conforme citado anteriormente, os usos da água e conseqüentemente a geração de efluentes é originada em várias fases do processo. Na seqüência são informados os volumes estimados dos principais efluentes gerados e sua destinação.

#### **5.3.3.1. Lavagem da cana**

##### **a) Consumo de água**

Segundo ORLANDO FILHO E LEME (1.984), são gerados cerca de 8 m<sup>3</sup> de efluente / tonelada de cana moída (ANEXO B), proveniente do processo de lavagem da cana. Os resultados são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Volume de efluente gerado na lavagem da cana, e produção – 2001/2002.

	<b>PRODUÇÃO</b> (Milhões de toneladas)	<b>VOLUME CONSUMIDO NA LAVAGEM DA CANA</b> (Bilhões de m <sup>3</sup> )
<b>BRASIL</b>	<b>270</b>	<b>2,1</b>
<b>SÃO PAULO</b>	<b>190</b>	<b>1,5</b>

### **b) Destinação do efluente gerado**

O processo de lavagem da cana opera em circuito fechado, sendo somente aquela água perdida por evaporação ou outras.

#### **5.3.3.2. O Vinhoto**

O vinhoto é um subproduto do processamento da cana. Muitas usinas e destilarias usam o vinhoto (resíduo industrial gerado na fabricação do álcool) nos canaviais, através da ferti-irrigação. Da mesma forma, o lodo proveniente da decantação do caldo é utilizado na adubação das lavouras.

Quando jogada nos rios, vinhoto, também conhecido como vinhaça, um subproduto altamente poluente da indústria do álcool, rouba o oxigênio da água. Como a quantidade de vinhaça produzida é muito grande, na faixa de 11,1L/ litro de álcool produzido, ela se constitui em problema para muitos usineiros, que são proibidos de jogá-la nos rios, conforme estabelecido na PORTARIA MINTER Nº 158, de 3 de novembro de 1980 e outras relacionadas.

### a) Consumo de água

Tabela 3 – Produção de Álcool e geração de resíduos de vinhoto – 1999/2000.

	<b>PRODUÇÃO TOTAL DE ÁLCOOL (Milhões de m<sup>3</sup>)</b>	<b>VOLUME GERADO DE VINHOTO (Milhões de m<sup>3</sup>)</b>
<b>BRASIL</b>	<b>270</b>	<b>143,2</b>
<b>SÃO PAULO</b>	<b>190</b>	<b>88,8</b>

### b) Destinação dos resíduos de vinhoto

Por tratar-se de um ótimo adubo e devido a proibição de lançamento, a totalidade dos resíduos gerados são retornadas à plantação na forma de adubação.

#### 5.3.3.3. Efluentes da refrigeração dos Cristalizadores

As águas empregadas nas colunas barométricas dos cristalizadores são utilizadas basicamente como refrigeração, de modo que a sua quantidade depende da temperatura da água de recirculação.

Pode-se ter uma média de 1 a 5 m<sup>3</sup> de água de refrigeração para cada tonelada de cana beneficiada(5). A fim de se obter um valor único para cálculo, estabeleceu-se o valor mínimo. Os valores de consumo estimativos são informados na Tabela 4.

### a) Consumo de água

Tabela 4 – Produção de Cana e Volume de Água de refrigeração – 2001/2002.

	<b>PRODUÇÃO</b> (Milhões de toneladas)	<b>VOLUME DE ÁGUA DE REFRIGERAÇÃO</b> (Bilhões de m <sup>3</sup> )
<b>BRASIL</b>	<b>270</b>	<b>0,27</b>
<b>SÃO PAULO</b>	<b>190</b>	<b>0,19</b>

### b) Destinação dos efluentes da refrigeração dos Cristalizadores

As águas da coluna barométrica, quando apresentam DBO baixo, podem ser recirculadas indefinidamente, mediante tratamento efetuado por aeração, com a finalidade de expulsar os gases dissolvidos.

### 5.3.4. COMENTÁRIOS GERAIS

Com pode ser verificado em função dos dados estimativos obtidos, basicamente toda a água extraída utilizada dentro do processo produtivo ou é recirculada ou incorporada ao produto.

A Tabela 5 mostra um resumo sobre os principais usos da água referentes ao processo produtivo e sua destinação final.

Tabela 5 – Processo produtivo e usos da água - 2001.

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

No caso específico do vinhoto, o processo de recirculação como auxiliar na adubação é largamente utilizado, excetuando-se as pequenas destilarias que não possuem canaviais próprios.



Portanto, apesar do consumo elevado de água no processo produtivo do setor sucroalcooleiro, pode-se considerar que a disposição de efluentes para os mananciais é praticamente nulo. Porém, através de processos de lixiviação, uma significativa parcela de nutrientes existentes no vinhoto atingirá em algum momento os lençóis freáticos, resultantes da ferti-irrigação.

O setor sucroalcooleiro necessita de um maior suporte para redução da captação de água de mananciais, principalmente em função da Lei Estadual 7.663/91, que estabelece as normas de orientação da Política Estadual de Recursos Hídricos, onde em seu artigo 14, está prevista a cobrança pela utilização dos recursos de que se trata, criando, entre outras medidas correlatas a instituição do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos e os Comitês de Bacias Hidrográficas.

Este suporte está vinculado à adoção de práticas que visem incentivar a racionalização do uso da água, além de outras ações tais como: a recuperação e preservação da qualidade e da quantidade para garantir, prioritariamente, o abastecimento das populações, assim como atender os meios financeiros para a realização de programas, projetos, serviços e obras de recursos hídricos e saneamento básico, conforme preceituado na Constituição do Estado de São Paulo e na Lei 7.663/91.

A regulamentação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos foi objeto de estudos desenvolvidos pelo Consórcio CNEC-FIPE contratado pelo DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica, que resultaram na elaboração de uma minuta de Projeto de Lei, amplamente discutida nos Comitês de Bacias Hidrográficas. Após esse processo de discussão, foi encaminhado à Assembléia Legislativa, o Projeto de Lei 20/98, que chegou a receber 102 emendas, além de 2 substitutivos, descaracterizando e inviabilizando completamente a sua aprovação e os objetivos iniciais propostos no projeto de lei.

Após intensas discussões com os setores usuários, desde 1998, chegou-se finalmente a um texto alternativo que pudesse atender às necessidades dos diversos usuários envolvidos no processo.

Este texto alternativo datado de 22 de novembro de 2000, substituiu o PL 20/98, na Assembléia Legislativa pelo Governador do Estado de São Paulo. Com diversas alterações em relação ao projeto original, sendo que as propostas sugeridas pela FIESP, usuários urbanos e agrícolas, através dos diversos comitês de bacias do Estado de São Paulo, foram contempladas no novo substitutivo.

Essas alterações atendem aos diversos setores usuários, inclusive os industriais, representados pela FIESP. Ele apresenta incentivos, ou mecanismos de compensação para os usuários que devolverem a água em qualidade superior àquela determinada em legislação e normas regulamentares. Incentiva o reuso da água por parte dos usuários, possibilita o aumento da participação dos usuários nos comitês de bacias, e também define um preço máximo (teto) para a cobrança, como sendo de 0,001078 UFESP's, que corresponde a R\$ 0,01 por metro cúbico captado ou consumido.

O estabelecimento da cobrança pelo direito de uso dos recursos hídricos atingirá diretamente os setores industriais hidro intensivos, principalmente o sucroalcooleiro, o maior consumidor de água dentre todos os setores industriais.

#### **5.4. A GERAÇÃO DE ENERGIA DO BAGAÇO E O EFEITO ESTUFA**

O sistema integrado de geração de energia do bagaço, ou seja, cultivo da cana + produção de açúcar e álcool + queima de biomassa, mostra-se ambientalmente otimizado quanto aos mecanismos econômicos que estão sendo implantados para a redução do aquecimento global devido ao efeito estufa. Sintetiza-se, a seguir, os principais conceitos envolvidos no assunto.

##### **5.4.1. O aquecimento do sistema climático global**

Na atmosfera, além da predominância de nitrogênio (N<sub>2</sub>) e de oxigênio (O<sub>2</sub>), existem gases em pequenas quantidades conhecidos como "gases do efeito estufa", como o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), ozônio (O<sub>3</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) e vapor d'água (H<sub>2</sub>O). Estes gases são assim denominados por apresentarem a capacidade de reter o calor. Eles permitem a passagem da radiação solar mas impedem a liberação da radiação infravermelha emitida pelo Planeta.

As atividades do homem estão resultando em contribuições adicionais de gases do efeito estufa, principalmente através da queima de combustíveis fósseis, em usinas termelétricas e indústrias, veículos em circulação e sistemas domésticos de aquecimento.

#### **5.4.2 As conseqüências do aquecimento global ou efeito estufa**

Foi observado um aumento de cerca de meio grau Celsius na temperatura média da superfície do planeta nos últimos cento e cinquenta anos. Há evidência científica de que, pelo menos parcialmente, seja devido a emissões de gases de efeito estufa pelas atividades humanas.

Este aquecimento global, pode acarretar potenciais efeitos perigosos como a elevação do nível do mar devido ao degelo das calotas polares, além de diversas alterações no sistema climático global, como no regime de ventos, na pluviosidade e na circulação de oceanos. Para o século XXI, prevê-se, que o aumento de temperatura poderá chegar a até três graus Celsius, acompanhado de um aumento do nível médio do mar de cerca de meio metro.

No fenômeno global, denomina-se sumidouro qualquer processo, atividade ou mecanismo que tem a propriedade de remover da atmosfera e reter um gás do efeito estufa. Pode constituir-se da biomassa e, em especial, florestas e oceanos.

O CO<sub>2</sub> tem sido objeto maior de atenção, pois sua emissão para atmosfera corresponde a mais da metade volume de gases do efeito estufa. Especificamente, seqüestro de carbono consiste na captura de CO<sub>2</sub> da atmosfera pela fotossíntese. É também chamado fixação de carbono.

#### **5.4.3. As medidas mundiais para evitar o efeito estufa**

Os governos mundiais estão desenvolvendo medidas para combater as modificações atmosféricas e as condições climática.

O primeiro acordo adotado pela comunidade internacional foi a Convenção de Viena para a Proteção da Camada de Ozônio, assinada em

1985. O segundo acordo foi assinado em 1987 e intitulado Protocolo Montreal sobre as Substâncias que Esgotam a Camada de Ozônio. O Brasil é signatário desses acordos, que passaram a vigorar no País em 1989.

Particularmente em relação ao aquecimento global, em 1988, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA e a Organização Mundial de Meteorologia – OMM constituíram o Intergovernamental Panel on Climate Change – IPCC, para apoiar com trabalhos científicos as negociações da Convenção-Quadro sobre o tema, no âmbito da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente (ECO-92).

Assim, em junho de 1992, 175 países e a União Européia negociaram e assinaram a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, na ECO-92, no Rio de Janeiro. Ao tornarem-se Partes da Convenção, estes países, desenvolvidos e em desenvolvimento, se propuseram a elaborar uma estratégia global "para proteger o sistema climático para gerações presentes e futuras".

O órgão supremo da Convenção é a Conferência das Partes (CoP). A CoP é composta de todos os países que ratificam a Convenção, e portanto, segundo as normas internacionais, comprometem-se legalmente com o seu cumprimento. Podem participar, como observadores, representantes de países não signatários, agências da ONU e de organizações governamentais e não governamentais que estejam qualificadas com os assuntos cobertos pela Convenção.

