

Capítulo 6

Agroindústria e meio-ambiente

*Daniel Bertoli Gonçalves, José Maria Gusman Ferraz e
Tamás Szmrecsányi*

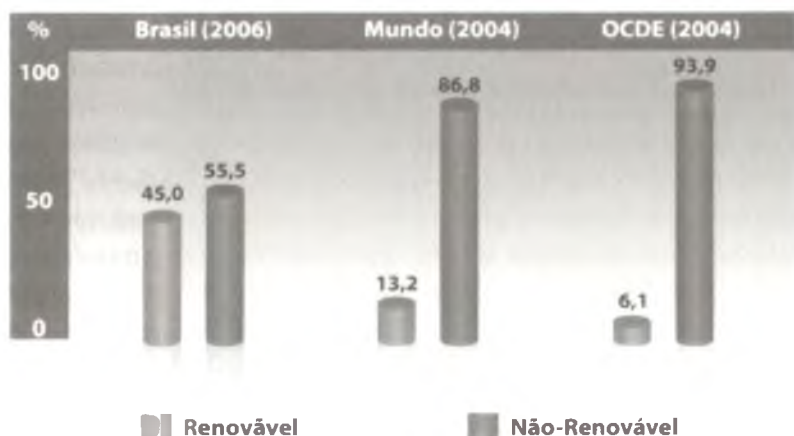


1. O etanol e as alternativas aos combustíveis de origem fóssil

Daniel Bertoli Gonçalves¹, José Maria Gusman Ferraz² e Tamás Szmrecsányi³

A matriz energética brasileira tem, em sua composição, um grande percentual de energia renovável. Entenda-se por *matriz energética* aquela que compreende a energia produzida/consumida geral, incluindo o setor de combustíveis, além da geração elétrica. Os dados do BEN (Balanço Energético Nacional) 2007, ano base 2006, mostram um crescimento de 3,2% do consumo energético entre 2005 e 2006. Os renováveis e o nuclear cresceram mais (5,3%) que os combustíveis fósseis (1,5%). Entre estes, deve-se dar destaque para o gás natural, que cresceu 5,8% contra um decréscimo de 1,9% do carvão mineral. A matriz energética brasileira apresenta uma porcentagem de energia renovável alta em relação à média mundial, que, em 2004, era de 13,2% e, maior ainda, quando comparada aos países da comunidade europeia, que, em 2004, apresentavam uma porcentagem de 6,1% (Figura 1).

Figura 1 - Oferta interna de energia renovável e não-renovável, do Brasil, do mundo e da OCDE.



Fonte BEN – 2007.

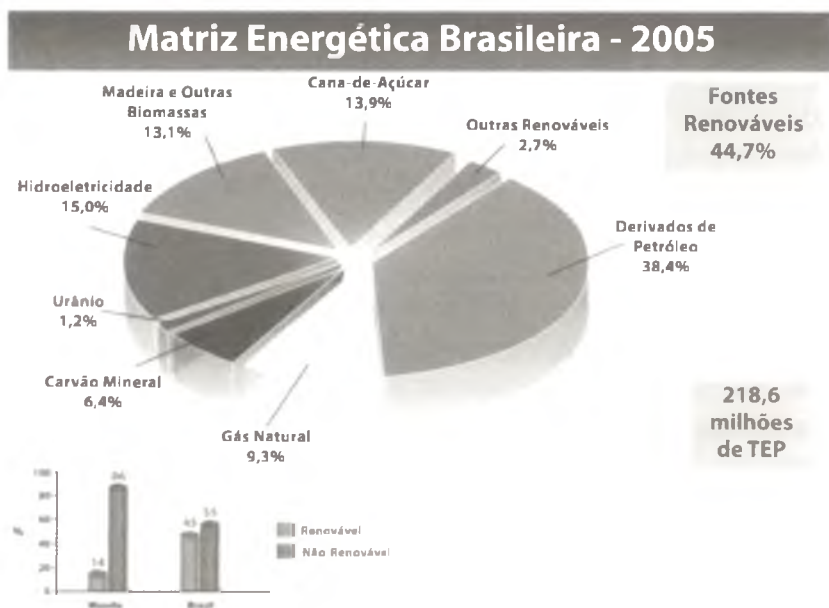
¹ Doutor em Engenharia de Produção. Professor da UNESP Sorocaba e da UFSCar Araras.

² Doutor em Ecologia. Pesquisador da EMBRAPA Meio Ambiente.

³ Professor Titular em História Social da Ciência e da Tecnologia do Instituto de Geociências da UNICAMP.

Quando se avalia a composição da porção de energia renovável da matriz energética brasileira, ilustrada na Figura 2, na qual as fontes renováveis representam 44,7% do total, observa-se que a energia proveniente da cana, em 2005, somava 13,9%, tendendo a crescer.

Figura 2 - Matriz Energética brasileira, no ano 2005.



Fonte MME-BEN, 2005.

Dados de 2007 mostram que a participação na *matriz energética* brasileira das energias renováveis subiu para 46,4%, tendo sido, em 2005, 44,7%, enquanto a média mundial caiu de 13,2 para 12,7%. O aumento na produção do álcool – etanol – vem mudando a relação entre as *fontes de energia* que compõem a *matriz energética brasileira*, conforme dados publicados, em maio de 2008, pelo BEN - 2007. O petróleo continua liderando, com 36,7%, a cana abarca 16,0% e a energia hidrelétrica, 14,7%. O consumo interno do álcool hidratado vem aumentando, em função dos carros tipo *Flex* – bicombustíveis –, e também do aumento no consumo do álcool anidro, que é misturado à gasolina. Logo, o Brasil, com uma política de biocombustível que remonta ao **Proálcool**, implementado como reação à crise do petróleo do início dos anos 70, saiu na frente na produção e detém, hoje, a matriz energética mais limpa e adequada em tempos de aquecimento global. O Proálcool, que se iniciou na década de 70, conseguiu

que o país superasse a crise internacional do petróleo, mas, por outro lado, causou danos irreversíveis na estrutura fundiária e agrária, gerando uma dívida ambiental e social que ainda não foi paga (ORTEGA, 2008).

Este “novo Proálcool” está cumprindo um papel de substituir a energia de origem fóssil, mas, para que os impactos socioambientais não sejam acentuados, é necessário que se estabeleçam novos paradigmas no sistema produtivo sucroalcooleiro. Também não se pode esperar que os agrocombustíveis venham a substituir toda a energia hoje proveniente do petróleo, como querem alguns; deve-se investir em outras fontes renováveis de produção de energia.

1.2. Álcool combustível e emissão de poluentes atmosféricos

A utilização de agrocombustíveis está normalmente associada à diminuição de emissões de CO_2 , pela substituição das fontes de combustíveis fósseis. O álcool combustível tem sido citado como uma fonte mitigadora de emissão de CO_2 , uma vez que absorve dióxido de carbono, na produção de biomassa. Para obter a menor emissão possível, é necessário dispor de tecnologias avançadas de combustão e de dispositivos de controle de emissão, bem como de combustíveis “limpos” (baixo potencial poluidor).

O Brasil, pelo fato de ter adicionado 22% de álcool à gasolina, passou a produzir um combustível de elevada qualidade, sob o ponto de vista ambiental, e colocou-nos como pioneiros na utilização, em larga escala, da adição de compostos oxigenados à gasolina e do uso de combustíveis renováveis. Além disso, a compatibilidade entre o motor e o combustível é fundamental para o pleno aproveitamento dos benefícios que podem ser obtidos, tanto para a redução das emissões, quanto para a melhoria do desempenho, da dirigibilidade, do consumo de combustível e da manutenção mecânica. Ainda, a disponibilidade do etanol hidratado e da mistura gasolina comum, no mercado nacional desde o princípio da década de 80, trouxe benefícios para o meio ambiente e para a saúde pública, destacando-se a redução drástica das concentrações de chumbo na atmosfera, visto que o etanol é também um anti-detonante substituto do aditivo à base de chumbo, totalmente retirado do combustível nacional desde 1991. Além disso, a adição de etanol à gasolina trouxe, imediatamente, reduções da ordem de 50% na emissão de CO da frota antiga dos veículos (CETESB, 2008).

No início de abril de 2008, foram confirmadas as projeções da Agência Nacional do Petróleo, Gás e Biocombustível (ANP) de que o consumo do combustível álcool iria ultrapassar o consumo da gasolina. Em março de 2008, as empresas filiadas ao Sindicato das Empresas Distribuidoras de Combustíveis (SINDICOM) venderam 989,8 milhões de litros de álcool anidro (misturado à gasolina) e hidratado. O total de gasolina pura vendida no mês foi de 965,2 milhões de litros. Para a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), órgão ambiental de São Paulo, a utilização majoritária do álcool é sempre benéfica, pelo balanço positivo do CO₂. Mesmo assim, os veículos *flex*, hoje em dia, apresentam emissões de escapamento similares, independente do uso do álcool ou da gasolina.

Apresentam-se, na Tabela 1, os níveis de poluentes, observados em veículos automotores, *flex* e convencionais, que utilizam, como combustível, álcool, gasolina, e que indicam não existir vantagem no uso do álcool em relação à gasolina. O impacto positivo maior foram os resultados práticos de redução de até 98% nos índices de emissão de monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC), de óxidos de nitrogênio (NO_x) e de aldeídos (CHO) por veículos leves ao longo do tempo, em função do aprimoramento da tecnologia.

Tabela 1 - Redução na emissão de gases poluentes em veículos leves "flex", de 1985 a 2004, utilizando, como combustível, o álcool e a gasolina

Ano Modelo	Combustível	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	CHO (g/km)	Emissão Evaporativa de Combustível (g/teste 0,69 (-97%))
2.004	Gasolina C	0,35 (-99%)	0,11 (-95%)	0,09 (-94%)	0,004 (-92%)	0,69 (-97%)
	Álcool	0,82 (-95%)	0,17 (-89%)	0,08 (-93%)	0,016 (-91%)	ND
	Flex-Gasol.C	0,39 (-99%)	0,08 (-97%)	0,05 (-97%)	0,003 (-94%)	ND
	Flex-Álcool	0,46 (-97%)	0,14 (-91%)	0,14 (-91%)	0,014 (-92%)	ND

(%) refere-se à variação verificada em relação aos veículos 1985, antes da atuação do PROCONVE. Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores.
Gasolina C: 78% gasolina + 22% álcool. ND; Não disponível.

Com a padronização de limites máximos de poluentes para veículos automotores, pelo PROCONVE (Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos automotores) – Tabela 2 –, os limites tanto para veículos a álcool como a gasolina se equiparam.

Tabela 2 - Limites Máximos de Emissão de Poluentes para Veículos Automotores (veículos de passeio leves).

Poluentes	Limites		
	até 31/12/2006	desde 01/01/2005 (1)	a partir de 01/01/2009
Monóxido de carbono (CO em g/km)	2,00	2,00	2,00
Hidrocarbonetos (HC em g/km)	0,30	0,30 ⁽²⁾	0,30 ⁽²⁾
Hidrocarbonetos não metano (NMHC em g/km)	NE	0,16	0,05
Óxidos de nitrogênio (NOx em g/km)	0,60	0,25 ⁽³⁾ ou 0,60 ⁽⁴⁾	0,12 ⁽³⁾ ou 0,25 ⁽⁴⁾
Material particulado (MP em g/km)	0,05	0,05	0,05
Aldeídos (CHO g/km)	0,03	0,03	0,02
Emissão evaporativa (g/ensaio)	2,00	2,0	2,0
emissão de gás no cárter	nula	nula	nula

(1) em 2005 -> para 40% dos veículos comercializados;

em 2006 -> para 70% dos veículos comercializados;

a partir de 2007 -> para 100% dos veículos comercializados.

(2) Aplicável somente a veículos movidos a GNV;

(3) Aplicável somente a veículos movidos a gasolina ou etanol;

(4) Aplicável somente a veículos movidos a óleo diesel;

(NE) não-exigível.

Fonte CETESB

Os combustíveis possuem, em sua composição, outras substâncias químicas, que reagem na combustão, formando outros compostos. Um exemplo é o enxofre, presente na gasolina, que reage com o oxigênio ou o hidrogênio, formando SO₂ e H₂S, e que não está presente no álcool. Apesar disso, é preciso certa cautela antes de se chamar o álcool de combustível limpo. A combustão incompleta também produz óxidos de nitrogênio (NO_x), hidrocarbonetos, aldeídos e particulados, além da fuligem preta típica dos motores mal regulados. Se as emissões de monóxido de carbono (CO) resultantes da queima de etanol são menores do que as de gasolina, as emissões de aldeídos resultantes do uso de agrocombustíveis são maiores.

Esse dado não altera a vantagem comparativa do álcool na questão ambiental, mas aponta que ainda há muito a melhorar quanto ao uso dessa alternativa, neste campo específico. Apesar de o álcool ser o único combustível renovável, com um programa de âmbito nacional, com efeito positivo no mundo todo, o seu futuro depende, hoje, das discussões sobre a sua economicidade.

A desregulamentação do setor energético, no final do Proálcool, levou a um aumento do preço do álcool hidratado, cujo custo ultrapassou o da gasolina, em função da queda do preço do petróleo na época. A produção de carros a álcool, que chegou a atender a 90% das vendas de veículos novos, em meados da década de 80, caiu virtualmente para zero em 1997. Hoje a situação volta a se inverter, com a produção de veículos bicombustíveis (*flex*), frota que representa 90% dos veículos novos fabricados no País em 2007.

Atualmente, para se produzir um litro de álcool, se consome 0,037 litro de combustível fóssil, sendo o gasto maior: na etapa agrícola, (75%); no transporte, (20%) e na fase industrial (5%), sem considerar a energia utilizada para a produção de insumos, como adubos e agrotóxicos (PEREIRA, 2008). Segundo a mesma autora, para se avaliarem as emissões associadas ao consumo de agrocombustíveis, não se deve pensá-las num ciclo fechado, segundo o qual se assume que todo CO₂ emitido na queima do combustível e durante o seu processo de fabricação será absorvido no próximo ciclo agrícola. Isso se deve ao fato de que são utilizados combustíveis fósseis na sua produção, tanto na fase agrícola como industrial e no transporte. A eliminação da queima da palha pode minimizar esses impactos, pelos efeitos benéficos de cobertura do solo pela palha, que minimiza os riscos de erosão e de oxidação do solo, pelo aumento da população da biota do solo e da fertilidade do mesmo.

1.3. Etanol e Crédito de carbono

O Tratado de Kyoto criou mecanismos que permitem, aos países, trocar a redução das emissões de gases por investimentos em florestas, lavouras e projetos ambientais, capazes de absorver o dióxido de carbono na mesma proporção das emissões que não forem reduzidas. Também podem financiar projetos de geração de energia renovável, obtendo, dessa forma, o direito de emitir CO₂, na mesma medida da poluição que será evitada com a energia alternativa. Esse mecanismo, denominado MDL (Mecanismo de Desenvolvi-

mento Limpo), gerou o mercado mundial de carbono, que opera atualmente de forma experimental, com sete fundos bancados por governos e pela iniciativa privada e administrados pelo Banco Mundial. O Brasil tem vários projetos de MDL em implementação, principalmente nos setores de açúcar e álcool e de aterros sanitários. Com a entrada em vigor do Protocolo de Kyoto, esse mercado tende a aquecer ainda mais.

A utilização de fontes renováveis para gerar energia é uma das vantagens competitivas do Brasil em relação aos outros países. A utilização de agrocombustíveis está associada à diminuição de emissões de CO₂, pela substituição das fontes de combustíveis fósseis.

O álcool combustível tem sido citado como uma fonte mitigadora de emissão de CO₂, uma vez que absorve dióxido de carbono na produção de biomassa e substitui o combustível fóssil, por meio de seus sub-produtos, como é o caso do bagaço da cana, utilizado em caldeiras para gerar energia elétrica. Dentro dessa visão, várias indústrias do setor sucroalcooleiro estão comercializando créditos de carbono no mercado de MDL, conforme informações do Ministério de Ciência e Tecnologia (*Folha de S. Paulo*, 2006).

A geração de energia elétrica a partir da biomassa já responde por 1.026,1 megawatts (MW) entre os projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL), à frente das hidrelétricas, com 949,7 MW e das pequenas centrais elétricas, com 571,7 MW. Dos 282 projetos de MDL aprovados ou em análise, de acordo com as normas do Protocolo de Kyoto, que busca reduzir causas e efeitos do aquecimento global, a energia renovável responde por quase metade (são 136) e, destes, o bagaço de cana predomina, tendo o uso de resíduos 10 projetos.

2. As normas ambientais legais vigentes relativas ao setor sucroalcooleiro

Atualmente, o Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com 1/3 da produção mundial. Na safra 2007/2008, atingiu a marca de 473,16 milhões de toneladas de cana, em mais de 6,92 milhões de hectares plantados, 4,873 milhões dos quais cultivados apenas no Estado de São Paulo; além disso, produziu 30 milhões de toneladas de açúcar e 21,3 bilhões de litros de álcool. Hoje, a cana-de-açúcar brasileira conta com os menores custos de produção

de açúcar e de álcool por tonelada de cana do mundo, o que tem contribuído muito para a sua competitividade no mercado.

Apesar da formidável situação econômica em que se encontra a atividade canavieira nesses últimos anos, o papel da produção canavieira no desenvolvimento sustentável regional tem sido um assunto muito polêmico no interior do Estado de São Paulo¹. Enquanto a agroindústria canavieira busca destacar-se no mercado internacional, passando a imagem de uma produção limpa e ambientalmente correta, em presumida sintonia com a sustentabilidade ambiental do planeta, os trabalhadores e as comunidades locais, que convivem com o sistema de produção da cana-de-açúcar alegam uma outra realidade, marcada por problemas sociais e ambientais, intimamente ligados a um des-caso crônico com relação às normas ambientais do país.

Se, de um lado, a produção do álcool de cana-de-açúcar contribuiu para a redução da emissão de gás carbônico e para a eliminação do chumbo-tetra-etila nos combustíveis, com efeitos positivos sobre a qualidade do ar nas grandes cidades, já que ajuda a reduzir o efeito-estufa, por outro lado, foi altamente poluente nas regiões onde se implantou. Isso se deve tanto aos aspectos ligados ao sistema de monocultura, que, além de afetar negativamente a biodiversidade, trouxe a necessidade do uso intensivo de produtos químicos, que contaminam rios, lençóis freáticos, solo, provocando o desequilíbrio agroecológico, quanto pela prática da queimada da palha da cana, que afeta a qualidade do ar, destrói microorganismos do solo e mata a fauna existente. Acrescente-se, ao quadro, a derrama da vinhaça e da água da lavagem de cana nos rios, que gerou assoreamento e mortandade de peixes por muitos anos, até o surgimento de um uso alternativo para esses resíduos (PAIXÃO, 1994; SPAROVEK et al., 1997).

A expansão da lavoura canavieira tem sido apontada como responsável

¹ Cabe aqui uma importante ressalva: a produção de cana-de-açúcar para a indústria no estado de São Paulo atualmente pode ser dividida em três modelos de produção, com sensíveis diferenças técnicas: o tradicional, que utiliza o fogo como método de despalha da cana, adota fertilização química, agrotóxicos, e colheita manual + mecanizada, ocupando 2,5 milhões de ha; o modelo "cana-crua", que não utiliza o fogo, adota práticas de manejo da palha, fertilização química, agrotóxicos, e colheita 100% mecanizada, ocupando 900 mil ha; e o modelo de produção "orgânico", que também não utiliza o fogo, mas que se diferencia do anterior por não empregar agroquímicos, utilizando técnicas de menor impacto ambiental, como o emprego de fertilizantes orgânicos, controle biológico de pragas, adubação verde, etc., e que ocupa pouco menos de 20 mil ha. O presente capítulo faz menção ao modelo tradicional predominante.

pela exclusão de outras culturas e também pela degradação e quase extinção da vegetação nativa, avançando por Áreas de Preservação Permanente e desrespeitando, por completo, a exigência de Áreas de Reserva Legal. O elevado uso de agrotóxicos e de resíduos industriais, como a vinhaça, sem um efetivo controle dos órgãos públicos, ainda representa uma ameaça potencial ao meio ambiente local e ao homem, mesmo com os avanços obtidos no uso de técnicas alternativas. Além disso, o uso do fogo, como método de preparação para a colheita, é citado como o maior problema pelos atores sociais, em razão dos inúmeros danos que essa técnica provoca à saúde da população e ao meio ambiente. Todos estes fatos atestam a insustentabilidade ambiental do modelo de produção vigente (GONÇALVES, 2005).

2.1. Código florestal

Dentre os problemas ambientais que têm sido associados à produção de cana-de-açúcar nas regiões produtoras, destacam-se a erradicação da vegetação natural, o desrespeito às áreas de proteção ambiental, a degradação do solo e a contaminação ambiental por agrotóxicos e resíduos industriais, além dos problemas gerados pelo uso do fogo.

Do ponto de vista local, a grande atratividade econômica e política exercida pelas unidades processadoras de cana sobre as terras mais próximas, produtivas e de topografia favorável à mecanização do corte, acabou por marginalizar outras atividades que não conseguiram competir com a cana, fazendo que a atividade ocupasse percentuais superiores a 90% da área agrícola na maior parte dos municípios canavieiros do Estado de São Paulo.

Dados recentes apontam que, mesmo inexistindo áreas que poderiam ser consideradas "fronteiras agrícolas" no Estado de São Paulo, onde a agricultura ocupa cerca de 20 milhões de hectares desde a década de 1970, nos últimos anos, a área ocupada com cana-de-açúcar vem crescendo de forma preocupante, do ponto de vista da diversidade agrícola regional. Entre as safras de 2000/01 e 2007/08, a área ocupada pela cultura passou de 2,8 para 4,8 milhões de hectares, em detrimento de atividades como pastagens, citricultura e café, que observaram reduções severas, em termos de ocupação do solo.

A fragmentação florestal é um dos fenômenos mais marcantes e graves da expansão da fronteira agrícola no Brasil. O seu aspecto mais grave é a redu-

ção da área de ecossistemas florestais, uma preocupante perda da diversidade animal e vegetal.

De acordo com GONÇALVES (2005), na região da Bacia Hidrográfica do rio Mogi-Guaçu, essa fragmentação foi um fenômeno marcante, iniciado com a abertura da fronteira agrícola cafeeira em 1860, sendo acelerada, no século 20, com a substituição do café pela cultura da cana-de-açúcar. Atualmente, grande parte da vegetação de cerrado e de cerradão que ainda existe no Estado de São Paulo encontra-se naquela região, um patrimônio natural que vive uma situação preocupante, por não ser protegido pela lei, com exceção das poucas áreas de proteção ambiental² (estações ecológicas, parques e reservas biológicas) presentes na região.

A maior parte dos municípios paulistas apresenta baixos índices de vegetação natural, possuindo, atualmente, alguns municípios canavieiros, como Barrocinha, Dumont, Guariba, Jaboticabal e Pradópolis, menos de 1% da vegetação natural (ALVES et al., 2003).

De acordo com dados apresentados por GONÇALVES & CASTANHO FILHO (2006), dos 18,9 milhões de hectares agricultáveis do Estado de São Paulo, 4,4 milhões deveriam ser destinados à conservação ambiental, ou seja, áreas de preservação permanente e reserva legal. Hoje, todavia, apenas 700 mil hectares cumprem essa função, resultando em uma dívida de 3,7 milhões de hectares, equivalente a toda a área paulista ocupada pela cana para a indústria.

Segundo a legislação brasileira, há três tipos de áreas de vegetação natural que devem ser protegidas pela lei, a saber: Áreas de Proteção Permanente (APPs), Áreas de Reserva Legal (ARLs), e Unidades de Conservação (UCs).

As áreas de Proteção Permanente (APPs), que compreendem o conjunto de matas ciliares, matas de encostas, cabeceiras de rios e nascentes, definidas pelo Código Florestal brasileiro³, foram extremamente devastadas pela expansão dos canais e, hoje, começam a ser recuperadas, mas muito lentamente.

Em todo o Estado, as APPs têm sido objeto de inúmeros projetos públicos,

² De acordo com Cabral & Souza (2002), as áreas de proteção ambiental são unidades de conservação inseridas no grupo de uso sustentável, e destinadas a proteger e a conservar a qualidade ambiental e os sistemas naturais nelas existentes, visando à melhoria da qualidade de vida da população local e também à proteção dos ecossistemas regionais.

³ Lei Federal Ordinária 4.771 de 1965.

privados e em parceria, o que resultou na criação de dezenas de viveiros de mudas de árvores nativas ao longo da bacia. Todavia a devastação desse tipo de vegetação foi imensa nas últimas décadas, o que torna o trabalho de recomposição muito dispendioso e demorado, segundo técnicos envolvidos na questão (ALVES et al., 2003).

A grande expansão dos canaviais, durante o período de prosperidade do complexo, também foi responsável pelo desmatamento de muitas APPs. Atualmente, forçados ao cumprimento da lei não só pelo Estado, mas também por exigências impostas pelos mecanismos de crédito e por alguns segmentos do mercado, os produtores começam a erradicar seus canaviais dessas áreas (GONÇALVES & ALVES, 2003).

O processo de recomposição da vegetação nas APPs tem ocorrido de forma heterogênea. De um lado, temos algumas usinas e produtores que já se mobilizaram para a criação de viveiros de espécies florestais, de forma autônoma ou em parcerias com órgãos públicos, e estão realizando o repovoamento de suas APPs. De outro lado, temos usinas e produtores “adeptos” da tese da “regeneração natural”, que consiste, na grande maioria dos casos, no simples abandono da área para que esta se regenere naturalmente, o que também é permitido, segundo algumas interpretações da Lei.

Segundo alguns depoimentos coletados por GONÇALVES (2005), a recomposição florestal das matas ciliares ou das APPs, tem sido muito importante para assegurar a qualidade e a quantidade das águas disponíveis nas nascentes e nos cursos d’água existentes nas áreas exploradas. Todavia a maioria o faz por pressão institucional, e não por livre iniciativa.

Com o acirramento da fiscalização ambiental sobre as APPs, tem-se reduzido o espaço disponível para o cultivo agrícola nas bacias e micro bacias que compõem a região canavieira do Estado, o que tem levado as usinas a investirem em terras ocupadas por outras culturas, como é o caso da laranja e das pastagens, o que reduz, ainda mais, a diversidade agrícola do Estado. Por outro lado, o fato também tem reforçado os argumentos para que se invista em aumento de produtividade por área.

Já as Áreas de Reserva Legal (ARLs), definidas pelo Código Florestal como áreas localizadas no interior de uma propriedade ou posse rural, excetuadas as de preservação permanente, e necessárias ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e à reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodi-

versidade e ao abrigo e à proteção da fauna e da flora nativas, foram praticamente extintas nas terras onde se cultiva cana-de-açúcar (GONÇALVES, 2005).

No Estado de São Paulo, a legislação determina que o tamanho da Reserva Legal deva ser de vinte por cento da propriedade; nesse contexto, de forma a limitar, mas não a prejudicar, a exploração econômica da propriedade, a lei admite o cômputo das áreas relativas à vegetação nativa existente em área de preservação permanente no cálculo do percentual de reserva legal, desde que isso não implique a conversão de novas áreas para o uso alternativo do solo, e desde que a soma da vegetação nativa em área de preservação permanente e reserva legal, exceda a cinquenta por cento da propriedade rural, ou vinte e cinco por cento da pequena propriedade rural⁴.

Apesar da flexibilidade da Lei, as Áreas de Reserva Legal dificilmente são encontradas nas propriedades rurais que cultivam cana-de-açúcar no Estado e, mesmo quando existem, seu tamanho está muito aquém do que determina a Lei.

Em pesquisas realizadas por GONÇALVES (2002) e ALVES (2003), em várias usinas e fazendas canavieiras do Estado, não foi possível identificar sequer uma unidade produtiva que mantivesse Áreas de Reserva Legal nas terras cultivadas. Em todos os casos, ao serem questionados sobre o problema, agricultores e empresários canavieiros mostraram-se indignados e irreduzíveis quanto a qualquer argumentação, afirmando que a manutenção de áreas para Reserva Legal inviabilizaria economicamente a produção agrícola naquelas propriedades.

Nesse aspecto, é perceptível que o problema do desrespeito às Áreas de Reserva Legal envolve tanto a ausência de fiscalização quanto a ausência de um Zoneamento Agrícola e Ambiental sério nos municípios canavieiros, pois a maioria não possui sequer plano diretor urbano-rural, um instrumento imprescindível para o processo de negociação com o setor privado, no que se

⁴ Para a legislação, pequena propriedade rural ou posse rural familiar é aquela explorada mediante o trabalho pessoal do proprietário ou posseiro e de sua família, admitida a ajuda eventual de terceiro e cuja renda bruta seja proveniente, no mínimo, em oitenta por cento, de atividade agroflorestal ou do extrativismo, cuja área não supere: - cento e cinquenta hectares se localizada nos estados do Acre, Pará, Amazonas, Roraima, Rondônia, Amapá e Mato Grosso e nas regiões situadas ao norte do paralelo 13° S, dos Estados de Tocantins e Goiás, e ao oeste do meridiano de 44° W, do Estado do Maranhão ou no Pantanal mato-grossense ou sul-mato-grossense; - cinquenta hectares, se localizada no polígono das secas ou a leste do Meridiano de 44° W, do Estado do Maranhão; e - trinta hectares, se localizada em qualquer outra região do país.

refere ao uso do espaço agrícola. Trata-se de um problema que precisa ser corrigido o quanto antes.

As áreas de Reserva Legal, praticamente, desapareceram dos canaviais paulistas, restando alguns pequenos fragmentos em terras de pequenos fornecedores de cana, a quem os organismos fiscalizadores ainda conseguiram impor o cumprimento da legislação.

Atualmente, com a exigência de terras mais planas, imposta pela mecanização do corte da cana, observa-se um movimento de abandono de terras irregulares e de avanço sobre terras mais planas nas regiões analisadas, o que está modificando a disposição geográfica dos canaviais em alguns municípios, e deslocando outras culturas.

A falta de zoneamentos ecológicos e de planos diretores permitiu um crescimento desordenado das áreas de cana nos municípios; a ordenação deste quadro, segundo GONÇALVES (2004), será um grande desafio para o futuro.

Por outro lado, a promulgação do Decreto Estadual nº 50.889, de 16 de junho de 2006, ao estabelecer um horizonte de 30 anos para a adequação das Reservas Legais que já eram requeridas pelo Código Florestal desde 1965 (estabelecendo um prazo total de 71 anos para o cumprimento da legislação ambiental), é prova de que a relação entre a produção agropecuária e o meio ambiente no Brasil dificilmente será mudada.

O discurso apaixonado de agricultores e de seus representantes técnicos e sociais⁵, que colocam a necessidade da preservação/conservação ambiental e o desenvolvimento econômico em lados opostos, ignorando tudo o que foi discutido em âmbito global desde a Conferência de Estocolmo (1972), passando pela Rio 92, ainda continua forte e marcante na política brasileira, este, sim, um verdadeiro entrave ao desenvolvimento sustentável no país.

2.2. Manejo do solo

No Estado de São Paulo, as regras fundamentais para a preservação do solo

⁵ "A preservação ambiental representa um elemento fundamental da qualidade de vida, mas não pode ser nem obstáculo ao desenvolvimento que implica o avanço da produção de riqueza, nem objeto de decretos que não são passíveis de cumprimento." Trecho do artigo OBRIGATORIEDADE DA RESERVA LEGAL E IMPACTOS NA AGROPECUÁRIA PAULISTA de Gonçalves e Castanho Filho - *Informações Econômicas*, SP, v.36, n. 9, set. 2006. pg71-84.

agrícola foram instituídas através da Lei 6.171, de 04 de julho de 1988, promulgada pouco antes da Constituição Federal.

Uma lei com características vanguardistas, que confere ao solo um nível de importância singular, definindo logo em seu Artigo 1º como esse recurso deve ser tratado: “O solo agrícola é patrimônio da humanidade, e, por consequência, cabe aos responsáveis pelo uso a obrigatoriedade de conservá-lo.”

Pouco mais à frente, a lei procura deixar muito claro o que espera que seja entendido como conservação e impõe, ao usuário, além da necessidade de manter esse recurso, o desafio de melhorá-lo: “§ 2º - Entende-se por conservação do solo a manutenção e o melhoramento de sua capacidade produtiva” (*grifos do autor*). Um desafio que acabou por dificultar até mesmo a fiscalização do cumprimento da lei.

Além dessa complexa tarefa, o artigo 4º, alterado pela Lei 8.421/93, traz um conjunto de obrigações que competem ao usuário, passíveis de fiscalização:

- “a) zelar pelo aproveitamento adequado e pela conservação das águas em todas as suas formas;
- b) controlar a erosão do solo, em todas as suas formas;
- c) evitar processos de desertificação;
- d) evitar assoreamento de cursos d’água e bacias de acumulação;
- e) zelar pelas dunas, taludes e escarpas naturais ou artificiais;
- f) evitar a prática de queimadas, tolerando-as, somente, quando amparadas por norma regulamentar;
- g) evitar o desmatamento das áreas impróprias para a exploração agro-silvo-pastoril e promover a possível vegetação permanente nessas áreas, quando desmatadas;
- h) recuperar, manter e melhorar as características físicas, químicas e biológicas do solo agrícola;
- i) adequar a locação, a construção e a manutenção de barragens, estradas, carreadores, caminhos, canais de irrigação e prados escoadouros aos princípios conservacionistas.” (Lei Estadual 8.421/93).