Os eventos da Conferência das Partes (CoP) são os seguintes: CoP-1 em Berlim (1995), CoP-2 em Genebra (1996), CoP-3 em Quioto (1997), CoP-4 em Buenos Aires (1998), CoP-5 em Bonn, CoP-6 em Haia (novembro de 2000) e retomada em Bonn (16 a 27 de julho de 2001), e futura CoP-7 em Marrakech (29 de outubro a 09 de novembro de 2001).

Em 1997, durante a Conferência de Quioto (CoP-3), Japão, foi estabelecido um Protocolo no qual parte dos países-membros da Convenção (quais sejam, 39 países industrializados, listados no Anexo I do Protocolo) se compromete a reduzir ou limitar as emissões futuras dos gases do efeito estufa.

Através do Protocolo de Quioto, foram criados três instrumentos econômicos de flexibilidade para apoiar a redução das emissões dos gases do efeito estufa, que são: 1) Comércio de Emissão (Emissions Trade), restrito a empresas de países desenvolvidos (Anexo I do Protocolo), no qual são permitidas a compra e a venda do direito de emissão de gases do efeito estufa; 2) Implementação Conjunta (Joint Implementation – JI), que estabelece que os países constantes do Anexo I do Protocolo conduzam, entre si, projetos para redução de emissão, e 3) Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL, que permite a países não listados no Anexo I do Protocolo (é o caso do Brasil), a comercialização de créditos relativos a emissão de gases a países emissores que não atingirem as metas de redução consentidas entre as partes.

O MDL ou CDM (Clean Development Mechanism) tem o objetivo de buscar a redução de emissões de gases do efeito estufa em países em desenvolvimento, na forma de sumidouros, investimentos em tecnologias mais limpas, eficiência energética e fontes alternativas de energia. Nesse mecanismo, são essenciais as Reduções Certificadas de Emissão (CER) que confirmem a redução das emissões e que representem adicionalidade à que ocorreria na ausência da atividade certificada de projeto.

O mecanismo de Implementação Conjunta (ou Joint Implementation – JI) implica constituição e transferência do crédito de emissões de gases do efeito estufa, de país em que o sumidouro ou o projeto ambientalmente otimizado está sendo implementado para o país emissor. Este pode comprar “crédito de carbono” e, em troca, constituir fundos para projetos a ser desenvolvidos em outros países.

Para o CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O, foi negociado durante a Conferência de Quioto que para o horizonte compreendido entre os anos de 2008 e 2012 as emissões sejam reduzidas em 5,2%, na média, em relação aos níveis de 1990.

Nas negociações tem surgido impasses devido a aspectos técnicos e políticos. O principal deles refere-se à recusa do maior país emissor de CO<sub>2</sub>, os EUA (apoiada pelo Japão e Canadá) em ratificar o Protocolo.

As negociações para a definição desse e outros aspectos continuam. Em

Bonn, em julho de 2001, alcançou-se um acordo entre os 181 países reunidos na Cúpula do Clima que representou a sobrevivência do Protocolo de Quioto.

#### **5.4.4 Brasil e as medidas mundiais para evitar o efeito estufa**

No Brasil, as fontes básicas de contribuição de emissões de CO<sub>2</sub> decorrem principalmente do desmatamento e da queima de combustível de veículos e da indústria. É o 17º país emissor por ter matriz energética considerada limpa e renovável, em que predomina a hidroeletricidade e a biomassa.

Considera-se o País como sendo campo fértil para investimentos ambientais, particularmente no reflorestamento e na geração de energia de fontes renováveis. No contexto do MDL e do mecanismo de Implementação Conjunta, o País se coloca em posição vantajosa. Tanto o governo como a iniciativa privada precisam estar atentos à consolidação desse mercado.

Em 1999, foi criada a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima com a finalidade de articular as ações de governo decorrentes da Convenção.

Em seguida, foi criado o Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas, através do Decreto federal de 28.08.2000 (Diário Oficial de 29.08.00, pg. 3, Seção I) que tem por objetivo “conscientizar e mobilizar a sociedade para a discussão e tomada de posição sobre os problemas decorrentes da mudança do clima por gases de efeito estufa, bem como sobre o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (CDM)”.

O Fórum, que será presidido pelo Presidente da República, é composto por:

I – Ministros de Estado;

II – personalidades e representantes da sociedade civil, com notório conhecimento da matéria, ou que sejam agentes com responsabilidades sobre a mudança do clima, e

III – convidados: Presidente da Câmara dos Deputados; Presidente do

Senado federal; Governadores de Estados, e Prefeitos de capitais dos Estados.

Os membros de que trata o item II serão designados pelo Presidente da República.

O coordenador do Fórum é o sr. Fábio Feldmann, ex-secretário do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. A FIESP/CIESP, através de seu presidente, participa das reuniões do Fórum.

Por ocasião da CoP-7 em Bonn, o Governo do Brasil, em nota de 20.07.01 sobre sua posição quanto ao impasse nas negociações internacionais relativas à mudança global do clima, afirma que “o Brasil irá perseverar nas negociações com todos os países, com a meta de regulamentar o Protocolo de Quioto e promover sua ratificação pelo número necessário das Partes para que entre em vigor em 2002, dez anos após a Conferência do Rio”.

#### **5.4.5. Aspectos econômicos do carbono**

Tem papel relevante na mitigação do efeito das emissões de CO<sub>2</sub>, o uso de recursos renováveis em substituição aos combustíveis fósseis, como é o caso de plantação de cana-de-açúcar para a produção de álcool e energia.

Com ênfase em projetos florestais, KLINK & MOREIRA, afirmam que as estimativas de custos de implantação de projetos florestais giram em torno de 2 a 9 US\$/tonelada de carbono absorvido/hectare, dependendo das práticas de manejo e objetivo do projeto.

Em 1999, o Brasil ingressou no mercado pelas mãos da Central & South West Corporation, uma empresa do setor energético dos Estados Unidos, que emite cerca de 50 milhões de toneladas de dióxido de carbono todo o ano e investiu US\$ 5,4 milhões para plantar uma floresta de 17 mil hectares em uma região de Mata Atlântica no Paraná. A empresa acredita que vai absorver por volta de um milhão de toneladas de carbono da atmosfera. Tal índice situa o preço da tonelada de carbono a US\$ 5,40 e a previsão é de que esse valor se multiplique (MACEDO 2000).

#### 5.4.6. O setor sucroalcooleiro e o mercado de carbono

O sistema de co-geração de energia do setor pode ser considerado ambientalmente otimizado e apto a participar dos mecanismos econômicos associados aos gases do efeito estufa. A plantação de cana é tida como sumidouro, há investimento em tecnologia mais limpa, busca-se a eficiência energética e a biomassa utilizada na geração de energia é renovável.

O Informativo Bioagência Urgente, número 246 de 27.07.01 refere-se a nota do jornal Gazeta Mercantil/Ribeirão Preto reproduzida a seguir: “Usinas preparam-se para ingressar no mercado de carbono. O setor sucroalcooleiro se mobiliza para atuar no mercado de carbono com 19 usinas de açúcar e álcool de São Paulo, Goiás, Paraná e no Nordeste. A Usina Vale do Rosário, de Morro Agudo, já tem pronto o projeto para oferecer no mercado créditos de carbono através da co-geração de energia. A Cia. Energética Santa Elisa e a Usina São Francisco, ambas de Sertãozinho, e a Usina Moema, de Orindiúva, estão em fase final de estudos. Os projetos estão em elaboração pela empresa de consultoria norte-americana Econergy International Corporation, através do escritório em São Paulo. Segundo o representante da EIC no País, o engenheiro agrônomo Marcelo Schunn Diniz Junqueira, de Orlandia, os projetos são para atender as determinações de redução do efeito estufa no planeta, de acordo com o Tratado de Quioto”.

### 5.5. EMISSÕES ATMOSFÉRICAS

#### 5.5.1. Introdução

O efeito estufa acontece naturalmente. Alguns gases como o vapor d'água, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e metano (CH<sub>4</sub>) são chamados de gases do efeito estufa porque são capazes de reter o calor do Sol na atmosfera. Sem esses gases, a radiação solar se dissiparia no espaço e nosso planeta seria cerca de 30°C mais frio.

Há claros sinais de que atividades humanas estão aumentando a emissão desses gases e, conseqüentemente, intensificando o efeito estufa. O dióxido de carbono é o principal agente do aquecimento global. A emissão desse gás



ocorre principalmente devido ao uso de combustíveis fósseis, assim denominados porque foram criados milhões de anos atrás pela lenta decomposição subterrânea da vegetação e de outras matérias vivas.

Os três combustíveis fósseis são o carvão, o petróleo e o gás natural. Começamos a liberar CO<sub>2</sub> na atmosfera há 200 anos, durante a Revolução Industrial, e desde então sua concentração na atmosfera cresceu mais de um terço. O CO<sub>2</sub> e outros gases do efeito estufa, incluindo o metano, o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O - gerado por atividades como a deposição do lixo, a pecuária e o uso de fertilizantes) e os clorofluorcarbonos (CFC's), agora envolvem a Terra como um cobertor, aquecendo mais e mais o planeta.

As pessoas que vivem nos países desenvolvidos queimam muito mais combustíveis fósseis do que nos países em desenvolvimento. Em média, a cada ano um americano adiciona à atmosfera mais de 5 toneladas de carbono, enquanto a contribuição do europeu e do japonês é entre 2 e 3 toneladas, a do chinês, 0,6 tonelada e a do indiano, apenas 0,2 tonelada. Mais de 90% do CO<sub>2</sub> produzido por atividades humanas provém da Europa e da América do Norte.

O problema aumenta toda vez que dirigimos um automóvel, tomamos um avião ou queimamos madeira. As árvores são grandes armazéns naturais de CO<sub>2</sub>. Bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub> da atmosfera são absorvidos pelas florestas do planeta que, dessa forma, ajudam a estabilizar o clima mundial. Mas, quando florestas são queimadas, a substância retida volta à atmosfera.

A queima de resíduos da cana-de-açúcar produzem substancial liberação de carbono na forma de CO<sub>2</sub>. Entretanto no balanço do caso de biomassa, o resultado é praticamente nulo, pois através da fotossíntese, a biomassa queimada é repostada no ciclo seguinte da cultura.

Quando se considera o ciclo de vida completo da biomassa, incluindo o consumo direto e indireto de combustíveis fósseis, verifica-se a emissão de CO<sub>2</sub>, porém mesmo neste caso, conforme demonstrado na Tabela 01, a comparação com outras fontes de combustíveis fósseis é muito menor.

Tabela 01 – Comparação das emissões de CO<sub>2</sub> na geração de eletricidade

Tipo de combustível	Emissões (kg CO <sub>2</sub> / kwh)	Condições
Cana de Açúcar	0,057 – 0,11	Ciclo completo incluindo energia indireta dos equipamentos e insumos
Madeira	0,0465	Ciclo completo incluindo energia indireta dos equipamentos e insumos
Óleo Combustível	0,87	Somente queima de combustível
Gás Natural	0,38	Somente queima de combustível

Fonte: Coelho e Zilberstain, 1998

### 5.5.2. Geração

A aplicação da metodologia do IPCC, ( Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Workbook), para a estimativa de emissão de gases provenientes da queima de resíduos agrícolas, baseia-se nas seguintes informações:

Tabela 2 - Taxas e fatores de emissão dos gases liberados durante a queima dos resíduos agrícolas, segundo IPCC (UNEP et al., 1995).

Gases	Taxa de Emissão	Fator de Conversão*
CO	0,060 (C)	28/12
CH <sub>4</sub>	0,005 (C)	16/12
N <sub>2</sub> O	0,007 (N)	44/28
NO <sub>x</sub>	0,121 (N)	46/14

\*Como as taxas de emissão encontram-se em unidades de carbono (C) ou nitrogênio (N), torna-se necessário empregar fatores de conversão, que consideram o peso molecular dos gases emitidos.

O valor adotado para a fração de Carbono no resíduo de palha é de 0,4246 e do Nitrogênio Total de 0,011 (MCT – 1998).

Ocorre que durante o processo de combustão, outros gases são liberados. As taxas de emissão desses gases dependem do tipo de biomassa e das condições da queima. Os gases N<sub>2</sub>O e NO<sub>x</sub> são gerados na fase de combustão com chama; e os gases CO e CH<sub>4</sub> são formados sob condições de queima com predomínio de fumaça. São denominados de GHG (Greenhouse Gases).

Para o cálculo das estimativas de queima de resíduos foram utilizados os valores de geração de resíduos de bagaço e palha, calculados no capítulo 4. Assim temos:

Tabela 03 – Geração de Resíduos de palha e bagaço da cana – 2000.

	Resíduos de palha queimados na lavoura (milhões de toneladas)	Resíduos de bagaço utilizados na caldeira (milhões de toneladas)	Total de resíduos gerados (milhões de toneladas)
BRASIL	48,3	66,7	115,0
SÃO PAULO	28,3	46,9	75,2

Obs.: Considerando 55% de colheita mecanizada e 45% de colheita manual para a palha e 95% do resíduo de bagaço usado nas caldeiras.

Aplicando-se os valores de conversão da Tabela 02 temos:

Tabela 04 – Valores estimados de emissões de Carbono, Nitrogênio e GHG provenientes da queima de resíduos de palha - 2000.

Gases	Unidade	Brasil	São Paulo
Carbono Total liberado	(Milhões de toneladas C)	48,83	31,93
Nitrogênio Total liberado	(Milhões de toneladas N)	1,27	0,83
CO total liberado	(Milhões de toneladas C)	6,83	4,46
CH <sub>4</sub> total liberado	(Milhões de toneladas C)	0,32	0,21
N <sub>2</sub> O total liberado	(Milhões de toneladas N)	0,01	0,01
NO <sub>x</sub> total liberado	(Milhões de toneladas N)	0,52	0,32

## 5.6 A QUESTÃO DAS QUEIMADAS

Dados do Ministério de Ciência e Tecnologia, apontam que a prática da queima pré-colheita da palha da cana-de-açúcar é generalizada no país. A adoção de colheita mecanizada, sem queima, tem sido observada em aproximadamente 5% da área total plantada no Brasil, concentrando no Estado de São Paulo, na região de Ribeirão Preto.

Pressupõe-se que a adoção da colheita mecanizada na região canavieira poderia alterar todo o sistema de produção da cana-de-açúcar, tradicionalmente conhecido pelo grande número de empregos gerados no período de safras. Estima-se que somente para as grandes áreas potencialmente mecanizáveis, o número de desempregados somaria cerca de 90.000, apenas no Estado de São Paulo, caso a prática de queima de cana fosse substituída pela mecanização da cana crua (ou verde).

Apesar das possíveis conseqüências socioeconômicas decorrentes da mecanização nas regiões canavieiras, vários aspectos favoráveis ao corte de cana-de-açúcar sem queima têm sido abordados por diversos autores. Segundo eles, além de evitar as emissões dos gases de efeito estufa, a prática de colheita de cana crua aumentaria a quantidade de cobertura vegetal do solo nas soqueiras (restos de raízes de cana), diminuindo a erosão e aumentando a infiltração de água; acarretaria melhorias nas qualidades tecnológicas (com diminuição das impurezas minerais) e evitaria a perda de energia, apesar do menor rendimento de corte das máquinas e maior quantidade de impurezas vegetais.

De acordo com o Informativo Bioagência Urgente, nº 192 de 09.05.2001, o uso do fogo é considerado fundamental para a colheita da cana, já que a mecanização, que permite a colheita da cana verde, está restrita a 25% da produção do Estado, estimada em 163 milhões nesta safra, segundo a Única. Argumenta-se que sem a queima da palha aumenta a dificuldade do trabalhador cortar a cana, o que reduz sua produtividade, além de aumentar o risco de ser picado por animais peçonhentos.

Em 02.05.2000 foi promulgada a Lei Estadual (SP) nº 10547 que define procedimentos, proibições, estabelece regras de execução e medidas de precaução a serem obedecidas quando do emprego do fogo em práticas agrícolas, pastorais e florestais. No entanto, ela não foi regulamentada até junho de 2001. Sem esta regulamentação, a Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo recusou-se a deferir os pedidos de autorização para a queima da cana no Estado.

Isto gerou um impasse que provocou negociações entre representantes do setor sucroalcooleiro (trabalhadores, produtores, industriais e Federação dos Agricultores – Faesp) e do governo estadual (secretários do Meio Ambiente, Agricultura e Abastecimento e Recursos Hídricos). Provocou também uma disputa jurídica com liminar e subsequente cassação desta, pelo Tribunal de Justiça.

Por fim, no dia 22.06.2001 o governo do Estado de São Paulo promulgou o decreto 45 869 que regulamenta, no que concerne à queima da palha da cana-de-açúcar, a Lei 10 547 de 02.05.2000, que define procedimentos, proibições, estabelece regras de execução e medidas de precaução a serem obedecidas quando do emprego do fogo em práticas agrícolas, pastoris e florestais.

No decreto, o Governo incluiu itens que não constavam da lei original, entre os quais está a exigência de eliminação da prática da queima, a partir da safra de janeiro de 2002, de 25% da área mecanizável e de 13,35% da área não mecanizável.

Um outro ponto polêmico do decreto é determinação, pelo Estado, de um prazo de 5 anos para a recomposição de áreas de preservação permanente. (APP). Elas foram criadas por decreto federal 4771 de 1965 (Código Florestal) e alteradas pelo artigo 18 da lei federal 6938 de 1981 (Política Nacional de Meio Ambiente). Hoje, todas as áreas de preservação permanente existentes são Estações Ecológicas ou Reservas Biológicas (unidades de conservação).

O decreto 45869/01, em seu artigo 9, trata da vistoria prévia para dar autorização de queima aos imóveis rurais que são limítrofes às unidades de

conservação ambiental. Como a grande maioria dos imóveis rurais são limítrofes às unidades de conservação, é questionado se o órgão ambiental terá capacidade de absorver a demanda para realizar a inspeção em tempo hábil e compatível com o requerido no planejamento da queimada (Suplemento Agrícola do Estado de São Paulo, de 04.07.01).

Em 26.06.2001, foi publicado o Projeto de Lei nº 380/2001, do governador, que dispõe sobre a eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar. Nele, os prazos para a eliminação da queima em áreas mecanizáveis passariam para 2007, e para áreas não-mecanizáveis em 2014.

## 5.7 A QUESTÃO DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL

Um dos aspectos fundamentais da legislação ambiental refere-se a obrigatoriedade de licenciamento das unidades de geração de energia.

Em nível federal, a Resolução Conama (Conselho Nacional de Meio Ambiente) 01/86 determina que o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente, tais como “usinas de geração de eletricidade, qualquer que seja a fonte de energia primária, acima de 10MW” e também “complexo e unidades industriais e agro-industriais (petroquímicos, siderúrgicos, cloro-químicos, destilarias de álcool, hulha, extração e cultivo de recursos hídricos)” dependerão de elaboração de estudo de impacto a ser submetido à aprovação do órgão ambiental estadual competente.

Assim sendo, no Estado de São Paulo, para usinas geradoras com potência acima de 10 MW, deverá ser providenciado um Relatório Ambiental Preliminar (RAP), que deverá ser apresentado à Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SMA), para ser analisado no seu Departamento de Avaliação de Impacto Ambiental (DAIA).

Dependendo da significância dos impactos estimados, poderá ser exigida a apresentação de informações mais aprofundadas por meio de um Estudo de Impacto Ambiental e do respectivo Relatório de Impacto no Meio Ambiente (EIA/RIMA). Em geral, o processo de licenciamento ambiental completo (desde o RAP até o EIA/RIMA) é demorado, podendo levar de 6 meses a

alguns anos para a emissão de licença prévia, dependendo da qualidade dos estudos apresentados, do grau dos impactos ambientais e do tipo e intensidade de conflitos que possam acarretar, considerando-se inclusive os conflitos de ordem social e de uso e ocupação do solo.

No caso de usinas de potência abaixo de 10 MW de energia, o licenciamento se dará através de outro órgão da Secretaria, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – Cetesb e suas Regionais. Também estão sujeitos ao licenciamento da Cetesb, com base na Lei Estadual 997/76 e seu regulamento no Decreto Estadual 8468/76, “construção, reconstrução ou reforma de prédio destinado à instalação de uma fonte de poluição”, “instalação de fonte de poluição em prédio já construído” e “instalação, ampliação ou alteração de uma fonte de poluição”.

No licenciamento ambiental da Cetesb, a documentação necessária é relativamente mais simples e o prazo do processo de licenciamento tende a ser menor, embora possa levar até alguns meses para a expedição da licença de instalação, dependendo da complexidade do contexto ambiental em que se insere o empreendimento.

As informações mais detalhadas para elaboração do RAP e outras documentações de licenciamento são fornecidas pelos referidos órgãos. Também são encontradas informações gerais sobre o licenciamento ambiental na cartilha da FIESP/CIESP recém-editada “Micro e Pequenas Empresas no Estado de São Paulo e a Legislação Ambiental – junho/2001”, que está sendo distribuída a seus associados.

Para que o Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama) estabeleça procedimentos específicos simplificados de licenciamento para os empreendimentos de impacto ambiental de pequeno porte, referentes a linhas de transmissão, gasodutos e oleodutos, usinas termelétricas, usinas hidroelétricas, geração de energia elétrica por fontes alternativas e importação de energia.



Segundo informação do Conama, em 17 de maio foi instalada a Câmara Técnica de Energia. Ela é composta pelos conselheiros representantes do Ministério de Minas e Energia, Organização não Governamental (ONG) do Norte, governos de Pernambuco, Rio Grande do Sul, São Paulo e o Instituto Brasileiro de Siderurgia.

O representante do Ministério de Minas e Energia foi eleito presidente da Câmara técnica. Foi proposta a inclusão, na Câmara, do estado de Minas Gerais, do Ministério do Meio Ambiente e de representante das ONGs do Sudeste. A Câmara tratou de demandas de normalização ambiental para pequenas centrais hidroelétricas e para usinas termelétricas, e da agilização do licenciamento de empreendimentos energéticos. Tratam-se de iniciativas que integram o Conama aos esforços estratégicos diante da crise energética.