Mais à frente, em seu Artigo 8º, a lei define que: “As entidades públicas e privadas que utilizam o solo ou subsolo em áreas rurais, só poderão continuar sua exploração ou funcionamento desde que se comprometam, através de planos quinquenais, a demonstrar sua capacidade de explorá-las convenientemente.”

temente, obrigando-se a recompor a área já explorada com sistematização, viabilizando-se a vestimenta vegetal e práticas conservacionistas que evitem desmoronamento, erosão, assoreamento, contaminação, rejeitos, depósitos e outros danos, sob pena de responsabilidade civil e penal pela inobservância destas normas.”

Obriga também as propriedades rurais a receberem o escoamento superficial da água das estradas, impedindo uma prática usual no meio rural, que é usar as estradas como calhas de escoamento, e designam a Secretaria de Agricultura e as Casas de Agriculturas dos Municípios como organismos responsáveis por difundir e fiscalizar o uso de técnicas conservacionistas de manejo do solo, para assegurar o seu uso racional.

De um modo geral, essa legislação procura amarrar vários pontos relevantes para a preservação do solo agrícola, denotando uma posição conservacionista do Estado, que, ao eleger o solo como um patrimônio público importante, ataca a base do arraigado conceito de propriedade privada, que há tempos vinha sendo imposto no país, tornando-se mais um marco na política ambiental brasileira.

Apesar da obrigatoriedade da utilização de práticas conservacionistas impostas pela legislação, dados da Companhia de Desenvolvimento Agrícola de São Paulo – CODASP – revelam que no Estado, cerca de 50% das terras agricultáveis estariam em processo de erosão, já estando 4 dos 18,9 milhões de hectares de terras utilizáveis⁶ em estágio avançado de degradação.

Um problema que se deve diretamente ao manejo inadequado e à diminuição dos teores de matéria orgânica nos solos, relaciona-se a algumas práticas agrícolas, que levam à degradação de sua estrutura física e, conseqüentemente, facilitam os processos de erosão e de desertificação, estimados globalmente em seis milhões de hectares de solos por ano. Esses solos exigem mais fertilizantes, que nem sempre conseguem suprir as necessidades das culturas agrícolas, tornando-as suscetíveis ao ataque de pragas e doenças, além de oferecer condições para a proliferação de plantas infestantes, o que

⁶ De acordo com Gonçalves e Castanho Filho (2006), na composição da área agropecuária paulista, a área plantada corresponde a 18,9 milhões de hectares, dos quais 10,1 milhões são ocupados com pastagem (53,4%) e 3,8 milhões de hectares (20,1%) receberam cana-de-açúcar (indústria mais forragem). As lavouras anuais e a mandioca somaram 2,8 milhões de hectares (14,8%), enquanto as lavouras perenes e as florestas econômicas possuem dimensão espacial similar de 1,1 milhão de hectares.

demanda um maior uso de agrotóxicos, criando um círculo extremamente perigoso ao homem e aos ecossistemas.

Além disso, o uso de máquinas pesadas e a intensiva movimentação dos solos na agricultura convencional, com grades e arados, técnicas importadas de regiões de clima temperado, quando aplicados em solos tropicais, como é o caso brasileiro, acabam por compactar sua estrutura física, particularmente porosa e permeável, em razão da necessidade de absorção da água proveniente do grande volume de chuvas, que ocorrem nessas regiões. Essa compactação, além de favorecer a erosão pela água da chuva, e todas as suas conseqüências, também impede a circulação do ar no solo, o que prejudica a vida microbiana existente nesses solos, que é fundamental na reciclagem de nutrientes para as plantas. Para a autora, outra prática inadequada e também prejudicial para essa vida microbiana é a exposição da terra nua ao sol forte dos trópicos, o que é muito comum na agricultura convencional e que favorece, sobremaneira, a erosão eólica e pluvial.

Nos solos agrícolas onde a cana-de-açúcar é cultivada, a realidade não difere do observado por esses autores. A ocupação da monocultura canieira tem-se estendido por quase todos os territórios do Estado de São Paulo, de regiões tradicionais, como Ribeirão Preto e Piracicaba, até os extremos da região Noroeste. Reproduz-se, todavia, um modelo de exploração quase padronizado e uniforme, que privilegia terras de topografia plana, de forma a facilitar a utilização de máquinas agrícolas, e terras de melhor produtividade, com vistas à economia de insumos, sempre alternando as opções econômicas de arrendamento e a aquisição de terras pelos grupos usineiros, com conseqüências conhecidas sobre a diversidade agrícola de tais regiões.

O “modelo dominante” de produção canieira é caracterizado pelo uso de grandes extensões contínuas de terras, preparadas e cultivadas com maquinário pesado, o que acaba contribuindo para sua compactação. Esta, constitui um grave problema, pois que atrapalha o desenvolvimento das raízes das plantas e facilita a desertificação, tornando necessário o uso de subsoladores, para sua correção, e de técnicas mitigadoras, como o uso de esteiras e de pneus de alta flutuação, no maquinário agrícola utilizado.

Nas terras das grandes usinas, outra técnica muito utilizada é a integração de operações, como o cultivo de soqueiras, a adubação e a aplicação de defensivos, o que reduz o trânsito de veículos sobre o solo e economiza combustível e tempo.

No entanto a necessidade de talhões contínuos, para se evitarem paradas e manobras das máquinas na colheita, tem conflitado com técnicas de conservação tradicionais, como o plantio em curvas de nível e o uso de terraços, que acabam atrapalhando o desempenho da colheita mecanizada. Isso tem levado a uma redução do uso de terraços nos canaviais e à adaptação dos talhões em linhas retas para a colheita mecanizada, aumentando o risco de erosão.

Como o combate às plantas daninhas é parte indissociável desse modelo, pelo fato de a cultura pertencer à mesma família da maior parte de suas conorrentes invasoras, competindo pela mesma gama de nutrientes, a necessidade de limpeza da cobertura vegetal resulta na exposição do solo às ações do clima durante todo o período de renovação dos canaviais, de brotação, de rebrota e de crescimento da cana, tornando-o extremamente vulnerável à erosão hídrica e eólica, mesmo quando utilizado no sistema de rotação com outras culturas, como a soja, o amendoim e a crotalária, muito utilizadas nas áreas de cana.

Uma alternativa a esses problemas é a manutenção, no campo, da palha, ou de parte dela, resultante da colheita de cana sem queima, dentro do “sistema de produção de cana crua”, que auxilia na proteção do solo e reduz a necessidade de plantio em nível. A sistematização dos talhões de cana, em termos de espaçamento entre linhas, de largura, de comprimento e de declividade, junto à permanência de parte da palha no campo, têm sido muito benéficas para reduzir a erosão do solo, aumentando a absorção e evitando sua exposição ao vento e às gotas da água das chuvas.

Segundo estudos do Centro de Tecnologia em Cana da Copersucar, a manutenção de parte da palha no campo, associada às técnicas de cultivo mínimo do solo, têm sido capazes de eliminar a necessidade de terraços e de plantio em nível, em terrenos de até 6% de declividade. Quando essas técnicas são empregadas dentro de um planejamento mais amplo dos talhões, incluindo o planejamento de carregadores, é possível aumentar a área produtiva de cana e reduzir, em até 30%, os custos com conservação do solo (CENBIO, 2005).

Entretanto, a maior parte das usinas que sistematizaram seus canaviais para a colheita mecanizada continua queimando a cana, o que traz preocupações, visto que a redução no número de terraços e a retirada da palha pela queima podem favorecer a erosão nesses canaviais (GONÇALVES, 2005).

Por outro lado, a manutenção e a melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo agrícola, citadas na Lei 6171/88, enquanto uma das obrigações do proprietário, constituem um assunto bem controverso.

A cana-de-açúcar é citada por muitos produtores rurais como uma cultura que “empobrece o solo”, um preceito que tem imperado, inclusive nas negociações de arrendamento de terras no interior do Estado de São Paulo.

Como cultura agrícola, a cana retira quantidades elevadas de macro e micro nutrientes do solo que, após a colheita, precisam ser repostos via adubação. No entanto a complexidade que envolve a mobilização e o consumo de elementos do solo, somada ao fator econômico, faz com que a adubação posterior reponha apenas parte desses nutrientes, não se conseguindo evitar o empobrecimento do solo. Como decorrência desse processo, ao longo do tempo, a cultura passa a responder cada vez menos às quantidades de fertilizantes aplicados, tornando necessárias mudanças constantes nas formulações e nas doses desses insumos, o que encarece o processo. Toda essa questão torna-se ainda mais grave, quando se considera que a prática de queimar a palha da cana antes da colheita diminui, ainda mais, a reposição de elementos químicos no solo. Para se ter uma idéia desse desperdício, um estudo divulgado pela Embrapa cita um desperdício de 42 Kg/ha de Nitrogênio e de 15 a 25 kg/ha de enxofre por ano, o que equivale a 210 mil toneladas de Nitrogênio e 125 mil toneladas de Enxofre para os 5 milhões de hectares cultivados com cana no Brasil, um prejuízo de alguns milhões de dólares (URQUIAGA, 1991).

2.3. Proteção dos aquíferos subterrâneos e de superfície

No que se refere aos aspectos ambientais com potencial ameaça à qualidade e à disponibilidade dos recursos hídricos, a produção de açúcar e do álcool apresenta dois importantes pontos de discussão, que envolvem o processo de lavagem da cana e a destinação dos resíduos líquidos.

Água de lavagem da cana

Mesmo considerando que no processo de condensação do caldo para obterem-se os cristais de açúcar, produz-se água condensada como subproduto, estima-se que uma usina média, que mói em torno de um milhão de tonela-

das de cana por safra, capte, dos mananciais locais, o mesmo que uma cidade de 50 mil habitantes.

A título de exemplo, em um estudo de caso realizado por RODRIGUES (2003), em usinas da Bacia Hidrográfica do rio Mogi-Guaçu, constatou-se que uma das usinas analisadas explora 44 mil ha de cana espalhados por 5 municípios, mói, em cada safra, 2,8 milhões de toneladas de cana, produz, diariamente, 800 mil litros de álcool, 23 mil sacas de açúcar, 15 toneladas de levedura seca, 8 mil m³ de vinhaça, condensa 4 mil m³ de água por dia e capta 14,4 mil m³ da Bacia do Mogi.

Uma outra usina menor explora 15 mil ha em 7 municípios, mói cerca de 1 milhão de toneladas de cana por safra, sendo 55% colhidos com máquinas, produz diariamente 380 mil litros de álcool, 10 mil sacos de açúcar, 4 mil m³ de vinhaça, condensa 2,4 mil m³ de água por dia e capta 10,8 mil m³ da Bacia.

Em razão das diferenças de rendimentos, apresentadas pelos equipamentos utilizados em cada usina, pode-se considerar que a produção média atual de água condensada no processo esteja em torno de 1 mil m³ para cada 5 mil sacas de açúcar produzido. Assim, pode-se dizer que as 28 usinas inseridas na Bacia do rio Mogi-Guaçu, que produziram 60.606.626 sacas de açúcar na safra 2000/2001, produzam algo em torno de 12 milhões de m³ de água por safra. Entretanto, considerando-se o volume captado, que é em média quatro vezes o volume de água condensada, chegamos ao número de 50 milhões de m³ de água doce, retirados anualmente daquela Bacia Hidrográfica, somente pelo complexo canavieiro local⁷, usando-se 60% desse volume apenas na etapa de lavagem da cana.

Além do consumo elevado, o destino final da água utilizada na lavagem da cana também representa uma potencial ameaça à qualidade dos mananciais, uma vez que o processo gera um efluente poluído, que, hoje, só pode ser descartado no meio após a redução de sua carga orgânica e da recuperação da transparência, através de tratamentos regulados por legislação específica e fiscalizados pelo Estado.

Segundo dados citados por PAIXÃO (2004), em cada tonelada de cana encontra-se 1,5% de impurezas minerais (provenientes do solo e da poeira), que

⁷ Segundo dados do DAEE citados pelos autores, o setor industrial localizado na BHMG é responsável por 43,6% da demanda de água da bacia, constituindo-se o setor sucroalcooleiro o maior consumidor.

acabam ficando na água de lavagem. A isso se devem somar os resíduos de agrotóxicos presentes na água de lavagem da cana e que, igualmente, podem trazer danos ambientais aos rios.

Quanto ao tratamento e ao destino da água utilizada pela maior parte das usinas, RODRIGUES et al. (2003) apontam a existência de três categorias:

- O primeiro é o tratamento da água de lavagem de cana, que geralmente se junta às demais águas de limpeza da indústria. Essa água é tratada em tanques e lagoas de decantação, em um circuito semifechado, onde se reciclam 2/3 do total, havendo, portanto captação e devolução constantes. O lodo das lagoas é utilizado na fertilização das lavouras, assim como a fração mais suja da água;
- O segundo deles é o tratamento de água captada para o uso nas caldeiras; a água é clarificada, geralmente por floculação com sulfato de alumínio e soda cáustica, abrandada com uma resina especial, e tem o pH regulado para um melhor desempenho na produção de vapor nas caldeiras. No geral, essa água é captada de poços, o que facilita o tratamento;
- O terceiro deles é o tratamento da água utilizada para o resfriamento nas usinas, que sai aquecida e é refrigerada em sistemas de troca de calor com o ar, por aspersão e descanso, sendo totalmente reutilizada. Devido às perdas por evaporação e vazamentos, esse circuito precisa ser constantemente realimentado.

Segundo os mesmos autores, hoje a devolução de águas para os rios tem procurado seguir os níveis e padrões pré-estabelecidos pela Legislação, sendo constantemente fiscalizado pela CETESB, para se evitar a contaminação dos corpos d'água (NORMA CETESB D3.591).

A questão do Vinhoto

O segundo ponto das preocupações quanto aos impactos da produção canieira sobre os recursos hídricos, refere-se a um dos mais volumosos resíduos gerados no processo de obtenção do álcool: o vinhoto, também chamado de vinhaça ou restilo.

O processo de moagem da cana, que ocorre logo após a lavagem, dá origem a dois produtos iniciais: o bagaço e o caldo. O caldo, após filtragem e pasteurização, segue para a fabricação do açúcar e/ou do álcool, de acordo com o processo adotado. Para a obtenção do álcool, o caldo ou mosto⁸ passa por um processo de fermentação biológica dentro de dornas, onde os microorganismos (leveduras), ao se alimentarem, produzem gás carbônico e enzimas, que aceleram a transformação do açúcar, agindo como catalisadores da reação que transforma o açúcar em álcool, um processo que tem duração de 4 a 12 horas.

De acordo com dados da COPERSUCAR, o vinho que vem da fermentação possui, em sua composição, 7° a 10°GL (% em volume) de álcool, além de outros componentes de natureza líquida, sólida e gasosa. Dentre os líquidos, além do álcool, encontra-se a água com teores de 89% a 93%, glicerina, álcoois homólogos superiores, furfural, aldeído acético, ácidos succínico e acético e etc., em quantidades bem menores. Já os sólidos são representados por bagacilhos, leveduras e bactérias, açúcares não-fermentescíveis, sais minerais, matérias albuminóides e outros, e os gasosos, principalmente pelo CO₂ e o SO₂.

Após um breve resfriamento e a centrifugação para separá-lo do fermento, o vinho fermentado passa por um processo de separação através de destilação fracionada, separando-se álcool e vinhaça, equivalendo o volume de álcool obtido a aproximadamente 13% do volume do caldo ou mosto de fabricação. Esse último processo produz frações de composição heterogêneas, sendo uma delas constituída de uma mistura de 96% de álcool (etanol) e 4% de água, tecnicamente chamada de álcool 96 GL (96 graus Gay-Lussac), comercializada sob a denominação de álcool hidratado ou álcool combustível.

Já para a obtenção do álcool puro (100 GL) ou anidro, que é direcionado para a mistura com a gasolina, é necessário retirar a água excedente, o que é feito através da adição de Cal virgem (CaO) à mistura, que, por sua vez, reage com a água, formando hidróxido de cálcio (CaOH₂). Como o hidróxido de cálcio não é solúvel em álcool etílico, ocorre a formação de uma mistura heterogênea, tornando possível a separação do álcool (100%).

A vinhaça, retirada a uma proporção aproximada de 13 litros para cada

⁸ Nas usinas que possuem destilarias anexas, o álcool também pode ser obtido a partir do melaço residual dos condensadores do processo de obtenção do açúcar, sendo necessária sua mistura com água e acidificante, obtendo-se um mosto de fermentação.

litro de álcool produzido, é constituída principalmente de água, sais sólidos em suspensão e solúveis, apresenta pH entre 4.0 e 4.5, tem um poder poluente cerca de cem vezes maior do que o do esgoto doméstico e constitui um dos mais volumosos resíduos da agroindústria, superado apenas pelo bagaço da cana.

De acordo com SILVA et. al (2007), o constituinte principal da vinhaça é a matéria orgânica, basicamente sob a forma de ácidos orgânicos, e, em menor quantidade, por cátions, como o K, Ca e Mg, ligando-se sua riqueza nutricional à origem do mosto. Quando se parte de mosto de melaço, apresenta maiores concentrações em matéria orgânica, potássio, cálcio e magnésio, ao passo que esses elementos decaem consideravelmente quando se trata de mosto de caldo de cana, como é o caso de destilarias autônomas. Dos efluentes líquidos da indústria sucroalcooleira, a vinhaça é a que possui maior carga poluidora, apresentando DBO variável entre 20.000 e 35.000 mg.L e saindo dos aparelhos de destilação a uma temperatura de 85 a 90°C.

Por se tratar de um dos resíduos poluidores mais ácidos e corrosivos existentes, que resiste a qualquer tipo de tratamento dos usualmente empregados para outros resíduos industriais, dadas as suas características químicas, a busca por uma destinação adequada representou um dos maiores desafios para o setor. Até a descoberta de seu potencial como fertilizante do solo, em meados da década de 80, esse resíduo era comumente descartado em rios ou áreas de sacrifício, provocando grande poluição e mortandade de peixes, além do incômodo às populações vizinhas, provocado pelo mau cheiro característico do resíduo⁹.

De acordo com PAIXÃO (2004), quando não é tratada, a vinhaça vira um perigoso poluente, pois as bactérias aeróbicas, presentes no caldo, consomem vorazmente o oxigênio das águas, matando a vida nos rios. A vinhaça pode ser jogada em áreas de sacrifício, em geral grandes tanques de estocagem do produto. Neste caso, o prejuízo ambiental se dá com a contaminação dos lençóis freáticos e com o seu transbordamento, o que volta a ameaçar os rios.

A dinâmica dos constituintes da vinhaça no solo, focando os aspectos físicos e químicos e a possível poluição do lençol freático, foi estudada por CUNHA et al. (1987), os quais concluíram que houve pequeno risco de o po-

⁹ A total proibição do descarte desse resíduo nos cursos d'água foi feita em 29/11/1978 através da portaria nº 323 do Ministério do Interior.

tássio e o nitrato poluïrem a água subterrânea devido à irrigação com vinhaça, visto que foi pequena a lixiviação de íons, abaixo da profundidade máxima de observação (1,20 m) das unidades coletoras.

Por outro lado, a ação do solo na redução da matéria orgânica foi, de maneira geral, mais efetiva na camada superficial de 10 a 15 cm (PAGANINI, 1997) e, em decorrência da aplicação de vinhaça, de forma mais intensa, até a profundidade de 24 cm (LYRA et al., 2001). A matéria orgânica particulada, filtrada pelo solo, e a dissolvida, que percola por ele, são parcialmente degradadas por microrganismos. O solo contém uma quantidade de microrganismos heterotróficos, que conferem, ao sistema como um todo, a habilidade de utilizar e de degradar a maior parte dos compostos orgânicos sob as mais diversas condições (PAGANINI, 1997).

Segundo estudo realizado por LYRA et al. (2003), a aplicação de vinhaça na fertirrigação de canais, apesar de minimizar seu potencial poluidor, não garante o atendimento a todos os parâmetros de qualidade exigidos pelo CONAMA para rios Classe 2, afetando a qualidade da água do lençol freático, para uma taxa de aplicação de $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, nas condições do estudo.

Por outro lado, quando utilizada adequadamente, a vinhaça transforma-se em um poderoso adubo orgânico. Estudos da COPERSUCAR apontam que cada 150 litros de vinhaça aplicado em 1 hectare, substituem 412 quilos de potássio e 690 quilos de cloreto de potássio, aumentando a produtividade agrícola em 8%. Entretanto a utilização da vinhaça como adubo pode ser tolhida por razões de ordem econômica, como o seu elevado custo de aplicação (principalmente em áreas distantes da usina ou em regiões muito acidentadas) ou o elevado custo dos investimentos em equipamentos de compostagem.

Estudos destacam que os benefícios oriundos do uso agrícola da vinhaça são indiscutíveis, tanto do ponto de vista agrônomo e econômico, quanto do social. O aumento da produtividade, que ocorre com mais intensidade em solos mais pobres e em regiões mais secas, como também a economia de fertilizantes são benefícios imediatos decorrentes do uso racional desse resíduo nas lavouras canavieiras.

Dentre as alternativas para a utilização da vinhaça como fertilizante, do ponto de vista operacional e econômico, a fertirrigação (um processo conjunto de irrigação e adubação) tem sido a forma mais adequada, apresentando um custo inferior ao da adubação mineral correspondente.

Segundo MELO & SILVA (2001), o sistema de irrigação é constituído por equipamentos semifixos e compõe-se de grandes canais para a condução da vinhaça. Esta, diluída, é tomada em canais que margeiam os talhões, através de uma motobomba (geralmente movida a óleo diesel) que, por sua vez, alimenta tubulações menores, principais e laterais, de alumínio com acoplamento rápido.

Normalmente, trabalha-se com dois conjuntos de aspersores: enquanto um está sendo utilizado, o outro é transportado e montado em nova posição, permitindo que o sistema funcione com continuidade. A principal vantagem do processo é permitir o melhor controle da qualidade de resíduo aplicado e a maior homogeneidade na distribuição.

O processo de fertirrigação por aspersão com canhão hidráulico permite a aplicação de vinhaça, diluída ou não, nos canaviais. Consiste em um sistema motobomba sobre carreta, dotado de um aspersor setorial supercanhão.

Segundo os mesmos autores, como a vinhaça é aplicada, na maioria das vezes, diluída na proporção de uma parte de vinhaça por 3 a 6 de água amoniacal, a aplicação acima do limite, em especial do potássio (K_2O), pode induzir a uma saturação do solo, ocasionando problemas de lixiviação da água subterrânea. Portanto, há necessidade de estudos locais do solo, a fim de que, ao se elaborar o projeto de fertirrigação com vinhaça, tais riscos possam ser evitados, através de uma utilização adequada, proporcionada pelo total conhecimento das necessidades do solo.

Outra possibilidade de uso da vinhaça é a fabricação de gás metano, através de biodigestores, para ser utilizado como combustível pelos veículos e caminhões de transporte das usinas e destilarias. Uma tecnologia que está em testes desde a década de 1980, mas que ainda não possui grande aceitação entre o empresariado do setor.

Do ponto de vista ambiental, a aplicação de resíduos provenientes da fabricação do açúcar e do álcool é importante, pois há a possibilidade de ser reduzida a aplicação de produtos sintéticos, anteriormente utilizados na adubação do canavial. A prática também é benéfica, pois evita que esses efluentes da produção industrial, altamente poluentes, sejam dispostos de forma incorreta nos corpos d'água. Entretanto, é importante se estar atento quanto à maneira como estes efluentes são conduzidos e aplicados no solo, pois, sem nenhum cuidado específico com uma eventual contaminação do solo e dos corpos

d'água, sobretudo os subterrâneos, eles podem representar um alto risco ao meio ambiente e às populações vizinhas.

De acordo com GONÇALVES & ALVES (2003), o uso de resíduos industriais líquidos no campo, como a vinhaça e a água de descarte, utilizados como fertilizantes, ainda é feito a critério da empresa ou do produtor. Segundo os autores, a Legislação até então existente era muito genérica, ao tratar do lançamento de resíduos líquidos sobre o solo, como a Lei de Proteção dos Aquíferos Subterrâneos do Estado de São Paulo (Lei nº 6.134, de 2 de junho de 1988). A forma de distribuição e a quantidade aplicada desses resíduos no campo, bem como sua composição, variam enormemente de usina para usina, o que torna a prática muito preocupante. Pesquisas apontam que as áreas onde se maneja a cana crua absorvem mais líquido do que as áreas onde se praticam as queimadas, mas poucas são as usinas que têm considerado esse fato na aplicação de resíduos líquidos no campo, o que significa que pode haver contaminação de lençóis e de aquíferos subterrâneos, não só por esses resíduos, mas também por agrotóxicos e adubos sintéticos, presentes na superfície do solo, e que são carregados para a sub-superfície.

Buscando dar mais especificidade a essa questão, em abril de 2005, a CETESB publicou uma portaria, reeditada em dezembro de 2006 (p 4. 231), definindo critérios e procedimentos para o armazenamento, o transporte e a aplicação de vinhaça no solo do Estado de São Paulo. Nessa regulamentação, foi estabelecida a obrigatoriedade de apresentação de um "Plano de Aplicação de Vinhaça", até o dia 02 de abril de cada ano, contendo mapas com a identificação das áreas de aplicação, canais, tanques, dados sobre o solo, formas e dosagens de aplicação, além da caracterização química da vinhaça a ser utilizada (com base na safra anterior).

Essa nova regulamentação procurou disciplinar, também, a maneira como o resíduo é transportado até o campo e armazenado, tornando obrigatória a impermeabilização de tanques e de canais e a instalação de poços de monitoramento em suas proximidades, além de proibir terminantemente a utilização de áreas de sacrifício.

Além de seu papel disciplinador, a regulamentação do uso da vinhaça no Estado de São Paulo passou a oferecer, ao órgão responsável pela fiscalização (CETESB), uma ferramenta mais eficiente para o desempenho de suas funções, tornando mais prática a verificação do atendimento à legislação por parte das empresas e dos produtores de cana. Com isso, é esperado que o uso adequa-

do do resíduo possa, enfim, contribuir, de maneira confiável, para a redução dos problemas ambientais provocados pela monocultura canavieira.

2.4. Uso de agrotóxicos nos canaviais

O uso de agrotóxicos nos canaviais, apesar de não parecer perigoso, representa um alto risco ao meio ambiente, pela sua interferência nas cadeias ecológicas e na saúde das populações locais, através da contaminação das águas. Para se ter idéia da dimensão do problema, a maior parte dos habitantes dos municípios canavieiros consomem água captada em rios da região, cujo tratamento não retém tais substâncias tóxicas. Outra parte recebe água de aquíferos subterrâneos, cujas áreas de recarga estão justamente cobertas por canaviais (ALVES et al., 2003).

Como alternativa ao uso de inseticidas, a experiência com o bioinseticida (fungo *Metarhizium*) para o controle de cigarrinhas nos canaviais tem sido aprovada pelos usineiros, devido à eficiência e ao custo, que chega a ser dez vezes menor do que o gasto com inseticidas químicos por hectare, e é fruto de uma pesquisa que envolve importantes instituições de pesquisa do Estado, como o Instituto Biológico, a ESALQ e a UFSCar.

Outro método de controle biológico muito eficiente para a cigarrinha e que se encontra em fase final de avaliação é o uso de nematóides, que, em laboratório, tem apresentado 100% de eficiência.

Mesmo no caso das formigas saúvas, que constituem uma praga de difícil controle, já existem experiências bem-sucedidas de controle alternativo, sem o uso de inseticidas químicos, como é feito na produção orgânica, onde se busca manejar o canal de forma a obter sempre um equilíbrio entre as populações de pragas e predadores, com o uso de métodos físicos, biológicos e varietais¹⁰.

Outro grupo de agrotóxicos muito utilizado na cultura da cana-de-açúcar é o dos herbicidas, substâncias muito perigosas, que, além de representarem riscos aos trabalhadores rurais, constituem um grande perigo ao meio ambiente, podendo contaminar a água dos lençóis freáticos, pela sua rápida infiltração no solo, além da água de rios e lagos próximos aos canaviais. Um risco

¹⁰ A Usina São Francisco, de Sertãozinho, informou-nos que o plantio de crotalária na rotação com a cana apresenta um efeito repelente às saúvas. Além disso, o cultivo mínimo do solo favorece os formigueiros de "lava-pés" que predam os ovos das saúvas.

mais acentuado, quando se utilizam herbicidas pré-emergentes, aplicados diretamente sobre o solo.

Estudos recentes mostram que a persistência, no solo, dos principais herbicidas utilizados nos canaviais da região chega a dois anos, representando um alto perigo de contaminação de rios, lençóis e aquíferos subterrâneos. Apesar de já existirem técnicas alternativas para o manejo das plantas infestantes, poucas medidas têm sido observadas para a redução do uso desse tipo de agrotóxico no campo (ALVES et al., 2003).

O colchão de palha, resultante da colheita de cana crua, em alguns locais, tem sido apontado como a principal alternativa para o uso de herbicidas nos canaviais, pois dificulta a germinação do mato. Entretanto, ainda há muita resistência por parte de algumas usinas em expandir o sistema de cana-crua¹¹ (GONÇALVES, 2002).

O setor sucroalcooleiro vem procurando otimizar suas aplicações de agrotóxicos, como forma de reduzir seus custos e, com esse propósito, as aplicações aéreas vêm sendo muito utilizadas para herbicidas e maturadores, embora, por outro lado, aumentem o risco de deriva desses produtos em culturas que não eram o alvo (GELMINI, 1988). Essas afirmações são compatíveis com as de MATUO (1990), de que a aplicação de agrotóxicos, principalmente a aérea, quando feita na presença de ventos com velocidade acima de 5 km/h, pode provocar o carregamento de partículas menores do produto por longas distâncias (deriva), provocando danos, em alguns casos, às culturas ou plantas que não eram seus alvos.

Gotas pequenas podem ser transportadas em condições variáveis de vento e luminosidade, particularmente em condições de inversão térmica, atingindo, assim, áreas agrícolas adjacentes, sendo possível verificar sintomas de injúrias causados por deriva de herbicidas a quilômetros de distância do local de aplicação (YATES et al., 1978). Portanto, considerando a concentração da área produtiva que, em alguns municípios, chega a 90%, e as áreas onde existem mananciais, áreas de vegetação nativa e áreas urbanas, o impacto negativo potencial dessa tecnologia é bastante significativo.

¹¹ Segundo vários dos gerentes agrícolas entrevistados, do ponto de vista operacional, o ideal para a usina é colher mecanicamente a cana queimada, devido ao maior rendimento das máquinas e ao menor risco de incêndios.

O desenvolvimento de técnicas alternativas, bem como o manejo integrado de pragas, tem-nos mostrado que o uso de agrotóxicos poderá ser dispensado na cultura em um futuro próximo, o que será excelente para o homem e para o meio ambiente. Entretanto, é preciso frisar que isso só será possível, se houver pressão da sociedade para que ocorra, pois os fatos têm mostrado que o mercado tem sido capaz de provocar mudanças pontuais e restritas só aos parâmetros que, em determinado momento, passam a importar para uma fração de clientes ou de consumidores, como é o caso da produção orgânica e da ISO14001, que certifica sistemas de gestão ambiental.

O desenvolvimento de variedades mais produtivas e mais resistentes a pragas e a doenças, assim como o controle biológico de pragas, têm dispensado muitos tratamentos culturais durante o crescimento vegetativo do canavial. Entretanto ainda persiste o controle de algumas pragas, como o das formigas, que tem acontecido através da liberação de iscas granuladas envenenadas junto aos formigueiros e da aplicação de inseticidas por equipes de trabalhadores treinados. Há também alguns casos de retorno ao uso de inseticidas em área total, como método preventivo, como é o caso dos canaviais infestados por cigarrinhas, uma praga emergente em canaviais não-submetidos à despalha por fogo.

A prática do controle químico preventivo de algumas pragas poderia muito bem ser substituída pelo manejo Integrado, que, em todas as culturas onde é aplicado, proporciona uma considerável redução no volume de agrotóxicos utilizado, com melhorias ambientais significativas.

2.5. A queima anual dos canaviais

O inconseqüente uso do fogo para as práticas agropastoris e para a abertura de locais de habitação humana foi a realidade do Brasil desde seu descobrimento, fazendo-se, até hoje, sentir os efeitos dessa prática, aliás, ainda vigente (AVÓLIO, 2002).