Foram também criados dois grupos de trabalho (GT) no âmbito da Câmara Técnica de Energia, a saber:

a) O GT1 estuda o licenciamento de empreendimentos de pequeno impacto ambiental. Desse grupo participam a Secretaria Nacional de Energia do Ministério de Minas e Energia, os Estados de Rio Grande do Sul, Pernambuco, São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul; a Agência Nacional da Água (ANA), a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, o IBAMA, o Ministério do Meio Ambiente, um representante do setor empresarial (Instituto Brasileiro de Siderurgia), e representantes de organizações ambientalistas do Norte e do Sudeste. Este grupo tem a tarefa de elaborar proposta de resolução, a ser aprovada com urgência;

b) O GT 2 trata da a revisão da resolução 06/87 do CONAMA. Ele tem como participantes representantes do Ministério de Minas e Energia, do Ministério do Meio Ambiente, do IBAMA, da Agência Nacional de Água, da Agência Nacional de Energia Elétrica, dos estados de Minas Gerais, São Paulo, Rio Grande do Sul, Paraná e Pernambuco e das organizações não governamentais do norte e do sudeste. A resolução 06/87 define as informações e documentos necessário ao licenciamento a serem apresentados ao órgão estadual competente.

Em reuniões da Câmara com os Estados, os presentes ressaltaram que o licenciamento ambiental não pode ser colocado como o vilão da crise energética e que, ao contrário, a crise seria menor caso houvesse adequado gerenciamento da água e proteção das florestas produtoras de água. Ressaltaram a necessidade de construir uma relação político-institucional madura entre o governo federal e os Estados, já que a maior parte dos licenciamentos é realizada pelos órgãos estaduais de meio ambiente (Oemas). Ressaltaram que muitos empreendedores usam a licença ambiental como moeda de troca, para conseguir sócios e parceiros internacionais para investimentos, e que há muitas licenças ambientais obtidas, e que sobrecarregaram os órgãos ambientais, mas que não levam a ações de implantação das obras. Também manifestou-se a preocupação com possíveis prejuízos ambientais caso as indústrias desativem as estações de tratamento, para reduzir o consumo de energia.

Para operacionalizar a agilização proposta pela MP 2147, foi proposto o treinamento de técnicos para análise de projetos, a elaboração de modelos, padrões e manuais, que os Oemas tenham hardware e software adequados para trabalhar com agilidade e eficiência e recursos da ANEEL para contratar serviços de consultoria para análise de projetos. No Rio Grande do Sul cancelaram-se os licenciamentos por empreendimento e iniciou-se o licenciamento por bacia, porque a regra de licenciar quem chega primeiro pode não ser estratégica. Reclamou-se da falta de regulação pública pela ANEEL e da falta de avaliação estratégica anterior às concessões para empreendimentos, eliminando as áreas que não podem ser outorgadas por motivos de biodiversidade, patrimônio cultural, patrimônio natural. Sendo o processo de licenciamento um processo de mediação de conflitos, e não apenas uma avaliação técnica, a intenção de acelerar pode elevar o nível de conflitos devido à pressa e aos atropelos.

Em 27/06/2001, a Folha Online divulgou que o Conama reduziu o prazo de expedição de licença para obra elétrica através de resolução que simplifica o processo de licenciamento de empreendimentos elétricos de baixo impacto ambiental. De acordo com a resolução, o prazo para expedição do licenciamento será de 60 dias. O prazo só poderá ser alterado a pedido do empreendedor. Pela nova resolução, o empreendedor terá a obrigação de

iniciar o projeto de geração de energia no prazo determinado, sob pena do seu licenciamento ambiental perder a validade.

Vale destacar que anteriormente não havia prazo máximo para expedição dessas licenças e as empresas interessadas em fazer investimentos no setor elétrico poderiam ter de esperar muito tempo.

A nova resolução dispensa as empresas interessadas em fazer investimentos no setor elétrico de fazer estudos de impacto ambiental e de realizar audiências públicas para discutir o empreendimento.

Por seu lado, a FIESP/CIESP, através da Presidência e do Departamento de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentado, solicitou à Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SMA) e à Cetesb, e já obteve a concordância, a agilização nos procedimentos de licenciamento, propondo aprovação emergencial dos pedidos, pelo menos por um período de 180 dias de instalação, até que seja definida uma política nacional ampla para a regularização do suprimento de energia.

No dia 29.06.01, a Folha de São Paulo (página B4) publicou a seguinte nota: "Licença Ambiental. Aprovação para gerador de até 10 MW será acelerada. A Cetesb anunciou ontem que empresas do Estado de São Paulo que solicitarem licença ambiental para instalação de equipamentos de geração de energia de até 10 MW terão seus pedidos analisados em até 72 horas pela agência ambiental paulista."

## **5.8. RESÍDUOS SÓLIDOS**

### **5.8.1. Introdução**

A gestão dos resíduos sólidos é uma das questões de maior relevância na agenda ambiental da maioria dos países e, particularmente em determinadas regiões, vem se agravando em consequência do acelerado processo de industrialização, em função da diversificação do parque industrial e a geração de ampla gama de tipos de resíduos, aliados à elevação do crescimento demográfico.

A cadeia produtiva do setor sucroalcooleiro envolve uma série processos industriais, que vão desde a mineração até a obtenção dos principais produtos finais que correspondem ao açúcar e o álcool.

Em função da diversidade de processos e da complexidade de obtenção de dados relativos aos resíduos produzidos, a abrangência destes foi restrita aos dados de produção dos principais resíduos gerados no processo produtivo.

Os principais resíduos sólidos gerados no processo produtivo são:

- A Palhada ou palha.
- O Bagaço da Cana.
- As cinzas da caldeira (queima de bagaço)
- Embalagens de defensivos agrícolas ou agrotóxicos.

Visando um melhor entendimento, são fornecidas as algumas das principais definições básicas que serão utilizadas ao longo deste documento.

## **5.8.2. Definições**

Os resíduos sólidos são definidos como aqueles que se apresentam nos estados sólido, semi-sólido e os líquidos não passíveis de tratamento convencional, resultantes de atividades humanas.

### **5.8.2.1 Classificação**

1) - quanto à categoria

a) resíduos urbanos: provenientes de residências ou qualquer outra atividade que gere resíduos com características domiciliares, bem como os resíduos de limpeza pública urbana;

b) resíduos industriais: provenientes de atividades de pesquisa e produção de bens, bem como os provenientes das atividades de mineração e aqueles gerados em áreas de utilidades e manutenção dos estabelecimentos industriais;

c) resíduos de atividades rurais: provenientes da atividade agrosilvopastoril, inclusive os resíduos dos insumos utilizados nestas atividades;

## 2) - quanto à natureza

a) resíduos classe I – perigosos: são aqueles que, em função de suas características intrínsecas de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, apresentam riscos à saúde ou ao meio ambiente;

b) resíduos classe II - não inertes: são aqueles que podem apresentar características de combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade, com possibilidade de acarretar riscos à saúde ou ao meio ambiente, não se enquadrando nas classificações de resíduos classe I – perigosos ou classe III – inertes;

c) resíduos classe III – inertes: são aqueles que, por suas características intrínsecas, não oferecem riscos à saúde e que não apresentam constituintes solúveis em água em concentrações superiores aos padrões de potabilidade;

### 5.8.3. Geração de Resíduos – Panorama Geral

Os dados de geração de resíduos são bastante dispersos e em sua grande maioria refletem dados estimados, principalmente em função Brasil ser um país continental que apresenta diferentes cenários de desenvolvimento, níveis culturais e econômicos.

#### 5.8.3.1. Resíduos Sólidos Urbanos/Domiciliares

##### a) Brasil

Segundo dados estimados pelo IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas e pela ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental(3), a população do Brasil produz uma quantidade de resíduos sólidos urbanos que varia entre 240.000 a 300.000 t/dia, sendo que deste total, 100.000 t/dia referem-se ao lixo domiciliar.

A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 1989 do IBGE, mostrou que somente 24% do lixo coletado receberam tratamento e disposição final adequados. Desse total, 23% foram dispostos em aterros controlados (10% em aterros sanitários), 0,9% em usinas de Compostagem e reciclagem e 0,1% em usinas de incineração. Os restantes 76% foram lançados em lixões e vazadouros a céu aberto, muitas vezes as margens de rios e córregos.

#### b) Estado de São Paulo

O Estado de São Paulo, segundo levantamento da CETESB, gera 18.225 ton/dia de resíduos domiciliares.

Os dados levantados indicam que dos 645 municípios do Estado, 2 municípios (Águas de Lindóia e Bananal) continuam depositando seus resíduos em outros Estados; 50% dos municípios depositam seus resíduos em lixões ou valas; 21% dos municípios depositam em aterros controladas e 29% dos municípios depositam em aterros sanitários.

Particularmente a quantidade de resíduos produzidos em relação ao Estado, seguem uma vertente oposta à condição do município, apresentando os seguintes resultados: 22,7% dos resíduos gerados são dispostos em lixões, 17,9% são depositados em aterros controlados e 59,3% dos resíduos gerados são dispostos em condições adequadas.

### 5.8.3.2. Resíduos Sólidos Industriais

#### a) Brasil

Não há dados específicos de geração de resíduos industriais em nível nacional. Estes dados, quando existentes, estão de posse das próprias indústrias ou de Órgãos Ambientais de Controle Estaduais.

#### b) Estado de São Paulo

Em uma pesquisa realizada pela CETESB , foram levantados os seguintes dados de geração.

RESÍDUO	GERAÇÃO		TRATAMENTO	ESTOCAGEM	DISPOSIÇÃO NO SOLO
	(T/ANO)	(%)			
Classe I	535.615	2,01	286.930	164.520	84.165
Classe II	25.038.167	94,06	8.816.065	571.314	15.650.788
Classe III	1.045.896	3,93	352.463	103.988	589.445
Total	26.619.678	100,00	9.455.458	839.822	16.324.398
	100,00	-	35,52	3,15	61,32

OBS.: Excluído o bagaço de cana (24.794.000 t/ano) e restilo (25.752.000 t/ano); Excluído resíduo proveniente de mineração de rocha fosfática (5.400.000 t/ano).

Quanto à destinação dada aos resíduos gerados predomina a disposição no solo (61%), seguida por algum tipo de tratamento (36%) e estocagem (3%). Esse padrão é determinado pelos resíduos Classe II que apresentam a maior quantidade. Observa-se, ainda, que a maior parte (53%) de resíduos Classe I, importante dada a sua periculosidade, sofre algum tipo de tratamento (incineração, queima em fornos industriais ou caldeiras, reprocessamento ou reciclagem externos, tratamento biológico e outros) e que a quantidade estocada (31%) que aguarda destinação adequada é maior do que a disposta no solo (16%).

#### 5.8.4. Geração de Resíduos no Setor Sucroalcooleiro – Panorama Atual

Os principais resíduos sólidos gerados no setor sucroalcooleiro são: a palha, o bagaço e o resíduo de cinzas da caldeira resultante da queima do bagaço, sendo classificados quanto a categoria como de atividades rurais e quanto a natureza como classe II. As embalagens de agrotóxicos, em função dos componentes químicos presentes são classificados como classe I.

### 5.8.4.1. A Palha

A palha ou palhada é um dos resíduos de produção gerados na colheita da cana-de-açúcar. Como matéria-prima a palha é normalmente utilizada na adubação das próprias lavouras, porém também pode ser utilizado na geração de vapor ou substituindo o óleo combustível em processos de aquecimento industrial.

#### a) Geração de resíduos de palha

A quantificação da geração deste tipo de resíduo (folhas secas, folhas verdes e ponteiros), é uma tarefa difícil em razão de usualmente este material ser queimado para facilitar a colheita da cultura de cana-de-açúcar. Outros fatores também devem ser considerados, tais como: o sistema de colheita (mecanizada ou manual), altura de corte dos ponteiros, variedade, idade da cultura, estágio de corte, situação climática, entre outros.