“No Brasil, a crise ambiental se funde com o drama social de múltiplas e perversas formas, resultando em doenças, no êxodo, no desemprego sazonal, no empobrecimento e na submissão dos trabalhadores. Esses processos são provocados pelas queimadas, pelo desmatamento, pelo avanço da monocultura, pela desertificação e pela destruição de ecossistemas. O conflito artificialmente provocado entre ambientalistas e trabalhadores sob a ameaça de demissão

é um típico exemplo de perversidade, devido às conseqüências que o desemprego produz no Brasil, como a miséria, a perda da auto-estima por parte do trabalhador demitido, o alcoolismo e a loucura.” (MINC, 2003).

Essa citação, apesar de não ter sido feita para o caso específico do drama que envolve a queima da cana-de-açúcar, resume muito bem o tipo de situação vivida no Estado de São Paulo.

De um lado, temos usineiros e plantadores de cana, ambos os grupos capitalistas, que encontram na queima uma maneira de aumentar a produtividade do trabalho de suas máquinas e de sua mão-de-obra, uma prática que, não obstante represente um desacordo com a lei, é defendida a qualquer preço. Do outro lado, temos a população das centenas de municípios paulistas, que, diariamente, durante a maior parte do ano, sofrem os efeitos dessas queimadas; cidadãos indignados que se mobilizam para reclamar e reivindicar os seus direitos, através de seus vereadores, do Ministério Público, e das ONGs.

No meio de toda essa guerra, encontramos o trabalhador que, orientado pelos seus empregadores, defende a queima da cana. Um profissional preso a um sistema injusto de pagamentos, que faz da queima a única alternativa para o melhor rendimento de seu trabalho. Um item (mão-de-obra) do sistema de produção que é simplesmente descartado, quando há, em seu lugar, máquinas para cortar a cana queimada.

Tentando resolver os conflitos, encontra-se o Poder Judiciário, que, permeado por dúvidas, graças a uma legislação complicada e a dados científicos problemáticos, vem pondo-se em uma constante contradição, hora condenando, hora aprovando a prática da queima dos canaviais.

A cana de açúcar é uma gramínea, de crescimento vegetativo considerável, que atinge facilmente os três metros de altura, e desenvolve um grande número de folhas eretas, estreitas e longas. Elas partem dos entrenós de cada colmo de cana e vão secando à medida que as novas folhas dos colmos superiores vão crescendo em direção ao sol, constituindo, assim, uma grande “palhada seca” que preenche a maior parte dos espaços vazios entre uma cana e outra, dificultando, por sua vez, o trabalho de corte e de colheita nos canaviais.

A prática da queima da palha nos canaviais foi uma solução encontrada no passado para resolver o problema do aumento da área plantada de cana, sem o aumento considerável nos gastos com a mão-de-obra. Uma prática que, segundo SZMRECSÁNYI (1994), se tornou habitual, na grande maioria dos es-

tabelamentos agrícolas dedicados a seu cultivo, e cujo principal objetivo é facilitar e baratear o corte manual da cana e até o corte mecanizado (dentro do chamado método australiano). Ao eliminar a palha, a queima prévia ao corte aumenta a produtividade do trabalho, de modo que passou a ser adotada quando as máquinas carregadeiras se tornaram disponíveis para o complexo. Antes da adoção das carregadeiras, a cana não era queimada, devido à necessidade de amarrar a cana para o carregamento, o que era feito com a própria palha (ALVES, 1991).

Com a inovação da queima, a produtividade do trabalho do cortador cresce de 2,5 toneladas/dia para 4,0 toneladas/dia. Nesse mesmo período, passa a ser introduzido o pagamento por produção, com o intuito de se aumentar a produtividade do trabalho dos cortadores de cana, que, até então, recebiam por dia trabalhado. Com essa mudança, a queima prévia dos canaviais tornou-se fundamental para os trabalhadores que, frente aos baixos salários, passaram a ter, nessa técnica, a sua melhor aliada.

Mesmo enquanto os demais países produtores de cana já avançavam na tecnologia de mecanização da colheita, a grande abundância de trabalhadores disponíveis, o uso do fogo e os baixos salários praticados garantiam, aos produtores e empresários brasileiros, ótimos resultados com a colheita manual. Somente a partir da década de 1980, quando a mobilização dos trabalhadores por melhores salários passou a pressionar a classe empresarial, a colheita mecanizada começou a receber um maior investimento (ALVES, 1991).

Durante toda a década de 1990, os diversos problemas causados ao meio ambiente pelo fogo foram se somando à insatisfação popular, ganhando uma grande força política nas regiões canavieiras do Estado de São Paulo, onde se proliferaram ações judiciais contra a prática da queimada, com base na Constituição Federal de 1988, que proibiu o uso do fogo, como prática agrícola, em todo o território nacional (SZMRECSÁNYI, 1994).

Visto que a queima da palha, como forma de facilitar o corte manual da cana, se tornou parte das operações agrícolas da atividade, a sua eliminação representava um aumento considerável nos gastos com a mão-de-obra para os empresários e os produtores, o que tornava ainda mais atrativo o uso das máquinas. Estas, por sua vez, apesar de apresentarem rendimentos maiores em canaviais queimados, estavam aptas também a colher cana sem queima prévia, com custos muito menores que os do corte manual.

Uma análise feita por SOUZA (2000), por exemplo, demonstrava que, sob condições de cana crua, um projeto de mecanização tinha indicadores mais favoráveis do que sob condições de cana queimada, nas quais a colheita manual ainda representa vantagens, já que, quanto mais substituísse a cana do tipo “crua” colhida convencionalmente, maior probabilidade de êxito teria o projeto de mecanização.

No final de 1997, com o acirramento dos conflitos e o crescimento da pressão da sociedade pelo fim da prática das queimadas nos canaviais, o governo do Estado de São Paulo, diante dos problemas políticos e sociais que a total proibição poderia acarretar, optou por regulamentar a prática na lavoura canavieira, estabelecendo prazos para a sua total eliminação através de um “Plano de Eliminação de Queimadas”, que passou a ser obrigatoriamente cumprido pelas usinas, pelas destilarias e pelos fornecedores de cana, o que acelerou o processo de mecanização (GONÇALVES, 2002).

2.5.1. As sucessivas prorrogações da legislação autorizando as queimadas

Após três anos da promulgação do Plano de Eliminação de Queimadas, formou-se um clima de grande insatisfação no setor agroindustrial canavieiro paulista. Muitas usinas não conseguiam cumprir as exigências do Plano e eram multadas. Além disso, a maior parte das variedades de cana-de-açúcar não se havia adaptado ao sistema de cana crua, em razão da presença da palha sobre o solo, fazendo cair a produtividade dos canaviais. Alguns fornecedores, incapacitados para realizar investimentos em suas lavouras, viam-se obrigados a optar pelo corte manual de cana crua, o que encarecia muito o custo com a operação, inviabilizando-a economicamente em muitos casos (GONÇALVES, 2001).

Em meio a acusações de inconstitucionalidade, o Governo Federal editou o Decreto Federal nº 2661, de 08 de julho de 1998, que adiou, para o ano de 2018, a eliminação das queimadas da palha da cana-de-açúcar nas áreas passíveis de mecanização, não se fazendo nenhuma menção às áreas não-mecanizáveis (AVÓLIO, 2002).

Em 1999, por força das insatisfações geradas e, em mais uma demonstração do poder político que o setor ainda detém, a proibição das queimadas no Estado de São Paulo passou por uma revisão, resultando em uma legisla-

ção muito mais branda, que entrou em vigor em maio de 2000, restringindo a redução da prática apenas às áreas mecanizáveis e às áreas de risco (GONÇALVES, 2000).

Em junho de 2001, uma nova proposta de lei foi enviada à Assembléia Legislativa pelo governador do Estado, elaborada a partir de estudos da Secretaria do Meio Ambiente, e, em setembro de 2002, essa lei foi aprovada (Lei nº

QUADRO 1 – Trecho da lei nº 11.241, de 19/09/2002, do Estado de São Paulo.

Artigo 2º – Os plantadores de cana-de-açúcar que utilizem como método de pré-coheita a queima da palha, são obrigados a tomar as providências necessárias para reduzir a prática, observadas as seguintes tabelas:

Ano	Área Mecanizável Onde não se Pode Efetuar a Queima	Percentagem de Eliminação da Queima
1º ANO (2002)	20% da área cortada	20% da queima eliminada
5º ANO (2006)	30% da área cortada	30% da queima eliminada
10º ANO (2011)	50% da área cortada	50% da queima eliminada
15º ANO (2016)	80% da área cortada	80% da queima eliminada
20º ANO (2021)	100% da área cortada	eliminação total da queima

Ano	Área Não-Mecanizável, com Declividade Superior a 12% e/ ou Menor de 150 ha (cento e cinqüenta hectares), Onde Não se Pode Efetuar a Queima	Percentagem de Eliminação da Queima
10º ANO (2011)	10% da área cortada	10% da queima eliminada
15º ANO (2016)	20% da área cortada	20% da queima eliminada
20º ANO (2021)	30% da área cortada	30% da queima eliminada
25º ANO (2026)	50% da área cortada	50% da queima eliminada
30º ANO (2031)	100% da área cortada	100% da queima eliminada

§ 1º – Para os efeitos desta lei, consideram-se:

1. áreas mecanizáveis: as plantações em terrenos acima de 150 ha (cento e cinqüenta hectares), com declividade igual ou inferior a 12% (doze por cento), em solos com estruturas que permitam a adoção de técnicas usuais de mecanização da atividade de corte de cana;
2. áreas não-mecanizáveis: as plantações em terrenos com declividade superior a 12% (doze por cento), em demais áreas com estrutura de solo que inviabilize a adoção de técnicas usuais de mecanização da atividade de corte de cana.

11.241/02) e passou a complementar a lei anterior, flexibilizando prazos e metas para a eliminação do uso do fogo nos canaviais do Estado e trazendo, de volta, a questão da eliminação do uso do fogo para as áreas não-mecanizáveis (conforme o Quadro 1).

Em março de 2003, a Assembléia Legislativa do Estado, após um período de consulta aberta às sugestões das entidades representativas do setor canavieiro, que reivindicava “menos burocracia para a liberação das autorizações de queima”, aprovou o decreto estadual 47.700, que regulamentou a referida lei e que, sem grandes alterações em favor da população e do meio ambiente, fez valer o que o Estado acordou com o setor privado, incluindo o pedido de autorização para a queima por meio eletrônico.

Sob a justificativa da “manutenção dos empregos”, os prazos foram estendidos até 2021, para áreas mecanizáveis, e 2031, para áreas não-mecanizáveis, o que causou grande indignação na sociedade, visto que os legisladores desconsideraram o fato de o corte mecanizado de cana, predominantemente queimada, já haver eliminado mais da metade dos postos de trabalho no corte de cana em todo o Estado, o que derrubava, por terra, a justificativa da extensão dos prazos, tornando evidente que o único beneficiário dessa mudança seria o setor privado¹².

Uma mudança que significou, segundo o promotor público de Ribeirão Preto, o aval do Estado sobre o modelo de produção de cana-de-açúcar então vigente. Um modelo caracterizado pela produção em larga escala, conduzido por grandes proprietários de terra, associado a grandes usinas, com todas as operações agrícolas mecanizadas e que possui a permissão do Estado para usar, por muitos anos ainda, uma técnica já abolida em muitos outros países pelos males que traz ao meio ambiente e ao ser humano: o uso do fogo.

“... o problema não é queimar ou não queimar a cana, o problema não é mecanizar ou não mecanizar o corte da cana, o grande problema é o padrão de

¹² No final de 2007, o governo do Estado de São Paulo, através da Secretaria do Meio Ambiente, lançou um “Protocolo Agroambiental” para tentar reduzir os prazos afixados em lei, acalmando os ânimos populares, cujos signatários se comprometeram a antecipar os prazos para 2014 e 2017, respectivamente.

produção agrícola que caracteriza essa nossa região. Ele é baseado na monocultura, no latifúndio, na moto-mecanização, na agroquímica, e no desemprego... ele é um padrão insustentável, do ponto de vista social, e insustentável, do ponto de vista ambiental..." (GOULART, 2004).

De acordo com GONÇALVES (2002), sob a ameaça da proibição das queimadas, a mecanização, que já vinha ocorrendo no setor em um ritmo mais lento, e que se concentrava nas terras das grandes usinas da região de Ribeirão Preto, se espalhou pelas demais regiões canavieiras do Estado de São Paulo.

2.5.2. Os aspectos jurídicos

A discussão jurídica, quanto aos problemas gerados pela queima, é uma questão bem antiga e polêmica. O Código Florestal, instituído em 1965, pela Lei Federal Ordinária 4.771/65, já proibia a queimada de qualquer espécie de vegetação existente no país. A Lei de Política Nacional do Meio Ambiente nº 6.938, de 1981, foi ainda mais específica, ao proibir a queimada de cana-de-açúcar ao ar livre, por considerar que esta prática produz impacto negativo no meio ambiente e na saúde pública.

Segundo GONÇALVES (2002), como forma de contornar essa lei, construiu-se um conjunto de concessões políticas específico para a atividade canavieira, que permitia o uso do fogo como prática de preparo para a colheita e que, ao longo do tempo, foi sofrendo transformações, de acordo com as necessidades dos agentes envolvidos.

No Estado de São Paulo, o Decreto Estadual nº 28.848, de 1988, proibia a queima da cana-de-açúcar, como método de despalha, num raio de 1 km da área urbanizada, permitindo-a no restante da área. No entanto a insatisfação popular era grande, o que movia dezenas de ações judiciais, ano após ano, nas regiões canavieiras.

Como foi discutido há pouco, entre os anos de 1997 e 2003, uma série de alterações foram feitas na legislação paulista, que objetivaram estabelecer melhores critérios para a prática das queimadas nos canaviais, com destaque à Lei nº 11.241/02, que atualmente regula a atividade.

A maior parte das mudanças, impostas no ambiente institucional pela nova legislação paulista de 2002, foi muito negativa para o meio ambiente. Segundo a Lei nº 11.241/02, a distância a partir do aceiro de 10 metros, manti-

da ao redor de unidades de conservação, foi reduzida de 100 para 50 metros, aumentando o risco de acidentes ambientais, ao contrário do que se esperava observar em uma nova legislação (GONÇALVES, 2002).

Segundo o promotor Público da cidade Ribeirão Preto, Marcelo P. Goulart, toda essa legislação contraria a Constituição Federal, podendo ser considerada, portanto, inconstitucional.

Essa opinião é compartilhada por AVÓLIO (2002), que afirma que, embora amparadas por normas legislativas, as práticas das queimadas da palha da cana-de-açúcar não podem ser admitidas pela sociedade e pelos poderes constituídos, porque são ilícitas, posto que nocivas a bens e a interesses maiores, especialmente protegidos pela Constituição Federal e por outras leis federais. Para o autor, as normas que as autorizam são inconstitucionais e devem receber esse tratamento pelo Poder Judiciário: este deve anular-lhes a eficácia pela sua exclusão do sistema legislativo, já que elas autorizam práticas ilícitas.

2.5.3. Aspectos socioeconômicos

Segundo VEIGA FILHO (2002), entre as safras de 1988/89 e 1997/98, a área de corte mecânico no Estado de São Paulo passou de 98,6 mil hectares (8%) para 172,8 mil hectares (18%), crescendo, em média, 6,43% ao ano, enquanto a área de corte manual se reduziu de 1.123,7 mil hectares (92%) para 777,7 mil hectares (82%). Após a promulgação da lei das queimadas, já na safra de 1999/00, a área colhida por máquinas havia aumentado para 426,3 mil hectares (29%), um crescimento anual de 57,07%, enquanto a área de corte manual ficou em 1.037,2 mil hectares, reduzindo-se a 71% do total.

Entre os diversos fatores que provocaram essa aceleração no processo de mecanização do corte de cana, o salário dos trabalhadores foi o menos expressivo, mantendo-se quase inalterado, desde o final da década de 1980. Segundo o presidente da Federação dos Empregados Rurais Assalariados do Estado de São Paulo – FERAESP –, Élio Neves, desde o movimento grevista de 1984 até hoje, os trabalhadores só têm acumulado perdas. Com a ruptura no processo de negociações salariais, ocorrida em 1987, quando as lideranças sindicais assumiram a frente dos trabalhadores nas negociações, a organização dos trabalhadores foi muito enfraquecida e, graças a algumas lideranças pouco comprometidas, houve um retrocesso muito grande na luta sindical, que se fragmentou no Estado de

São Paulo. Por outro lado, a organização do setor patronal continuou avançando, o que se traduziu em muitas derrotas nas negociações salariais e trabalhistas pós-87. De acordo com o sindicalista, hoje o poder aquisitivo do trabalhador é infinitamente menor do que na época das greves e, apesar das poucas conquistas, as condições de trabalho estão ainda mais precárias.