Vários estudos foram e vêm sendo desenvolvidos, no intuito de se estabelecer um fator de conversão de produção de palha em função da área plantada. Tendo em vista os vários valores levantados, foi adotado o valor médio de 18,2 toneladas de palha seca/ha de área plantada, a fim de se estabelecer uma média estimativa de geração de resíduos de palha. Os valores são apresentados na Tabela 01

Tabela 01 – Área Plantada, Produção e geração de resíduos – 2000

	<b>ÁREA PLANTADA (Milhões de ha)</b>	<b>Geração de resíduos de palha (Bilhões de m<sup>3</sup>)</b>
<b>BRASIL</b>	<b>4,812</b>	<b>87,58</b>
<b>SÃO PAULO</b>	<b>2,822</b>	<b>51,36</b>



## b) Destinação dos resíduos de palha

A destinação dos resíduos de palha estão ligados a forma de colheita, que pode ser mecanizada ou manual.

O processo mecanizado de colheita da cana no Brasil atinge cerca de 55%(9), o resíduo de palha é retirado sem queimar e posteriormente é disposto no solo ajudando, em conjunto com o vinhoto, no processo de adubação do terreno. Para o Estado de São Paulo, não foram obtidos dados específicos e portanto será considerado o mesmo percentual de mecanização adotado para o País.

Há de se considerar que no Estado de São Paulo, por imposição de legislação ambiental, deverão, a médio prazo, colher a totalidade da cana sem queimar, independente de a mesma ser ou não atualmente mecanizável.

Os dados estimativos são fornecidos na Tabela 02.

Tabela 02 – Geração de Resíduos de palha, Queima de resíduos, Resíduo deixado na lavoura- 2000.

	Geração de resíduos de palha (milhões de toneladas)	Resíduos de palha deixados na lavoura (milhões de toneladas)	Queima de resíduos (milhões de toneladas)
BRASIL	87,7	39,4	48,3
SÃO PAULO	51,4	23,1	28,3

Obs.: Considerando 55% de colheita mecanizada e 45% de colheita manual.

É importante frisar que todo o resíduo de palha que não é queimado é reutilizado, não sendo destinado para Lixões, Aterros ou outras formas de disposição que geram maior percentual de impactos negativos ao Meio Ambiente.

#### 5.8.4.2. O Bagaço da cana

Como matéria-prima industrial o bagaço de cana pode ser utilizado na produção de papel e celulose, na produção do próprio álcool, na produção de furfurool (aldeído tóxico, farináceo, que se encontra nos álcoois em geral) e álcool furfurílico, de carvão siderúrgico e conglomerado. Como insumo energético, pode ser usado na geração de vapor ou substituindo o óleo combustível em processos de aquecimento industrial.

Os dados de quantificação de geração de resíduos são, como no caso da palha, dependentes de diversos fatores, tais como: estado de conservação de moendas, temperatura, eficiência do processo, sistema de colheita (mecanizada ou manual), altura de corte dos ponteiros, variedade, idade da cultura, estágio de corte, situação climática, entre outros.

##### a) Geração de resíduos de bagaço da cana

Vários estudos foram e vêm sendo desenvolvidos, no intuito de se estabelecer um fator de conversão de produção de bagaço em função da tonelada de cana produzida. Tendo em vista os vários valores levantados, foi adotado o valor médio de 260 kg de resíduo seco de bagaço/tonelada de cana produzida(9), a fim de se estabelecer uma média estimativa de geração de resíduos de bagaço e são apresentados na Tabela 03.

Tabela 03 – Moagem total e geração de resíduos de bagaço – 2001/2002.

	<b>PRODUÇÃO (Milhões de toneladas)</b>	<b>GERAÇÃO DE RESÍDUOS (milhões de toneladas)</b>
<b>BRASIL</b>	<b>270</b>	<b>70,2</b>
<b>SÃO PAULO</b>	<b>190</b>	<b>49,4</b>

## b) Destinação dos resíduos de bagaço de cana

Cerca de 95% dos resíduos de bagaço gerados são queimados em caldeiras para produção de vapor, sendo os outros 5% distribuídos nos usos citados anteriormente.

Como no caso da palha, todo o resíduo de bagaço é reutilizado, não sendo destinados para Lixões, Aterros ou outras formas de destinação que geram maior percentual de impactos negativos ao Meio Ambiente.

### 5.8.4.3. Os resíduos de cinzas da queima do bagaço

Os resíduos de cinzas são gerados a partir da queima do bagaço para produção de vapor nas caldeiras.

#### a) Geração de resíduos de cinza

Para a estimativa de geração, foram considerados os dados fornecidos na Tabela 2 e os valores fornecidos na revista Saneamento Ambiental , onde é considerado o valor de 6 kg cinza/250kg de bagaço de cana que alimenta a caldeira.

Como foi adotado para os cálculos o valor de 260 kg bagaço/Tonelada de cana moída (item 4.4.2.a), o valor a ser considerado no cálculo da estimativa de geração de resíduos de cinza é de 6,2 kg de cinza/260 kg de bagaço de cana que alimenta a caldeira e o percentual de uso do bagaço em 95%.

Tabela 05 – Total de resíduos de bagaço usados nas caldeiras e produção de cinzas – 2001/2002.

	GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE BAGAÇO (milhões de toneladas)	GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE CINZAS (milhão de toneladas)
BRASIL	66,7	1,59
SÃO PAULO	46,9	1,12

## b) Destinação dos resíduos de cinza

Os resíduos de cinzas de bagaços de cana gerados no processo de geração de vapor são encaminhados, juntamente com as tortas de filtro e a palha na adubação das próprias lavouras.

### 5.8.4.4. Os resíduos de embalagens de agrotóxicos

A legislação de agrotóxicos dispõe sobre a pesquisa, experimentação, produção, embalagem e rotulagem, transporte, armazenamento, comercialização, propaganda, utilização, importação, exportação, destino final dos resíduos e embalagens, registro, classificação, controle, inspeção e fiscalização. Os principais diplomas legais federais são: lei 7802 de 11.06.1989, lei 9974 de 06.06.2000, decreto 98816 de 11.01.90, e decreto 3550 de 27.07.2000.

No que tange especificamente ao usuário de agrotóxico, é determinado que o este deverá “efetuar a devolução das embalagens vazias, e respectivas tampas, dos produtos aos estabelecimentos comerciais em que foram adquiridos, observadas as instruções estabelecidas nos rótulos e bulas, no prazo de até um ano, contado da data de sua compra” (artigo 33-C do decreto 98816/90, segundo nova redação a partir do decreto 3550/00).

O decreto 3550/00 (art 72) também adverte que as responsabilidades administrativa, civil e penal pelos danos causados à saúde das pessoas e ao meio ambiente, inclusive quanto a manipulação, utilização, transporte e a destinação de embalagens vazias de agrotóxicos, recairão entre outros, sobre “o usuário ou prestador de serviços, quando proceder em desacordo com o receituário ou as recomendações do fabricante e órgãos sanitário-ambientais”.

Independente da forma de aplicação dos defensivos agrícolas utilizados, principalmente para a redução da broca, há a geração de resíduos das embalagens de agrotóxicos que são aplicados na cultura da cana de açúcar ou no solo.

## a) Geração de resíduos de embalagem

Segundo dados da ÚNICA, na safra de 1997/1998 foram consumidos no Brasil 13.000.000 litros de defensivos agrícolas.

Não foram obtidos os dados para o Estado de São Paulo, porém adotando-se os valores fornecidos na Tabela 01, conclui-se que o Estado de São Paulo correspondeu a 58% da área plantada do País na safra 2000. Este percentual será adotado para o consumo de embalagens no Estado.

Tabela 06 – Consumo de defensivos agrícolas e geração de resíduos de embalagem – 1997/1998.

	<b>CONSUMO (L)</b>	<b>GERAÇÃO DE RESÍDUOS (Unidades de 20 litros)</b>
<b>BRASIL</b>	<b>13.000.000</b>	<b>650.000</b>
<b>SÃO PAULO</b>	<b>7.540.000</b>	<b>377.000</b>

#### b) Destinação dos resíduos de embalagem

Em conformidade com a Legislação Ambiental vigente (vide item Conformidade Ambiental Legal), as embalagens de agrotóxicos têm de ser destinadas para estabelecimentos de recolhimento, os quais deverão promover a limpeza e encaminhamento para reciclagem.

Destas bombonas estão sendo fabricados conduítes plásticos e outros subprodutos, também seguindo a tendência de não agressão ambiental dos outros resíduos gerados.

#### 5.8.4.5 Comentários Gerais

O setor sucroalcooleiro é um grande gerador de resíduos sólidos, dados estes comparados aos resíduos urbanos e industriais gerados. Somente a título informativo são comparados os dados do Estado de São Paulo, extraídos dos itens 5.8.3.1a, 5.8.3.2b, 5.8.4.1a e 5.8.4.2a.

Tabela 07 – Valores comparativos de geração de resíduos sólidos domiciliares, industriais e do setor sucroalcooleiro – São Paulo.

	<b>Domiciliares (Ton/ano)</b>	<b>Industriais (Ton/ano)</b>	<b>Setor sucroalcooleiro (*) (Ton/ano)</b>
<b>SÃO PAULO</b>	<b>6.652.125</b>	<b>26.619.678</b>	<b>101.016.664</b>

Obs.: (\*) Somente considerados os resíduos de bagaço e palha.

Ou seja, somente os resíduos de palha e bagaço corresponderiam a 3 vezes a geração dos resíduos domiciliares e industriais gerados no Estado de São Paulo.

Se estes resíduos fossem descartados em Aterros Sanitários a situação atual, praticamente insustentável de disposição de resíduos, seria no mínimo triplicada.

Porém, em função do setor sucroalcooleiro estar operando em conformidade com as tendências globais que pregam os princípios do 3R's (Reusar, recuperar e reciclar) e principalmente auxiliando a minimizar os problemas de descarte de resíduos.

## **6 – A CO-GERAÇÃO E AS OPORTUNIDADES PARA O SETOR SUCROALCOOLEIRO.**

As oportunidades de se usarem os resíduos da cana como fonte de energia primária para geração de eletricidade são muitas, tanto a nível micro quanto macroeconômico, conforme demonstramos abaixo.

- expressivo potencial para geração de energia com resíduos da cana, com custo competitivo, contribuindo para diminuir a crise de energia a curto e a médio prazo.
- Renovação do parque industrial, em razão de grande parte das Usinas estarem com seu ciclo industrial em final da sua vida útil.
- A Sazonalidade (produção na época de estiagem), como sendo, um

grande diferencial competitivo.

- Chuvas de novembro a abril.
- Safra da cana de açúcar de maio a novembro.
- Proximidade dos pontos de carga e dos centros de consumo, reduzindo perdas e custos de transmissão e distribuição, com uma geração de energia de melhor qualidade.
- Associação com outras fontes de energia, como o gás, nas Usinas próximas ao gasoduto Brasil/Bolívia ou diesel e outras fontes de biomassa, nas Usinas distantes do gasoduto, para geração de energia na entressafra, com tecnologia nacional já desenvolvida.
- Prazo para implementação do processo de co-geração relativamente curto, em relação a hidráulica.
- Menor custo de implantação, em relação as hidrelétricas, aproximadamente 18 meses.
- Diversificação dos produtos do setor (açúcar, álcool, levedura), através de um novo segmento de negócio que é a geração de energia elétrica.
- Utilização de tecnologia nacional, com prazos de entrega de máquinas e equipamentos relativamente curtos, proporcionando empregos e gerando impostos para o Estado.
- Através da co-geração de energia, as Usinas podem receber créditos no mercado de carbono, utilizando-se dos mecanismos do Protocolo de Quioto
- Aproveitamento de parte da palha da cana-de-açúcar, com rendimento energético maior que o bagaço, resultante da mecanização da colheita.
- Custo de energia independente de fatores externos, como câmbio (dólar), clima e outros.

## 6.1. CENÁRIOS TECNOLÓGICOS

O exercício de se estabelecer cenários tecnológicos para incremento de produção de energia é dependente de uma série de fatores de operação. Entre os principais podem ser citados:

- Opção do empresário de diversificar seus produtos.
- Estado de conservação da usina e equipamentos.
- Estágio de evolução tecnológica.
- Capacidade de endividamento.
- Mercado local e global.
- Pressão da caldeira e equipamentos anexos a % de uso de bagaço e palha atual e futuro, para produção de energia etc.

Para o desenvolvimento destes cenários, foram utilizados como base os valores descritos no trabalho “Geração de resíduos de Cana”, tomando-se como referência as seguintes condições:



TABELA 01 - Condições básicas para estabelecimento dos cenários

OPERAÇÃO DA USINA	
Produção de cana na safra (média)	1.800.000 t
Moagem média diária	10.000 t cana / dia
Duração da safra	180 dias
Eficiência de aproveitamento do tempo de safra	85%
Moagem horária (TCM)	490 t / h
Consumo de vapor no processo ( 2,5 ata )	530 kg vapor/ t cana
USO DE RESÍDUO	
Consumo específico de bagaço nas caldeiras	2,4 kg bag / kg vap
Consumo específico das turbinas do processo (simples estágio)	18,4 kg vapor/ kw
Consumo específico das turbinas dos geradores instalados	12,7 kg vapor/ kw
Fibra – cana	13%
Bagaço – cana	27%
Poder calorífico inferior do bagaço a 50% umidade ( PCI )	1.800 Kcal / g
Poder calorífico da palha a 15% de umidade	3.100 Kcal / Kg
FINANCEIRAS	
Vida Útil	20 anos
Imposto de Renda + Contribuição Social	Alíquotas nulas
PIS/PASEP + COFINS	3,65 % da Receita
Tarifa (R\$ / KW)	66,56 (92% VN de fonte competitiva e 78% VN para biomassa)
Financiamento a LP : Juros(não financiado) 10% aa: Carência, 3 anos ; Amortização 10 anos; Valor, 70 % do Investimento. Como estão sendo utilizadas projeções a preço constante, julgou-se suficientemente elevada a taxa adotada ( real) embora as taxas correntes ( que incluem previsão de inflação e/ou de variação cambial ) sejam superiores.	

Fonte: P.A SYS

Obs.: A alíquota conjunta do Imposto de Renda e Contribuição Social podem alcançar 34% do Lucro Tributável, as projeções foram efetuadas com alíquotas nulas, tendo em vista as situações especiais onde se integram também a atividade rural ( produção de cana ) e a eventual existência de créditos fiscais a compensar.

## **6.2. ESTABELECIMENTO DOS CENÁRIOS TECNOLÓGICOS**

Foram estudadas várias possibilidades para o incremento de geração de vapor/energia, entre elas podem ser citadas: inclusão de novos equipamentos ou modernização dos existentes, geração de energia elétrica durante todo o ano mediante o uso de palha, estocagem de bagaço e investimento na fábrica com vistas a reduzir o consumo de vapor.

Foram estudadas 7 situações diferentes, onde os resultados individuais e comparativos são informados na seqüência:

Situação 01 – Balanço de produção de energia atual  
Equipamentos: Turbinas de contrapressão e estágio simples com válvula de contra-pressão em linha paralela à Caldeira/Turbina.

Condições de operação	
Caldeira	21 ata
Tipo de resíduo	Bagaço
% de uso do resíduo de bagaço	80,3%
Sobra de resíduo de bagaço	19,7%
Gerador atual (potência)	6.373 kw
Turbina atual (potência)	8.039 kw
Fator de conversão (potência/energia)	3,672
Condição de operação	Safra
RESULTADOS	
Geração Total	
Potência (kw)	6.373
Energia (MWh)	23.400
Consumo Total	
Potência (kw)	6.373
Energia (MWh)	23.400
Excedente Total	
Potência (kw)	0 (zero)
Energia (MWh)	0 (zero)
Investimento (Milhões R\$)	-
Receita Líquida Anual (Milhões R\$)	-
Geração de Caixa (Milhões R\$)	-
Prazo de Retorno (Anos)	-
TIR (Taxa de retorno) (% aa)	-

Fonte: P.A SYS

## Situação 02 – Redução do Consumo/ Eficiência da Turbina

Equipamentos: Turbinas de contrapressão e estágio simples, Turbogenerador de contrapressão de múltiplo estágio no lugar da válvula de contra pressão e conversão dos geradores atuais em múltiplo estágio.

Condições de operação	
Caldeira	21 ata
Tipo de resíduo	Bagaço
% de uso do resíduo de bagaço	80,3%
Sobra de resíduo de bagaço	19,7%
Gerador atual (potência)	6.373 kw
Turbina atual (potência)	8.039 kw
Fator de conversão (potência/energia)	3,672
Turbogenerador adicionado (potência)	1.486 kw
Condição de operação	Safra
RESULTADOS	
Geração Total	
Potência (kw)	7.858
Energia (MWh)	28.855
Consumo Total	
Potência (kw)	6.373
Energia (MWh)	23.400
Excedente Total	
Potência (kw)	1.486
Energia (MWh)	5.455
Investimento (Milhões R\$)	3,7
Receita Líquida Anual (Milhões R\$)	1,2
Geração de Caixa (Milhões R\$)	1,2
Prazo de Retorno (Anos)	3,3
TIR (Taxa de retorno) (% aa)	38,7

Fonte: P.A SYS

Situação 03 – Bagaço Excedente  
Equipamentos: Instalação de Gerador de Extração Controlada e Condensação ao invés de Contrapressão. A caldeira é repotenciada.

Condições de operação	
Caldeira	21 ata
Tipo de resíduo	Bagaço
% de uso do resíduo de bagaço	100%
Sobra de resíduo de bagaço	(zero)%
Gerador atual (potência)	6.373 kw
Turbina atual (potência)	8.039 kw
Fator de conversão (potência/energia)	3,672
Turbogerador adicionado (potência)	5.094 kw
Condição de operação	Safra
RESULTADOS	
Geração Total	
Potência (kw)	11.466
Energia (MWh)	42.104
Consumo Total	
Potência (kw)	6.373
Energia (MWh)	23.400
Excedente Total	
Potência (kw)	5.094
Energia (MWh)	18.704
Investimento (Milhões R\$)	11,7
Receita Líquida Anual (Milhões R\$)	3,4
Geração de Caixa (Milhões R\$)	3,4
Prazo de Retorno (Anos)	2,7
TIR (Taxa de retorno) (% aa)	25,1

Fonte: P.A SYS

## Situação 04 – Alteração de Caldeira

Equipamentos: Troca de caldeira para 42 bar. Instalação de Gerador de Extração Controlada e Condensação. Desativação do turbogerador existente.

Condições de operação	
Caldeira	42 ata
Tipo de resíduo	Bagaço
% de uso do resíduo de bagaço	100%
Sobra de resíduo de bagaço	(zero)%
Novo gerador (potência)	38.268 kw
Turbina atual (potência)	8.039 kw
Turbogerador adicionado (potência)	0
Condição de operação	Safra
RESULTADOS	
Geração Total	
Potência (kw)	38.268
Energia (MWh)	140.521
Consumo Total	
Potência (kw)	6.373
Energia (MWh)	23.400
Excedente Total	
Potência (kw)	29.217
Energia (MWh)	107.284
Investimento (Milhões R\$)	16,5
Receita Líquida Anual (Milhões R\$)	4,8
Geração de Caixa (Milhões R\$)	4,8
Prazo de Retorno (Anos)	3,8
TIR (Taxa de retorno) (% aa)	15,5

Fonte: P.A SYS

## Situação 05 – Alteração de Caldeira

Equipamentos: Troca de caldeira para 61 bar. Instalação de Gerador de Extração Controlada e Condensação. Desativação do turbogerador existente.

Condições de operação	
Caldeira	61 ata
Tipo de resíduo	Bagaço
% de uso do resíduo de bagaço	100%
Sobra de resíduo de bagaço	(zero)%
Novo gerador (potência)	42.687 kw
Turbina atual (potência)	8.039 kw
Turbogerador adicionado (potência)	0
Condição de operação	Safra
RESULTADOS	
Geração Total	
Potência (kw)	42.687
Energia (MWh)	157.747
Consumo Total	
Potência (kw)	6.373
Energia (MWh)	23.400
Excedente Total	
Potência (kw)	33.327
Energia (MWh)	122.375
Investimento (Milhões R\$)	31,6
Receita Líquida Anual (Milhões R\$)	7,8
Geração de Caixa (Milhões R\$)	8,1
Prazo de Retorno (Anos)	4,2
TIR (Taxa de retorno) (% aa)	13,0

Fonte: P.A SYS

## Situação 06 – Alteração de Caldeira

Equipamentos: Troca de caldeira para 81 bar. Instalação de Gerador de Extração Controlada e Condensação. Desativação do turbogerador existente.

Condições de operação	
Caldeira	81 ata
Tipo de resíduo	Bagaço
% de uso do resíduo de bagaço	100%
Sobra de resíduo de bagaço	(zero)%
Novo gerador (potência)	47.737 kw
Turbina atual (potência)	8.039 kw
Turbogerador adicionado (potência)	0
Condição de operação	Safra
RESULTADOS	
Geração Total	
Potência (kw)	47.737
Energia (MWh)	175.290
Consumo Total	
Potência (kw)	6.373
Energia (MWh)	23.400
Excedente Total	
Potência (kw)	38.023
Energia (MWh)	139.620
Investimento (Milhões R\$)	38,2
Receita Líquida Anual (Milhões R\$)	10,0
Geração de Caixa (Milhões R\$)	10,0
Prazo de Retorno (Anos)	4,0
TIR (Taxa de retorno) (% aa)	18,6

Fonte: P.A SYS



## Situação 07 – Utilização da Palha

Equipamentos: Troca de caldeira para 81 bar. Instalação de Gerador de Extração Controlada e Condensação. Utilização da palha proporcional a 30% de bagaço para produção de vapor equivalente.

Condições de operação		
Caldeira	81 ata	
Tipo de resíduo	Bagaço e Palha	
% de uso do resíduo de bagaço	100%	
Sobra de resíduo de bagaço	55%	
Novo gerador (potência)	48.549 kw	
Turbina atual (potência)	8.039 kw	
Turbogerador adicionado (potência)	0	
Condição de operação	Safr e Entresafra	
RESULTADOS		
Geração Total	Safra	Entresafra
Potência (kw)	48.549	41.526
Energia (MWh)	178.273	152.483
Consumo Total		
Potência (kw)	6.373	0
Energia (MWh)	23.400	0
Excedente Total		
Potência (kw)	38.778	38.619
Energia (MWh)	142.394	141.809
Investimento (Milhões R\$)	40,6	
Receita Líquida Anual (Milhões R\$)	18,2	
Geração de Caixa (Milhões R\$)	13,6	
Prazo de Retorno (Anos)	3,3	
TIR (Taxa de retorno) (% aa)	19,8	

Fonte: P.A SYS

A situação 01, consiste em manter a fábrica nas condições atuais, em que são gerados 6 373 MWh somente durante a safra, para o uso próprio da usina e sem modificação de equipamentos e processo. Neste caso não há geração de excedente de energia.