O fato é que o sistema de colheita com corte mecanizado tem apresentado custos operacionais inferiores ao sistema com corte manual, desde a década de 1970, quando os primeiros estudos apontavam as vantagens do uso das máquinas. No entanto os altos custos de aquisição das máquinas, em média US\$ 250.000 cada, e os altos custos de preparo e de sistematização dos canaviais para a colheita mecanizada, ainda limitavam seu emprego às grandes usinas paulistas. Quando a colheita de cana sem queima passou a ser obrigatória, esse investimento tornou-se interessante também para as outras usinas, visto que, nessa realidade, a diferença nos custos operacionais era muito mais significativa (GONÇALVES, 2005).

Um estudo realizado por BALBO (1992), por exemplo, apontava que o custo operacional do corte mecanizado de cana queimada era 3% inferior ao corte manual, enquanto para a cana colhida sem queima, essa diferença subia para 18%. De acordo com GONÇALVES (2005), hoje, 72% dos canaviais situados em áreas passíveis de mecanização já estão sendo colhidos por máquinas, o que representa 36% do total das áreas com cana no Estado.

Segundo dados coletados por ALVES et al. (2003), na região canavieira da Bacia Hidrográfica do rio Mogi-Guaçu, onde se concentra, hoje, cerca de 50% da produção canavieira paulista, a mecanização da colheita já chega a 80%, encontrando-se apenas 25% destes sob a situação de cana crua, ou seja, a mecanização da colheita tem se dado fundamentalmente sobre as áreas de cana queimada.

2.5.4. Impactos sobre a diversidade, as vizinhanças rurais e urbanas

O uso do fogo, como prática agrícola nos canaviais, há muito tempo já vinha sendo condenado por especialistas de diversas áreas, como engenheiros, biólogos, cientistas e médicos, apesar da contestação veemente de técnicos do setor, alegando que tal prática facilitava o processo de colheita, gerava empregos, trazia segurança ao trabalhador rural e não interferia negativamente no meio ambiente, por tratar-se de um processo rápido, localizado e controlado, o

que continua presente no discurso de alguns empresários do setor.

Uma série de trabalhos, como GOULART (1997), BOHN (1998) e SILVA & FROIS (1998), citados por GONÇALVES (2002), alertam para os graves riscos que a queima do canavial tem representado à saúde humana. São diversos problemas respiratórios, causados, principalmente, por compostos orgânicos gerados na combustão da palha, como os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), compostos altamente cancerígenos, encontrados entre os gases que compõem a “fumaça” da queima do canavial.

Nesse contexto, dezenas de trabalhos acadêmicos e científicos questionavam as alegações desses técnicos, alertando para os riscos que a prática trazia à saúde pública e ao meio ambiente e pondo em dúvida a questão da geração de empregos, visto que o processo de mecanização da colheita de cana queimada já estava em curso, desde a década de 1980, e a substituição da mão-de-obra empregada no corte pelas máquinas era uma questão de tempo e dinheiro, e não de queimar, ou não, o canavial (ALVES, 1991).

Segundo ARBEX et. al (2004), a combustão de biomassa (que é o caso da queima da palha da cana-de-açúcar) é a maior fonte de produção de gases tóxicos, material particulado e gases do efeito-estufa no planeta, influencia a química e a física atmosférica, produz espécies químicas, que mudam significativamente o pH da água da chuva, e afeta o balanço térmico da atmosfera pela interferência na quantidade de radiação solar refletida para o espaço.

De acordo com LAURE (1991), citado por MATTOS & MATTOS (2004), os principais gases produzidos nas queimadas da cana-de-açúcar são CO, CO₂, O₃ e SO₂.

Um estudo realizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), a respeito do efeito das queimadas da palha da cana-de-açúcar sobre os gases atmosféricos ozônio (O₃), monóxido de carbono (CO) e dióxido de carbono (CO₂), na região de Ribeirão Preto, citado por LIMA et al. (1999), observou que, na época das queimadas, houve aumentos expressivos nas concentrações de CO e O₃ na atmosfera, gases que, segundo os autores, oferecem riscos à vida humana, quando em concentrações elevadas.

Todavia, vários estudos procuram afirmar que o CO₂ produzido nas queimadas seria totalmente absorvido pelo próprio canavial através de seu processo de fotossíntese, o que não deixa de ser verdade. No entanto, GONÇALVES (2002)

e AVÓLIO (2002) constataram que muitos empresários, técnicos e representantes do setor, que defendem as queimadas, divulgam tal informação de forma inadequada, gerando, na opinião pública, uma perigosa confusão entre o CO_2 e os demais gases, de forma que se tornou comum afirmar que a cana-de-açúcar absorve os gases produzidos pelas queimadas, o que não é verdade.

Segundo um trabalho realizado pela EMBRAPA (1997), as queimadas da palha da cana-de-açúcar são fontes altamente relevantes de emissão de gases que provocam o efeito-estufa. Dentro de uma estimativa global da queima de biomassa, a queima da palha da cana brasileira contribuiu em 0,8% de CO , 0,3% do CH_4 , 0,8% de N_2O e 0,8% de NO_x , no período de 1986 a 1996.

Apesar de o estudo não considerar as emissões do CO_2 , por afirmar que esse gás é absorvido pela cultura ao longo do tempo, é preciso ponderar que tal absorção se dá ao longo de todo o crescimento da cultura, isto é, num período de até dezoito meses, enquanto a emissão do gás ocorre em poucos minutos, saturando a atmosfera no período das queimadas.

A fumaça gerada pela queima da palha da cana-de-açúcar, além desses gases, contém substâncias potencialmente cancerígenas, dentre elas os Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs), que tanto provocam intoxicações através das vias respiratórias, como pelo contato com a pele, podendo ocorrer cânceres de pulmão, de bexiga e de pele (MIRRA & WÜNSCH, 1998 citados por AVÓLIO, 2002).

Os autores alertam que, apesar de não existirem limites mínimos de exposição, “nenhum nível de exposição a um agente ou substância química cancerígena deve ser considerado toxicologicamente insignificante para o homem.”

Um outro estudo, realizado por ZAMPERLINI (1997) e citado pelo mesmo autor, constatou que a queima da palha da cana-de-açúcar é um processo de combustão incompleta, no qual há formação de fuligem composta de hidrocarbonetos alifáticos, ésteres graxos, HPAs, e outras substâncias prejudiciais à saúde humana, possuindo os HPAs presentes na fuligem da cana reconhecida potencialidade para desencadear processos carcinogênicos e mutagênicos no ser humano.

Os HPAs são moléculas orgânicas formadas por átomos de hidrogênio e carbono encontradas como subprodutos da combustão incompleta de materiais orgânicos (combustíveis fósseis, madeira, lixo, tabaco, vegetação, etc.), portanto, estão

presentes no ambiente ocupacional e residencial (MATTOS & MATTOS, 2004).

Em parecer técnico sobre a exposição aos HPAs presentes na fuligem proveniente da queima da cana-de-açúcar e sua relação com a ocorrência de câncer, pesquisadores da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo concluíram que tais substâncias cancerígenas representam um enorme perigo aos trabalhadores que cortam cana queimada, tanto por inalação dos HPAs quanto pela via dérmica, o que é motivo suficiente para desencadear medidas preventivas, pois, independentemente do nível encontrado, há risco de intoxicação pela substância e, conseqüentemente, de desenvolver câncer (GOULART, 1998).

Além disso, o material particulado, presente na fumaça, é constituído em 94% de partículas finas (10 μm) e ultrafinas (menores que 2,5 μm), que atingem as porções mais profundas do sistema respiratório, transpondo a barreira epitelial e atingindo o interstício pulmonar, desencadeamento o processo inflamatório (ARBEX, et al., 2004).

Tais efeitos foram verificados tanto em ambientes fechados, no caso de países de clima frio, onde era comum queimar madeira, folhas e gravetos dentro das moradias para o aquecimento e para o preparo de alimentos, sem a ventilação adequada, como em locais abertos, como após os grandes incêndios florestais que devastaram por dois meses a Indonésia em 1997, responsáveis por uma imensa névoa de fumaça que cobriu três milhões de hectares no sudoeste asiático, provocando um gasto com saúde de 4,5 bilhões de dólares.

A exposição à fumaça desses incêndios, naqueles países, provocou um significativo aumento nas internações hospitalares por patologias respiratórias, como infecção respiratória aguda, asma, rinite, pneumonia, bronquite, laringite, doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) e sinusite, principalmente em pessoas que já apresentavam históricos dessas patologias, bem como crianças e idosos.

Os autores alertam que, apesar de essas ocorrências se darem em episódios fortuitos, a situação nas regiões canavieiras do Brasil, onde ocorrem queimas programadas de biomassa durante seis meses do ano, é muito preocupante. Em uma pesquisa médica realizada entre 26 de maio e 31 de agosto de 1995, na cidade de Araraquara/SP, os autores constataram uma relação positiva entre o aumento do material particulado, gerado pelas queimadas na região, e o aumento no número de pacientes que necessitaram de terapias inalatórias em um

dos principais hospitais da cidade. O resultado foi o mesmo em uma pesquisa posterior, realizada na cidade de Piracicaba/SP, entre abril de 1997 e março de 1998, o que, para os autores, indica que a queima da palha da cana-de-açúcar é uma potencial causadora de efeitos deletérios sobre a saúde da população a ela exposta.

MANCO (1996), citado por AVÓLIO (2002), constatou, por meio de uma pesquisa de cruzamento de dados de vinte e uma cidades da região de Ribeirão Preto-SP, que as queimadas nos canaviais contribuem para a poluição atmosférica e, como conseqüência, representam fator desencadeante ou agravante de doenças respiratórias.

FRANCO (1992), também citado pelo autor, sustenta que as queimadas não só causam doenças, como provocam o desassossego, comprometem o bem-estar e o conforto coletivo da população, sujam o meio ambiente e afetam o bem-estar físico e psíquico das pessoas, sendo assim claramente nociva à saúde humana, pois como define a Organização Mundial da Saúde, "saúde é o estado de completo bem estar físico, psíquico e social, e não somente a ausência de doença".

Apesar de todos esses males relatados pela ciência, muitos membros dos poderes Legislativo e Judiciário continuam afirmando a falta de evidência científica para justificar suas decisões.

É o que se verifica na Lei Estadual nº 11.241, de 19 de setembro de 2002, que regulamenta atualmente as queimadas no Estado de São Paulo:

Artigo 7º - A autoridade ambiental determinará a suspensão da queima quando: I - constatados e comprovados risco de vida humana, danos ambientais ou condições meteorológicas desfavoráveis; II - a qualidade do ar atingir comprovadamente índices prejudiciais à saúde humana, constatados segundo o fixado no ordenamento legal vigente; III - os níveis de fumaça originados da queima, comprovadamente, comprometam ou coloquem em risco as operações aeronáuticas, rodoviárias e de outros meios de transporte (SÃO PAULO, 2002).

De acordo com AVÓLIO (2002), muitas ações judiciais movidas contra a prática das queimadas são julgadas improcedentes pela falta de certeza dos danos causados pela queima, enquanto as poucas ações consideradas procedentes são julgadas no âmbito do "princípio da precaução".

Esse princípio foi formulado em uma reunião realizada em janeiro de 1988, em *Wingspread*, sede da *Joyhnson Foundation*, em Racine, estado norte americano de *Wisconsin*, com a participação de cientistas, advogados, legisladores e ambientalistas, e proposto formalmente no dia 14 de junho de 1992¹³, na conferência Rio-92:

“O Princípio da Precaução é a garantia contra os riscos potenciais que, de acordo com o estado atual do conhecimento, não podem ser ainda identificados. Este Princípio afirma que a ausência da certeza científica formal, a existência de um risco de um dano sério ou irreversível requer a implementação de medidas que possam prever este dano” (GOLDIM, 2004).

Pelo princípio da precaução, previne-se porque não se pode saber quais as consequências que determinado ato, ou empreendimento, ou aplicação científica causarão ao meio ambiente no espaço e/ou no tempo, quais os reflexos ou consequências. Há incerteza científica não dirimida.

Pelo princípio da prevenção, entretanto, previne-se porque se sabe quais as consequências de se iniciar determinado ato, prosseguir com ele ou suprimi-lo. O nexso causal é cientificamente comprovado, é certo, decorre muita vezes até da lógica.

Segundo ZULIANI (2002), citado por AVÓLIO (2002), a tendência nos tribunais é a opção pelo princípio da precaução, com o posicionamento pela ilicitude das queimadas da palha da cana-de-açúcar.

Além de todos esses problemas que as queimadas representam para a saúde das populações locais e para a saúde dos trabalhadores, elas também representam uma grande ameaça ao meio ambiente local.

2.5.5. Os efeitos sobre o meio ambiente

De acordo com GONÇALVES (2002), as implicações ecológicas, econômicas e sanitárias das queimadas dos canaviais têm sido bastante discutidas no interior de São Paulo. A queimada, além da ação biocida em relação à fauna, à flora

¹³ *O Princípio da Precaução, que havia sido proposto em 1992, foi objeto de um seminário, realizado na França no ano 2000, em que sua aplicação foi discutida sob a visão de diversas áreas, além da saúde e do ambiente, como a comunicação social e o Direito (GOLDIM, 2002).*

e aos microorganismos, aumenta a temperatura e diminui a umidade natural dos solos, levando a uma maior compactação e a uma perda de porosidade dos mesmos, além de proporcionar uma polimerização de suas substâncias húmicas, assim como a perda de nutrientes, seja para a atmosfera (via combustão), seja para as águas (por posterior lavagem e lixiviação).

Os efeitos da queima do canavial antes da colheita, sob o ponto de vista entomológico, são assunto atual, pois o agroecossistema cana-de-açúcar se compõe de grande número de artrópodes que exercem importante papel no controle de pragas e no auxílio à decomposição e à mineralização da matéria orgânica do solo.

Apesar de o fogo eliminar boa parte dos insetos e das pragas da cultura, ele elimina também a maioria dos seus predadores naturais, como a mosca do Amazonas e a mosca Cubana, que combatem a Broca da cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*), a principal praga dessa cultura, provocando o desequilíbrio ecológico, que, por sua vez, torna necessário o uso de agrotóxicos.

Essa situação ocorre porque, no ambiente agrícola, a relação entre solo, microorganismos, plantas, insetos e animais herbívoros, e insetos e animais predadores, tende a estabelecer uma relação de equilíbrio ao longo do tempo, semelhante ao que ocorre no ambiente natural sem a interferência do homem¹⁴. Esse tempo costuma ser maior do que o tempo agrícola. Como os insetos considerados pragas estão um degrau abaixo de seus predadores na cadeia ecológica, sua proliferação no tempo e no espaço tende a ser maior do que a dos últimos, o que significa que, a cada vez que o fogo quebra esse curso que levaria ao equilíbrio ecológico, as populações de pragas se proliferam de forma mais acentuada, tornando necessário o seu controle, químico ou biológico.

Apesar dos avanços obtidos no controle biológico de pragas na cultura, o uso anual do fogo representa uma barreira ao sucesso desse método, o que faz que a cultura permaneça dependente do uso de agrotóxicos.

É interessante observar que, no cultivo da cana-de-açúcar pelo método da agricultura orgânica, realizado por algumas unidades agroindustriais voltadas

¹⁴ No ambiente agrícola, a interferência do homem faz-se necessária devido à retirada periódica das plantas cultivadas. Na agricultura agroecológica, essa interferência se dá através do manejo de insetos, plantas e nutrientes, com técnicas que evitam o uso de agrotóxicos e de fertilizantes sintéticos.

ao mercado de açúcar orgânico, o uso do fogo foi uma prática abolida de forma voluntária. Para esses produtores, apesar de essa técnica não representar diretamente uma ameaça de contaminação química ao produto final, o principal requisito do mercado de produtos orgânicos, ela impede o equilíbrio agroecológico e, por esse motivo, eles não a utilizam.

Para alguns produtores de cana orgânica entrevistados, o não-uso do fogo favorece tanto o controle por métodos alternativos das pragas, quanto o controle das plantas infestantes (mato), além de os resíduos de palha, que permanecem cobrindo o solo, trazerem muitas outras vantagens para a cultura, como a manutenção da umidade do solo, o menor risco de erosão, a adição de matéria orgânica, a atividade microbiana etc.

Embora o fogo seja efêmero, em razão de todo o preparo feito nos canaviais antes das queimadas, ele é suficiente para destruir um número ainda incalculável de espécimes da fauna, desde insetos até predadores maiores, causando um desequilíbrio ecológico ainda maior do que a prática da monocultura canavieira.