A situação 02 ( Redução do Consumo/ Eficiência da Turbina ) consiste em realizar os investimentos possíveis para maximizar a geração de energia elétrica, sem alterar a pressão da caldeira (21 bar) e o tipo de turbina ( contra-pressão). Onde, encontra-se uma Válvula Redutora de Pressão, é instalado um novo turbogerador, ainda de Contrapressão mas de múltiplos estágios, em vez de simples como os que se encontram em operação existentes. Os geradores da fábrica também são convertidos em múltiplos estágios.

A situação 03 ( Bagaço Excedente), continua com 21 bar de pressão de caldeira, a instalação de Gerador de Extração Controlada e Condensação ao invés de Contrapressão. A caldeira é repotenciada. A geração de energia elétrica continua sendo realizada somente na safra.

A situação 04 observa-se a troca da caldeira para 42 bar, a instalação de gerador novo de Extração Controlada e Condensação e a desativação do turbogerador existente. A geração de energia continua a realizar-se somente na safra.

A situação 05 observa-se a troca da caldeira para 61 bar, a instalação de gerador novo de Extração Controlada e Condensação e a desativação do turbogerador existente. A geração de energia continua a realizar-se somente na safra.

A situação 06, destaca-se a troca da caldeira para 81 bar e a instalação de novo gerador de Extração e Condensação, com ela compatível. Como na alternativa anterior, desativa-se o turbogerador existente, o consumo específico de vapor continua 530 kg/t e a geração de energia ocorre somente na safra.

A situação 07 contempla, Troca da caldeira também para 81 bar, a instalação de gerador de Extração e Condensação, bem como a desativação de turbogerador existente e investimentos na fábrica que implicariam a redução do consumo de vapor de 530 kg / t de cana processada para 450 kg / t. Além disto, com a utilização da palha como combustível, durante a safra, seria pos-

sível, mediante os investimentos pertinentes, a estocagem de parte do bagaço e a sua utilização no período de entressafra, tornando anual a geração de energia (safra e entressafra). Nesta situação 07, com existe a sobra de bagaço, cria-se a oportunidade de geração de energia elétrica no ano todo, devendo-se considerar como horas de geração no período da safra de 3.672 horas, e no período da entre-safra 4.218 horas.

O quadro a seguir apresenta as informações principais das alternativas que tiveram modificações a partir da situação atual como, componentes, custos e uma síntese dos resultados comparativos entre cada situação.

SITUAÇÃO	II	III	IV	V	VI	VII
GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA						
Potência Adicional (MW)	5,1	13,9	29,2	33,3	41,5	38,7
Energia Anual Excedente (GWh)	18,7	51,0	107,3	122,4	152,4	284,2
Período de Operação	Safra	Safra	Safra	Safra	Safra	Anual
Investimentos Incrementais (R\$ milhões)						
Engenharia	0,1	0,5	1,0	1,0	1,0	1,7
Caldeiras Novas	0,0	0,0	9,9	16,4	17,8	16,2
Turbogeradores e Auxiliares	1,7	4,6	4,6	14,2	15,9	16,2
Melhoria de Eficiência da Fábrica	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	3,5
Conexão c/ Sistema Elétrico	1,0	1,5	2,0	2,0	2,0	2,0
Reforma de Turbinas	0,9	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0
Reforma de Caldeiras	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Armazenagem de Bagaço	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0
Venda de Equipamento	0,0	0,0	1,0	2,0	2,0	2,0
TOTAL	3,7	11,7	16,5	31,6	38,2	40,6
RESULTADOS						
Receita Líquida Anual ( R\$ Milhões )	1,2	3,4	4,8	7,8	10,0	18,2
Geração de Caixa ( R\$ Milhões ) (1)	1,2	3,4	4,8	8,1	10,0	13,6
TIR (Taxa Interna de Retorno ) (% aa)	38,7	25,1	15,5	13	18,6	19,8
Prazo de Retorno (anos)	3,3	2,7	3,8	4,2	4,0	3,3

### 6.2.1 Análise dos Cenário

Nos estudos são analisadas 6 alternativas à situação atual com variadas modificações do sistema em que se destaca o aumento das pressões de modo a aumentar a eficiência e gerar energia excedente para vender ao sistema.

Considerando o objetivo exploratório da análise, as projeções econômicas trabalham com uma hipótese de preço médio muito conservadoras de 69,56 R\$/MWh (92% do VN de fonte competitiva e 78 % do VN para biomassa). Não obstante, os resultados obtidos são razoavelmente elevados, permitindo às Usinas interessadas, optarem pela situação que melhor se adapte às suas condições financeiras ou tecnológicas.

Estas situações, podem também incluir a compensação de ICMS do próprio investimento, se a geração for comercialmente integrada à usina.

Além destas situações analisadas, onde somente a otimização do processo industrial das Usinas sucroalcooleiras possibilita um grande incremento de geração de energia, deve-se também considerar para um cenário a longo prazo a redução das queimadas da cana-de-açúcar, aumentando a participação do uso da palha no processo de co-geração e a conseqüente sobra do bagaço para utilização no período da entressafra e também do processo de gaseificação do bagaço de cana, aumentando o seu poder calórico, propiciando um maior potencial de co-geração de energia. Estas inovações técnicas já se encontram em estudos e testes, devendo a curto prazo estarem disponíveis para aplicação.

### 6.3 AS DIFICULDADES

As dificuldades para desenvolver plenamente o potencial de co-geração com resíduos de cana-de-açúcar são as inerentes a qualquer grande transformação de mercado, onde inicialmente é preciso vencer a inércia e a resistência naturais para assumir riscos de um novo negócio.

Apesar do BNDES ter aprovado recentemente uma linha de financiamentos, denominada como uma operação-programa no valor de R\$ 250 milhões

para financiar projetos de co-geração de eletricidade a partir do aproveitamento do bagaço de cana-de-açúcar, que tenham como objetivo, a venda de energia elétrica excedente a concessionárias de distribuição ou comercializadoras de energia elétrica, os prazos para análise dos projetos ainda são demorados, principalmente pela necessidade emergencial de geração de energia.

Ainda no âmbito do financiamento, a garantia através dos contratos de compra venda de energia elétrica (PPAs), firmado com concessionárias, distribuidoras de energia elétrica e outras, acabam se transformando em um gargalo, pela falta de regras específicas que garantam aos usineiros, preço mínimo de compra vinculada ao Valor Normativo (VN conforme Resolução 22/2001 de 06/02/01 da ANEEL), prazo mínimo de compra que garanta o retorno do investimento e uma garantia de compra do excedente de energia.

Outra dificuldade encontrada, é o de interligação ao sistema, tanto na conexão a subestação quanto ao paralelismo, com a necessidade do rebaixamento e oscilação da tensão nominal.

Além disso, a definição de uma estratégia clara e objetiva para o setor elétrico, possibilitando uma diversificação da matriz energética, que ainda se encontra sob influência de modelo monopolista e centralizado, restringe o setor sucroalcooleiro, dificultando o seu acesso ao mercado de energia. Com isso, esta ausência de regras específicas, para a co-geração da biomassa, acaba se tornando o grande gargalo ao projeto de ampliação da oferta de energia.

## 7.0 CONCLUSÃO

Diante do exposto, identificou-se alguns pontos importantes que devem ser analisados, tais como, o financiamento, onde já existe uma linha de crédito do BNDES com dotação de R\$ 250 milhões, que permite financiar até 80% do valor dos investimentos, através de garantias provenientes de contrato de compra e venda de energia elétrica (PPA), firmado com as concessionárias, as distribuidoras de energia elétrica e outras, a definição de um preço mínimo de compra, vinculada ao Valor Normativo - VN (Resolução 22/2001 de 06/02/01 da ANEEL), as barreiras técnicas de interligação ao sistema como conexão e paralelismo, a flexibilização das metas de energia elétrica das indústrias fornecedoras de equipamentos, para co-geração e o principal ponto, que é a completa ausência de regras específicas para a co-geração da biomassa.

Desta forma, para que haja um incremento na geração de energia elétrica, algumas regras devem ser estabelecidas como, a garantia de compra da energia excedente, a garantia de um prazo mínimo para compra do excedente, a definição de preço mínimo de compra vinculado ao Valor Normativo(VN), uma política de redução de impostos, para aquelas usinas que se apresentarem mais eficiente e a criação de um Programa Específico de Energia da Biomassa do Bagaço de Cana (nos moldes da resolução 24 da CGCE - Pró-Eólica - Anexo C), diminuindo-se os riscos de, após a crise, estas regras e valores tornarem-se inviáveis e não mais competitivos.

Sem regras definidas, o setor sucroalcooleiro hoje adiciona aproximadamente 200 MW ao sistema interligado, isto já considerando os recentes financiamentos liberados pelo BNDES, abastecendo aproximadamente 550 mil residências com consumo médio de 100 kWh. Estabelecendo-se regras para a co-geração de energia da biomassa, pode-se chegar em 2003, sem grandes dificuldades a 2.000 MW, abastecendo aproximadamente 5,4 milhões de residências.

O Setor Sucroalcooleiro, deve estabelecer algumas ações imediatas para viabilizar o processo de co-geração como :

- negociação dos PPA (Power Purchase Agreement) com as concessio-

nárias, para permitir o acesso ao financiamento junto ao BNDES. Nesta negociação, o valor de compra, a garantia de compra e o prazo mínimo de aquisição da energia excedente gerada na Usina já devem estar estabelecidos, assim como, o modelo de comercialização desta energia excedente.

- após finalizada a negociação do contrato de compra e venda de energia, elaborar o “project finance” e apresenta-lo no BNDES, que apesar de darem um tratamento prioritário aos projetos de co-geração, estão levando aproximadamente 6 meses para análise e parecer final.

- e considerar a possibilidade de participação no mercado de carbono, através dos mecanismos estabelecidos pelo Protocolo de Quioto.

Outras ações devem ser tomadas também e estas com a participação da FIESP/CIESP, tais como :

- Articulação junto aos órgãos governamentais, para elaboração de uma política pública, que viabilize a implementação de um programa de geração de energia elétrica, através da biomassa bagaço de cana.

- Articulação para inserção da co-geração de energia elétrica da biomassa, na matriz energética do Estado de forma permanente.

- Gestão junto a CGCE, para revisão das metas de energia, das empresas produtoras de equipamentos ligados à co-geração.

- Articulação para ampliação e agilização das linhas de financiamentos, junto ao BNDES.

Com todas estas ações tomadas, alguns impactos positivos irão ocorrer, que beneficiará toda a cadeia produtiva, no fornecimento de máquinas, equipamentos e outros insumos, aquecendo todos os mercados dos elos da cadeia do setor, gerando empregos, propiciando a inovação tecnológica, com a utilização de equipamentos nacionais, uma maior competitividade para a indústria paulista, contribuição para redução do saldo negativo na balança comercial, diminuindo-se ou até eliminando-se a necessidade de importação

de energia, a oportunidade de se alterar a matriz energética do Brasil e principalmente do Estado de São Paulo, minimizando a necessidade de importação de energia, que hoje é de 46% da sua demanda e melhorando a sua vantagem comparativa.