Segundo a Polícia Ambiental, é comum encontrar cadáveres de animais totalmente queimados nas áreas onde a cana é colhida queimada. Em entrevista cedida a AVÓLIO (2002), biólogos do Parque Ecológico de São Carlos-SP, afirmaram que, devido às características físicas dos canaviais, como o porte elevado e a cobertura aérea, muitos animais acabam escolhendo os canaviais como se fossem matas seguras, próprias para servirem de abrigo e para a procriação. Dessa forma, muitas aves, como pombas, codornas, nhambus e perizes, fazem seus ninhos nos canaviais, bem como répteis e mamíferos. Conseqüentemente, muitos predadores, como gaviões, corujas, gatos-do-mato, cachorro-do-mato, lobo-guará e até onças-pardas, são atraídos a esse meio.

A queimada, segundo o autor, alcança essa realidade de forma impiedosa, matando os animais que não possuem agilidade (ou sorte) de fugir dessa verdadeira armadilha preparada pelo homem. Ironicamente, a legislação recomenda que o fogo seja utilizado preferencialmente no período da noite (Artigo 5º da Lei Estadual nº 11.241), em que a maioria das aves permanece em seus ninhos e em que os predadores circulam pelos canaviais.

Apesar de não existirem dados estatísticos sobre o número de animais silvestres mortos, a Polícia Ambiental estima que a prática das queimadas na região mate anualmente centenas de aves e pequenos roedores. Por essa ra-

ção, um levantamento nas áreas de cana queimada vem sendo realizado pela Polícia Ambiental, desde 2002, e, além de identificar muitos animais mortos, tem encontrado muitos outros animais com queimaduras, moribundos ou abalados com o calor e com a fumaça, mesmo nas áreas de proteção ambiental, localizadas próximas aos canaviais.

Além de todos esses danos à fauna nos canaviais, é comum a ocorrência de “acidentes” envolvendo matas nativas em áreas de preservação, provocando danos irreparáveis ao meio ambiente. Segundo AVÓLIO (2002), a queimada da palha da cana-de-açúcar, embora muitas vezes feita com a autorização do poder público, é uma prática que infringe a lei, pois constantemente provoca danos à fauna, que é especialmente protegida por leis federais e estaduais.

2.5.6. Perigos que ameaçam as populações rurais

Um outro exemplo dos problemas provocados pelo uso do fogo nos canaviais pôde ser constatado nos assentamentos rurais Bela Vista do Chibarro e Monte Alegre, na região de Ribeirão Preto, que se tornaram alvos da investida das empresas do setor canavieiro, recentemente. Dadas a proximidade com as principais unidades agroindustriais canavieiras da região e a boa qualidade das terras, uma investida que combinou acordos políticos locais e um bom *marketing* comercial por parte das usinas conseguiu mudar a legislação que, até pouco tempo, proibia a produção de cana-de-açúcar nos assentamentos e convencer um bom número de assentados a assinar contratos de fornecimento de cana para as usinas, apesar dos alertas contrários feitos pelos sindicatos e por alguns técnicos e pesquisadores da região.

De acordo com alguns agricultores assentados entrevistados, as “maravilhas” oferecidas na época do acordo com as usinas se transformaram em “pesadelos” pouco tempo depois. Boa parte do contrato não tinha sido cumprida, a qualidade de vida no assentamento foi reduzida consideravelmente, e as usinas se negavam a negociar o rompimento do contrato.

Dentro do “pesadelo” descrito por alguns assentados¹⁵, figura a queima dos canaviais localizados próximos às suas casas, que vem acarretando problemas

¹⁵ Além da queima, as reclamações incluem a aplicação de agrotóxicos, inclusive por aviões, a circulação de máquinas, os atrasos no pagamento, a não-realização de adubações e de controles de pragas previstos no contrato, entre outras.

respiratórios a todos os residentes do assentamento, além da morte de animais e da queima de áreas de reserva ambiental:

O ano passado não foi respeitada a não-queima e esse ano tão falando que não vão respeitar de novo. Ai vem os usineiro, e fala "Ah isso ai pode queimar porque não vai dar problema, qualquer coisa a CETESB vem conversar com a gente, a gente resolve o problema"...

...talvez as pessoas achem que a gente é contra a cana... muito pelo contrário, eu não tenho nada contra a cana... é que a gente tem, no assentamento, a preocupação com a saúde da gente...

...Assentamento não deveria ter queimada de cana, porque assentamento é totalmente diferente dessas fazendas de cento e setenta alqueires ai que não tem uma casa no meio, porque ali a cada cem duzentos metros tem uma casa, e a situação da gente como é que fica?

...a gente já passou por situação muito complicada no assentamento...é...sobre as queimada de cana...a gente era obrigado a entra pra dentro porque não agüentava a fumaça que é aquilo...

...ai passou a queimada de cana, ai veio o corte de cana e o carregamento, é quatro, cinco dias, o dia inteiro, a noite inteira, máquina e ônibus na porta de casa, buzinando...

...e se não bastasse isso, agora, acabou o carregamento, cabô a queimada da cana, ai vem queimã a sobra da cana, mais três, quatro dias aquela fumaça na porta de casa outra vez...

...então, eu não sei o que a gente vai fazer, não tá tendo condições de viver mais dentro do assentamento dessa forma! Como é que vai ficar o ambiente? Como é que vai ficar a saúde da minha família ali dentro?

2.5.7. A questão do desperdício energético

Além de todos os danos provocados pelas queimadas sobre o homem e sobre o meio ambiente, tal prática também é considerada, por muitos autores, como um grande desperdício de energia e de capital. Um estudo realizado

por RIPOLI et al. (1990), no departamento de Engenharia Rural da ESALQ-USP, mostrou que a energia perdida pela queima da palha, em cada hectare de cana, é equivalente e até superior à capacidade energética do etanol produzido (22.166 mcal/ha da palha contra 20.877 mcal/ha do etanol).

O bagaço seco que sobra da cana, após a extração do caldo, sempre representou um excelente combustível para a agroindústria canavieira, mas, com a colheita de cana crua, surgiu a proposta de utilizar a palha como fonte de energia, destinando o bagaço para fins mais nobres, como matéria-prima para a indústria de papel e papelão, na fabricação de aglomerados para o setor moveleiro, na composição de ração animal, na indústria química e até mesmo na construção civil, como material alternativo.

De acordo com RIPOLI et al. (1990), o bagaço¹⁶ da cana-de-açúcar vem se tornando cada vez mais caro como combustível para as caldeiras de usinas e destilarias de álcool, em decorrência da expansão de seu uso como matéria-prima de outros setores.

Estima-se que a colheita mecanizada de cana crua deixe no campo de 11 a 21 toneladas de palha por hectare, dos quais 40% poderiam ser recolhidos por ceifadeiras, sem comprometer os benefícios que cobertura de palha oferece à lavoura (SOTELO & CORREA, 1999 apud MATTOS & MATTOS, 2004).

Segundo os autores, a composição da palha é muito parecida com a do bagaço, à exceção de que a primeira não contém açúcares e possui umidade natural inferior à do bagaço. Para fins de alimentação animal, a palha, com as bainhas, constitui a fração menos assimilável, mas é a mais atraente do ponto de vista da utilização energética. Em qualquer opção, sua eficiência pode ser aumentada por meio de pré-tratamentos mecânicos adequados, a fim de reduzir o tamanho das partículas e de facilitar sua manipulação.

Segundo AVÓLIO (2002), a biomassa das pontas e das palhas da cana-de-açúcar, incinerada nas queimadas dos canaviais, possui um conteúdo energético correspondente ao dobro do próprio bagaço. Estima-se que, de cada tonelada de cana queimada, haja uma perda energética de 100.000 kcal.

De acordo com MATTOS & MATTOS (2004), o poder calorífico da palha, nas condições de campo, é 2.576 kcal/kg, aumentando para 4.100 kcal/kg, quando

¹⁶ Estima-se que, de cada tonelada de cana processada, restem 250 kg de bagaço seco.

a palha está seca, obtendo-se, de cada tonelada de cana produzida no campo, em média, 80 kg de palha seca.

Se considerarmos que os canaviais da região produzem, em média, 70 toneladas de cana por hectare, ou seja, 5,6 toneladas de palha seca, tirando apenas os 40% (2,24 t) recomendados, ainda é possível produzir 9.184 mcal com essa palha, ou seja, quase 1/3 do que é produzido com todo o bagaço aproveitado (em média 31.000 mcal/ha)¹⁷.

Recentemente, foram instalados projetos-piloto em algumas usinas do Oeste Paulista, para o recolhimento da palha no campo, o que tem trazido uma boa perspectiva de lucros para essas empresas.

3. A colheita mecanizada de cana crua

Apesar de todo o desenvolvimento tecnológico que marcou a produção canieira nacional nestas últimas décadas, problemas ambientais, como o desmatamento, a degradação do solo, a contaminação ambiental por agrotóxicos e resíduos industriais, e os problemas relacionados a prática das queimadas, discutidos anteriormente, ainda têm marcado negativamente a imagem deste setor dentro e fora do país, e ameaçado sua competitividade no mercado internacional.

Por outro lado, a heterogênea realidade do setor mostra que a tecnologia disponível é perfeitamente capaz de reduzir os problemas ambientais que envolvem este modelo de produção dominante, marcado pela monocultura, pelas queimadas e pelo uso de agroquímicos.

Atualmente algumas empresas do próprio setor têm apresentado técnicas de produção alternativas muito interessantes para esta transformação, como aquelas empregadas no modelo de produção de cana orgânica, um modelo que apesar de restrito a um pequeno nicho de mercado, tem se comportado como um verdadeiro laboratório para técnicas de manejo alternativas, como o combate biológico de pragas, controle de plantas infestantes, manejo da palha, entre outros, com resultados econômicos surpreendentes.

¹⁷ ...dados extraídos de Ripoli (1990).

No cotidiano do setor, o sistema de manejo de cana crua, um sistema intermediário, que se posiciona entre o tradicional e o orgânico, e que vem se desenvolvendo sob a pressão legal-social do combate as queimadas, tem se mostrado promissor tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental, apesar dos apelos contrários e das falácias que cercam e ofuscam o problema social dos trabalhadores do corte de cana.

Através deste modelo de produção, além de se evitar todos os problemas relacionados às queimadas, enquanto uma prática de preparo da colheita de cana-de-açúcar, outras vantagens tem sido apontadas, como a melhor conservação física do solo em função da palha deixada no campo, melhorias de algumas características como matéria orgânica do solo, umidade, atividade microbiana, redução dos níveis de compactação, controle de ervas daninhas pela própria palha e conseqüente redução no uso de herbicidas, redução dos custos industriais referentes à lavagem da cana-de-açúcar, melhoria da qualidade tecnológica-industrial da cana pela significativa redução nas perdas de açúcares e na contaminação do caldo, sobra de volume maior de bagaço e palha, que tem crescente interesse energético nas usinas, possibilidade do emprego se tratores de menor potência na operação de cultivo em função da melhoria das características físicas do solo, o que pode levar a uma redução nos custos fixos e operacionais com maquinário e instalações, economia direta de custos que hoje envolvem a operação de queima, sensível aumento da produtividade agrícola e longevidade das soqueiras, melhoria no controle biológico de pragas e doenças no campo, uso mais eficiente de resíduos industriais, entre outros.

No entanto, os fatos mostram que essa transformação produtiva só tem sido possível através da pressão exercida por parte do Estado e da sociedade, no sentido do cumprimento das leis, pois aquilo que se nota no dia-a-dia deste importante setor, é que as vantagens econômicas oferecidas pelo desrespeito a algumas normas ambientais, como é o caso de APPs, Áreas de Reserva Legal e queimadas, ainda tem se sobreposto às vantagens de um comportamento ético perante o consumidor.

Na nossa visão, uma produção de cana-de-açúcar ambientalmente sustentável depende, portanto, do cumprimento da legislação ambiental e do emprego de tecnologias mais limpas, como aquelas que envolvem o manejo de cana crua, além do enquadramento da atividade canavieira à áreas previamente estipuladas em planos de desenvolvimento local, uma ferramenta legal pouco utilizada pelas administrações municipais, e que hoje representaria

a única saída para o problema do avanço da monocultura da cana-de-açúcar sobre outras culturas e atividades.

Os fatos mostram que somente através de um planejamento produtivo local, este avanço poderá ser disciplinado, garantindo a coexistência da cana-de-açúcar com outras atividades agrícolas/agropecuárias de maior demanda por mão-de-obra, como a pequena produção e o cultivo de alimentos, capazes de garantir maior sustentabilidade social ao uso do espaço rural.

Todavia, esta é uma tarefa complexa que depende, em última estância, da iniciativa política dos atores sociais locais mais impactados, que infelizmente apresentam um histórico de mobilização e atuação política fraco e de perspectiva desfavorável frente ao gigantesco poder político e institucional da fração empresarial do setor agroindustrial canavieiro nacional.

4. Impactos da expansão do setor e competição com outras culturas

Ao lado de informações otimistas, como a de que a produção nacional de álcool na safra 2007/2008 será de 21,30 bilhões de litros, com um aumento de 21,90% (3,83 bilhões de litros) superior à da safra anterior, crescem as preocupações sobre o crescimento não planejado do setor sucroalcooleiro. Desse total, a região Centro-Sul participa com 90,71%. Do total de terras aráveis do Brasil (aproximadamente 340 milhões de hectares), a cana corresponde a aproximadamente 2,3 %, mas quando se avalia a área efetivamente plantada, que no Brasil equivale hoje a 63 milhões de ha., a cana ocupa cerca de 7,8 milhões de ha., ou seja, 12,38% , da área total, diferente dos 1% apregoado pela mídia e bastante concentrada, como pode ser observado pela disposição das culturas no território brasileiro (Figura 3). No Estado de São Paulo, esta concentração é ainda maior, onde a área de cana área se aproxima da metade da área plantada (Figura 5).

Trabalho de VEIGA FILHO & YOSHII (1994), realizado na bacia hidrográfica do Pardo-Mogi, que abriga 68 municípios, corroborando estudos anteriores afirmam que o setor sucroalcooleiro tem características concentradoras, seja em nível agrícola ou industrial, e que desta forma a sua expansão agravará os problemas já crônicos de concentração de terras, de rendas e na promoção de sazonalidade de mão de obra, aumentando o efeito de substituição de

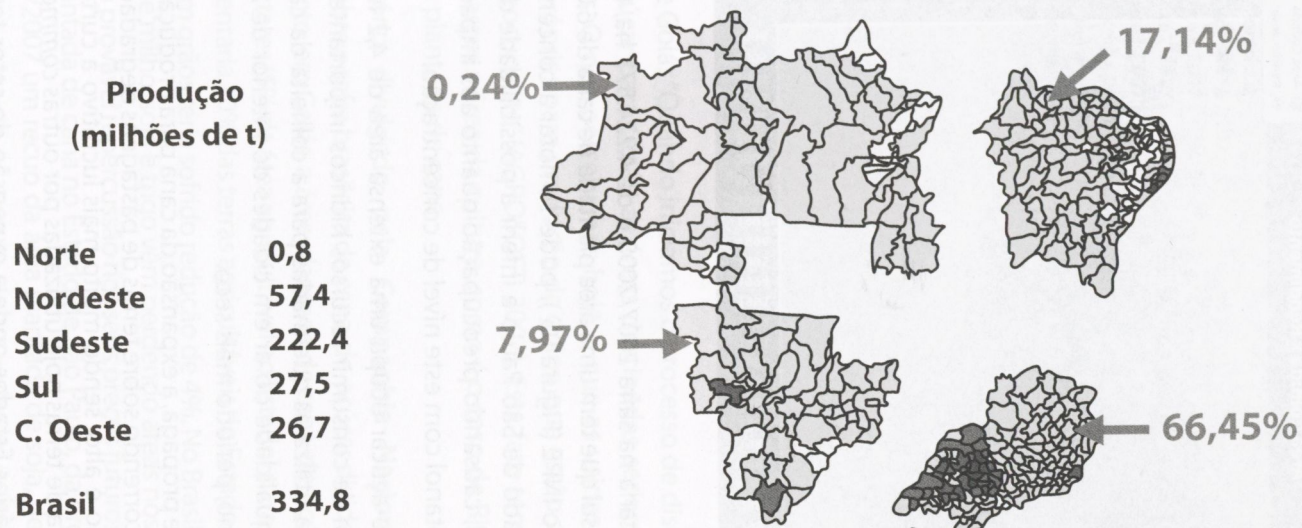
culturas em favor da cana. Análise realizada do ciclo do proálcool de 1975 à 2003 por VEIGA FILHO & RAMOS (2006), mostraram também uma tendência de crescimento da integração vertical, ou seja, a produção da matéria-prima sendo de responsabilidade de indústria sucroalcooleira, e de uma concentração do setor produtivo na região sudeste, notadamente no Estado de São Paulo, conforme pode ser constatado pelos dados da Figura 3.