A co-geração de energia elétrica através da biomassa bagaço de cana é totalmente viável, de rápida inserção na matriz energética, com investimentos e prazos de retorno relativamente baixos, com impactos ambientais praticamente nulos e com enorme potencial energético a ser explorado, faltando apenas, uma definição de regras, estipuladas pelo governo, que permita ao setor sucroalcooleiro, maior segurança para seus investimentos e clareza para sua tomada de decisão.



# ANEXOS

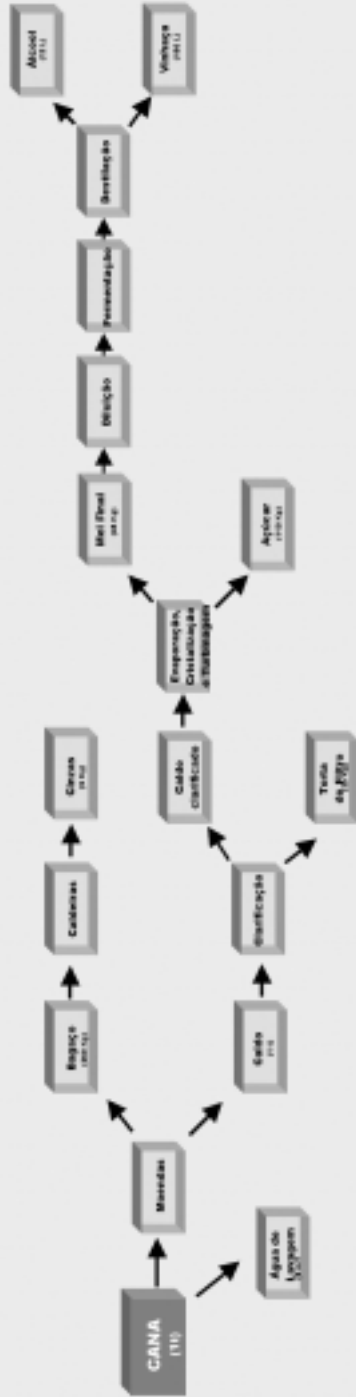
# ANEXO A – FLUXOGRAMA DA CADEIA PRODUTIVA



# ANEXO B – FLUXOGRAMA DE PRODUÇÃO

# INDUSTRIALIZAÇÃO DA CANA-DE AÇÚCAR

## USINA DE AÇÚCAR COM DESTILARIA ANEXA



## DESTILARIA AUTÔNOMA



Fonte: Revista Saneamento Ambiental - nº 11 - jan. 1991

# ANEXO C – MODELO DE RESOLUÇÃO

## RESOLUÇÃO:

Art. 1o Fica criado o Programa Específico de Energia de Biomassa no Brasil, com os seguintes objetivos:

I - viabilizar a implantação de 2.000 MW , até dezembro de 2003, de geração de energia elétrica a partir da biomassa no Brasil integrada ao Sistema Elétrico Interligado Nacional,

II - promover o aproveitamento da biomassa como fonte de energia, como alternativa de desenvolvimento energético, econômico, social e ambiental;

III - promover a complementaridade sazonal com os fluxos hidrológicos nos reservatórios do sistema interligado nacional.

Art. 2o Para consecução dos objetivos do Programa, ficam estabelecidas as seguintes condições, com validade até 31 de dezembro de 2003:

I - a ELETROBRÁS, diretamente ou por intermédio de suas empresas coligadas, deverá, por um prazo mínimo de quinze anos, contratar a aquisição da energia a ser produzida por empreendimentos a partir da biomassa, até o limite de 2.000 MW;

II - o valor de compra (VC) da energia referida no inciso I será equivalente ao valor de repasse para as tarifas, relativo à biomassa, estabelecido conforme regulamentação da ANEEL, aplicando-se ao VC os incentivos previstos no inciso III;

III - para os projetos que iniciarem sua operação nos prazos abaixo, aplicar-se-ão, nos primeiros dois anos, os seguintes incentivos:

a) para os projetos implementados até 31 de dezembro de 2001 - 1,200 x VC;

b) para os projetos implementados até 31 de março de 2002 - 1,175 x VC;

c) para os projetos implementados até 30 de junho de 2002 - 1,150 x VC;

d) para os projetos implementados até 31 de dezembro de 2002 - 1,125 x VC;

e) para os projetos implementados até 31 de dezembro de 2003 - 1,100 x VC;

IV - os custos relativos à energia comprada pela ELETROBRÁS deverão ser integralmente repassados às concessionárias de distribuição do sistema interligado, de forma compulsória, na proporcionalidade dos seus mercados realizados no ano anterior;

V - a qualquer tempo, os contratos referidos no inciso I poderão ser repassados às concessionárias de distribuição.

Art. 3o Para implantação do Programa, serão firmados convênios e acordos de cooperação com instituições públicas e privadas.

Art. 4o Caberá ao Ministério de Minas e Energia promover, coordenar e implementar o Programa de que trata esta Resolução.

Art. 5o Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.



## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

**FÓRUM de COGERAÇÃO e GERAÇÃO DISTRIBUÍDA**, realizada em Piracicaba em fevereiro de 2001, com a participação na elaboração do INEE, CODISTIL, PA SYS e outros.

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

**ÚNICA.** Dados de produção, 2000

**GAZETA MERCANTIL.** Agribusiness, 31/07/01

**FOLHA DE SÃO PAULO.** 26/06/01

**JORNALCANA.** Ed 87, Seção Técnica.

**ABNT** – Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR n.º 10.004: 1987 - Resíduos Sólidos – Classificação

**AZEVEDO NETO, J. M. & HESS, M. L.** Tratamento de Águas Residuárias. Revista DAEE, São Paulo, 1.970

**BNDES, MCT.** 1.999 .Efeito estufa e a Convenção sobre Mudança do Clima. 38 p.

**BRASIL. Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT).** 1988.  
Emissões de gases do efeito estufa. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/clima/Default.htm>>. Acesso em: 10 jul. 2001.

**Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT).** Emissões de Gases do Efeito Estufa Provenientes da Queima da Cana de Açúcar - 1998.

**Ministério da Agricultura e do Abastecimento.** Embrapa. 2001. O impacto ambiental da cana-de-açúcar. Disponível em: <<http://www.cnpq.embrapa.br/projetos/cana/setor.html>>. Acesso em: 26 jul. 2001.

**Ministério de Desenvolvimento Indústria e Comércio – MDIC PBR –**

Programa Brasileiro de Reciclagem – Bases para seu desenvolvimento estratégico – Vol 1 – Março de 1999–.

**CETESB** - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, Consolidação do Inventário de Fontes (incluindo as Municipais) e de Locais de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos - 1992/1993 complementado e atualizado em 1996.

**CANAWEB.** Referentes à safra de 1999/2000. São Paulo, 2001

**CETESB** - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares –1999.

**FORNASARI FILHO et al.** 1992. Alterações no meio físico decorrentes de obras de engenharia. São Paulo: IPT, 1992. 162 p.il. (IPT, Boletim 61, Publicação no.1972).

**FORUM DE COGERAÇÃO.** 2001. Geração com resíduos de cana. São Paulo: INEE. 49 p.il.

**CENBIO** – Centro Nacional de Referência da Biomassa. Proposta para criação do Programa Emergencial de Energia de Biomassa no Brasil – BIO.COM. São Paulo : 19 jul.2001.

**GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA.** Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária. [www.ba.gov.br](http://www.ba.gov.br) . Bahia, 2001.

**GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO.** Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE. Revista DAEE. São Paulo, 1970.

**Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Workbook - IPCC - Revised 1996**

**INFORMATIVO BIOAGÊNCIA.** Bioagência Urgente. n. 191 a 250. São Paulo. Mai-ago 2001.

**JUNQUEIRA, P. D. 2001.** As queimadas de cana. O Estado de São Paulo:

Suplemento Agrícola. 04.jul.01.

**ESTADO DE SÃO PAULO**, Caderno B5, 17 jun.01

**KLINK, C. A., MOREIRA, A. G. [2000?]**. Seqüestro e armazenamento de carbono: uma grande oportunidade para o meio ambiente no Brasil. Disponível em: <<http://www.amazonia.org.br/politicaspublicas/carbono.htm>>. Acesso em: 01 ago.2001.

**MANFRIM, L. FERNANDO, [2000?]**. Algumas novidades do setor da co-geração de energia. Disponível em <<http://www.jornalcana.com.br>. Acesso em: 23 jul.2001

**MACEDO, V. 2000**. Créditos de carbono: ecológica e economicamente sustentáveis. Disponível em: <<http://www.socioambiental.org/website/noticias/geral/20000901.html>>. Acesso em: 01 ago.2001.

**Orlando Filho e Leme, 1984** - Fluxograma Simplificado apresentando quantidades médias de produtos e subprodutos gerados na industrialização da cana de açúcar – Revista Saneamento Ambiental – nº 11 – Dez/1990.

**THAME, A. C. M. (org.)** – A cobrança pelo uso da água. Ed. IQUAL. São Paulo, 2000.

**UNICA** - União da Agroindústria Canavieira de São Paulo. Mimeografia. São Paulo, 2000

**ANEEL** – Agência Nacional de Energia Elétrica- Resolução ANEEL nº 22/2001. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br>. Acesso em 24 jul.2001.

**BNDES** – Operação-Programa para empreendimentos de co-geração de energia elétrica a partir da cana-de-açúcar. Disponível em <<http://www.bndes.gov.br>. Acesso em 28 jul.2001.

**CENBIO** – Centro Nacional de Referência da Biomassa. Nota Técnica I. Disponível em <<http://www.cenbio.org.br>. Acesso em 19 jun.2001.

## **Federação e Centro das Indústrias do Estado de São Paulo**

### **Presidente FIESP/CIESP**

Horácio Lafer Piva

### **Departamento de Infra-estrutura Industrial**

Pio Gavazzi – Diretor Titular

### **Comitê Gestor do Projeto**

Luiz Gonzaga Bertelli – Coordenador

Romildo de Oliveira Campelo – Vice Coordenador

José Ricardo Sukadolnik

Marcelo Lettiére Pilar

Takashi Sanefugi

Hans Alois Schaeffer Niemann

### **Diretor Executivo**

Mário Mugnaini Filho

### **Gerência de Meio Ambiente, Infra-estrutura e Design**

Fausto Guilherme Longo

### **Área Técnica de Meio Ambiente, Infra-estrutura e Design da FIESP/CIESP**

José Carlos Esquierro

José Vitor Mamede

Luciano Rodrigues Coelho

Maria Regina Rodrigues

Newton José Dias Ferraz

Nilton Fornasari Filho

Ricardo Lopes Garcia

## **APOIO**

### **Instituto Nacional de Eficiência Energética - INEE**

Av. Presidente Wilson, 164 /13º andar - Castelo

Tel/Fax : (21) 2532-1389

e-mail : inee@inee.org.br

### **Centro Nacional de Referência em Biomassa - CENBIO**

Av. Professor Luciano Gualberto, 1289 - Cidade Universitária

Tel/Fax : (11) 3483-6983

e-mail: cenbio@cenbio.org.br

### **União da Agroindústria Canvieira do Estado de São Paulo - ÚNICA**

Av. Brigadeiro Faria Lima, 2179 / 9º andar - Pinheiros

Tel : (11) 3812-2100

e-mail : unica@unica.com.br