Segundo ZAFALON (2007), dos 3,67 milhões de hectares de cana cultivados em São Paulo, dados da última safra, um milhão pertence às próprias usinas. Outro um milhão é de fundos de produtores agrícolas (pessoas físicas) e 1,6 milhão refere-se a parcerias ou arrendamentos (fornecedores de cana e usinas). A verticalização do setor atinge hoje em São Paulo, cerca de 75 por cento.

FIORIO (2006), em estudo realizado na microbacia do Ceveiro, em Piracicaba, SP concluiu que a expansão desordenada da cana-de-açúcar, que leva em consideração aspectos econômicos, sem preocupação com a aptidão das terras, causa impacto ambiental negativo. E esta expansão tem crescido bastante, sem que haja um zoneamento econômico ecológico adequado. A área plantada de cana no país, em 2006 ultrapassou os 7 milhões de ha, e vem acompanhada de uma melhoria na produtividade, segundo dados do Ministério da Agricultura, através do seu Departamento de Cana-de-açúcar (Figura 4).

Este fato, aliado à demanda mundial por energia renovável tem acarretado uma abertura indiscriminada ao capital externo, tanto para a aquisição de terras, como para a compra e construção de plantas industriais. A análise no ciclo do proálcool de 1975 à 2003 realizado por VEIGA FILHO & RAMOS (2006) já mostrou também uma tendência de crescimento da integração vertical, ou seja, a produção da matéria-prima sendo de responsabilidade da indústria sucroalcooleira. No Estado de São Paulo, esta verticalização chega a 75% (ZAFALON, 2007), de uma concentração do setor produtivo na região sudeste, notadamente no Estado de São Paulo. Em análise no ciclo do proálcool de 1975 a 2003 realizado por VEIGA FILHO & RAMOS (2006), os autores mostraram também uma tendência de crescimento da integração vertical, ou seja, a produção da matéria-prima sendo de responsabilidade da indústria sucroalcooleira, além de uma concentração do setor produtivo na região sudeste, notadamente no Estado de São Paulo (Figura 4). Esta tendência tem se agravado com o novo crescimento do setor, chegando ao ponto de, em maio de 2008, a CETESB paralisar a análise de novas solicitações de emissão de licenciamento para construção e ampliação de novas usinas no Estado.

Figura 3 – Distribuição da área plantada de cana no país.



**Produção
(milhões de t)**

Norte	0,8
Nordeste	57,4
Sudeste	222,4
Sul	27,5
C. Oeste	26,7
Brasil	334,8

Fonte: IBGE / Embrapa, 2003.

Figura 4 - Área colhida de cana e rendimento por hectare dados de 1975 a 2006.



Fonte: MAPA - 2007.

A área plantada de cana na safra 2007/2008 é de 4.224.571 ha, totalizando 69,92% da região centro sul que tem uma área plantada de cana de 6.041.863 ha. No mapa elaborado pelo INPE (Figura 05), pode-se notar a concentração em algumas regiões do Estado de São Paulo e inferir a possibilidade de impacto sobre a população local, causando preocupação quanto aos impactos ambientais da produção de etanol com este nível de concentração.

A lavoura de cana-de-açúcar ocupa uma extensa área de 4,2 milhões de hectares no Estado, além de consumir recursos hídricos importantes. A maior parte das fazendas ainda utiliza as queimadas para a colheita da cana, o que tem impacto direto na qualidade do ar em cidades do interior de São Paulo, principalmente no inverno, período mais seco.

Ao contrário do que se propaga, a expansão da cana para produção de agrocombustíveis não está ocorrendo sobre terras de pastagens degradadas, pois o custo de sua recuperação é alto, sendo muito mais lucrativo a curto prazo, o arrendamento ou compra de terras hoje utilizadas por outras *commodities*.

Isso se constata em vários Estados onde a expansão do setor tem acontecido, em Goiás, onde o relato da diretora técnica da Federação de Agricultura e

Figura 5 – Área de ocupação da cana no Estado de São Paulo.

- ∨ Limite Municipal
- Cana Safra 2007/2008
- Cana Soca1 2007
- Cana Soca2 2007
- Cana Soca3 2007
- Cana Reforma 2006
- Cana Expansão 2006
- Cana Reforma 2007



Fonte INPE- Canasat.

Pecuária de Goiás “Quando iniciamos o processo de discussão sobre a vinda da cana-de-açúcar para Goiás, as áreas destinadas seriam aquelas de pastagens degradadas. O que percebemos hoje, é que as usinas estão sendo instaladas em terras próprias para produção de grãos, que estão sendo arrendadas, e isso é muito preocupante” (AGROSOFT, 2007). Este fato tem levado muitos municípios a limitarem a área da cultura, como é o caso de Rio Verde, que limitou em 10% a área plantada de cana.

O relatório divulgado pela **Companhia Nacional de Abastecimento** (CONAB) sobre a safra brasileira de cana-de-açúcar divide opiniões em Goiás. Pelo levantamento, em Goiás, a área plantada de cana-de-açúcar poderá aumentar de 200 mil hectares (5% da área agricultável no Estado) para quase 400 mil hectares, o que representaria 10% das terras agricultáveis no Estado. Em contrapartida, a área plantada em grãos teria sofrido redução de 4%. No Brasil, a CONAB (julho 2007) já admitia que milho, soja e trigo vêm perdendo áreas nos Estados de MT, MG, SP e no PR, com provável repercussão nos seus preços futuros. Ao lado do crescimento da área plantada de cana no Estado de São Paulo, da ordem de 15,9 %, houve na safra 2006/2007 um recuo da área plantada de soja, de aproximadamente 30%, reduzindo a produção no Estado de 1,5 milhões de toneladas para 1,2 milhões de toneladas. A soja é cultivada também nas áreas de reformas de canaviais, mas

a cultura canvieira tem remunerado tão bem o produto (cana) que o agricultor vem adiando a reforma ou fazendo-a com a própria cana.

O IEA apontou crescimento de cana em todas as regiões, com destaque para as áreas que tradicionalmente não são canvieiras. Para a safra 2007/2008, a cultura da cana deve apresentar um aumento da área plantada de 1,5%, devendo atingir 337,1 milhões de toneladas. Segundo a ABECITRUS (2007), nos últimos cinco anos a área tradicional da citricultura vem sendo substituída pela cana de açúcar. No Triângulo Mineiro, a avaliação de técnicos e produtores é de que o desenvolvimento do setor de biocombustíveis é o maior responsável pela movimentação de todo o mercado agrícola. Mas, não há certeza que, em algumas áreas, a cana não possa se expandir em detrimento a algumas culturas alimentares. Daí, a ferrenha oposição setores da sociedade em relação a essa expansão.

No segmento de açúcar, o excedente mundial deste produto pode se transformar em um *déficit* em 2008/2009 pela primeira vez em dois anos, e antes do esperado. O *déficit* deverá ser causado por uma combinação de fatores, principalmente pela expectativa de uma colheita menor de cana-de-açúcar na Índia em 2007/2008. A crescente demanda por etanol no Brasil, desencadeada pelos preços mais altos do petróleo e aumento das vendas dos veículos bicompostíveis, também tem limitado a quantidade de cana utilizada na produção de açúcar. Atrasos no pagamento a produtores da Índia, assim como a maior competição de preços, devem resultar em uma queda significativa na área e na produção em 2008/2009. Esses fatores elencados poderão elevar os preços do açúcar demerara negociado em Nova York para 15 cents por libra-peso em 2009/2010, e para um nível ainda mais elevado no ano comercial seguinte, já que o *déficit* pode aumentar (COGO, 2008).

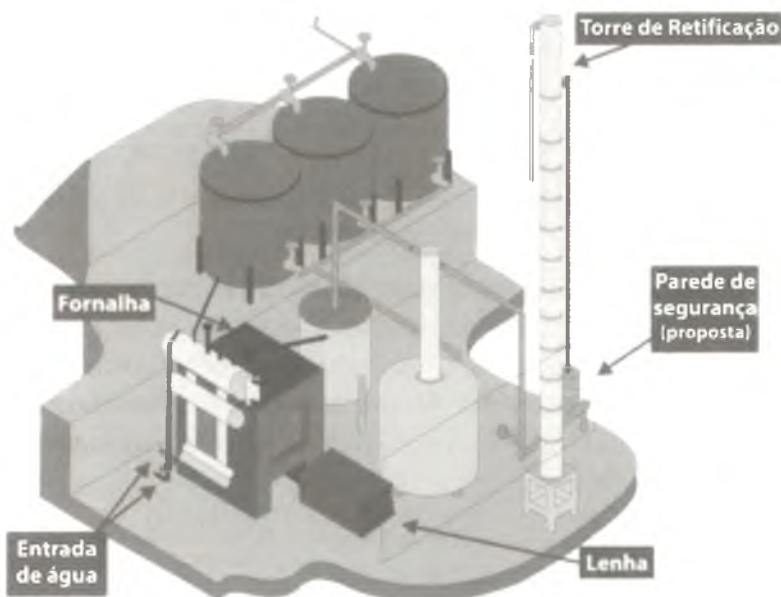
No contexto mundial, o enorme volume de milho requerido pelo setor de etanol está causando ondas de choque em todo o sistema de alimentação nos EUA, pois este país é responsável por aproximadamente 40% da produção mundial desta cultura, e por mais da metade das exportações totais.

5. Um outro modelo de produção de etanol

Quando a crise energética aumenta sistemas alternativos aos grandes conglomerados ressurgem, mas como não têm apoio governamental, assim que

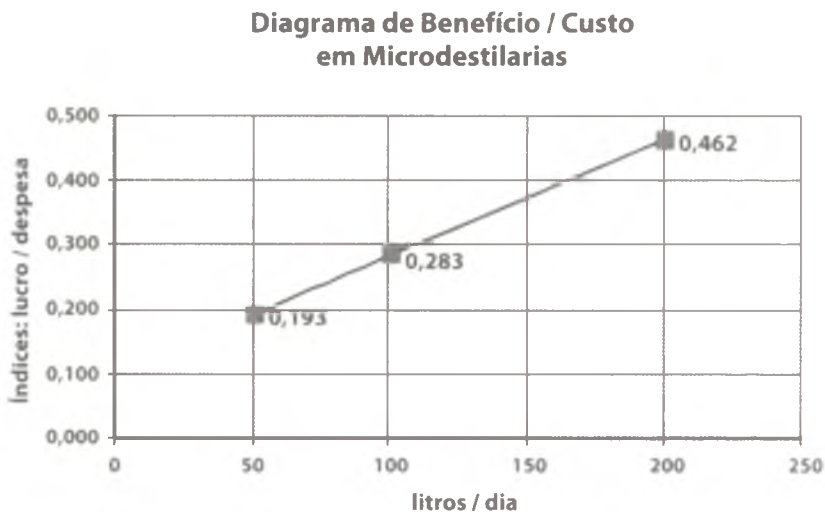
a crise diminui, elas tendem a se esvaziar. Algumas experiências na época do início do Próalcool estão sendo retomadas, tanto em propriedades particulares como em associações de produtores. Conforme afirma ORTEGA (2008) as microdestilarias, quando integradas a sistemas agrosilvopastoris (SASP), apresentam boa rentabilidade e bons indicadores ecológicos e sociais, porém necessitam de apoio governamental para que esse expandam rapidamente. Algumas experiências desenvolvidas por empresas e Instituições de pesquisa como a EMBRAPA Milho e Sorgo, estão sendo retomadas, tanto em propriedades particulares como em associações de produtores. Estas microdestilarias não têm como propósito principal a produção de etanol para o mercado externo, mas sim, criar redes de agricultores familiares, que se unem para viabilizar a instalação de pequenas destilarias que supram suas necessidades energéticas e para atender a comunidade próxima. Um modelo simplificado para adoção em comunidades rurais e associações de produtores de micro destilaria é apresentado na Figura 6.

Figura 6 - Planta de Microdestilaria



Segundo STORFER (2007) estes modelos apresenta uma relação de custo benefício bastante interessante quando integrada a sistemas de confinamento de gado, conforme demonstrado na Figura 7.

Figura 7- Diagrama de custo benefício em uma microdestilaria (Storfer 2007)

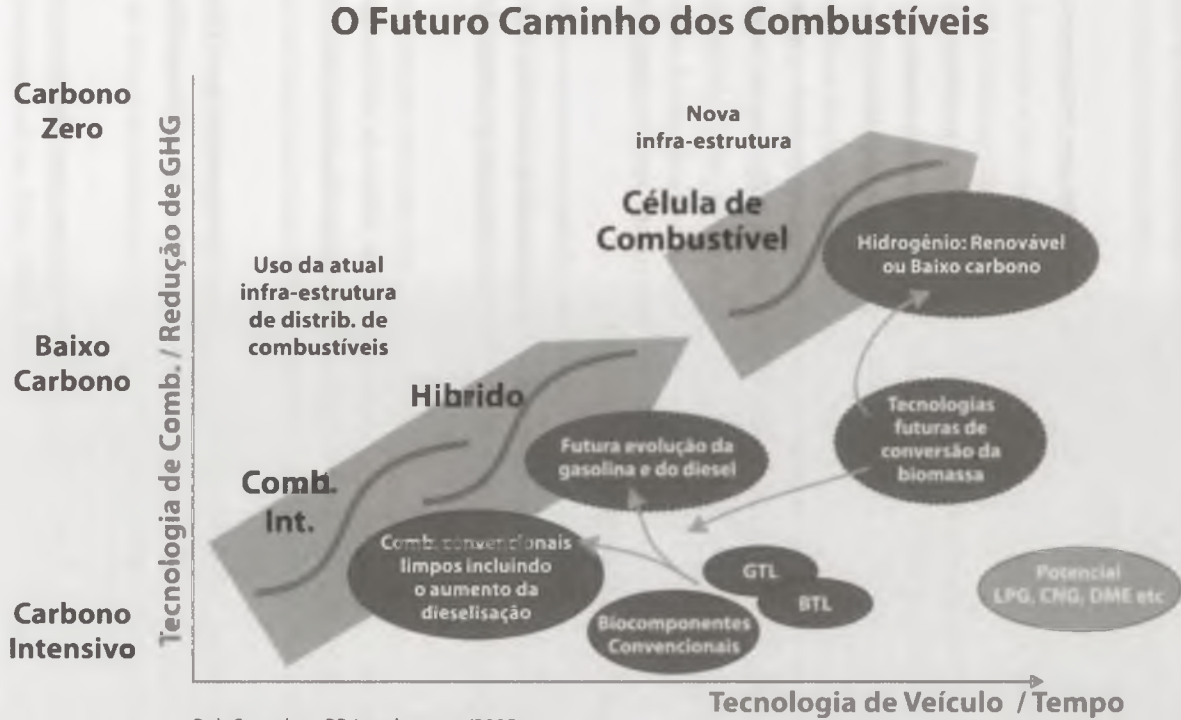


6. Cenário de futuro para os combustíveis renováveis

Estamos em uma fase de transição que pode durar 30, 40 ou 50 anos, e é difícil fazer uma previsão com uma margem boa de acerto de como as coisas vão evoluir. A Figura (8) ilustra bem este caminho.

No Brasil, a célula a combustível pode ser útil não só no segmento de transportes, mas também para levar energia elétrica a lugares em que não há rede. Os impactos negativos desta fase de expansão dos agrocombustíveis devem ser muito bem avaliados, e precedidos de um planejamento minucioso e bem elaborado para que não nos sobrem no final apenas os passivos socioambientais.

Figura 08 - Adaptado por Canaplan 2006.



Bob Saunders, BP, London, nov/2005.

Referências bibliográficas

- ABECITRUS. Associação Brasileira de Exportadores de Cítricos. Disponível em < <http://www.abecitrus.com.br> Acessado em: 15/05/2008.
- AGROSOFT. Expansão da cana divide opiniões. Disponível em <http://www.agrosoft.org.br?q=nodel/26289> Acessado em 20/04/2008.
- ALVES, F. J. C. *Modernização da agricultura e sindicalismo: lutas dos trabalhadores assalariados rurais da região canavieira de Ribeirão Preto*. 1991. 347f. Tese (Doutorado em economia) - Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991.
- ALVES, F.J.C. et al. *Políticas territoriais e auto-sustentabilidade: avaliação e propostas para a Bacia Hidrográfica Mogi-Guaçu*. São Carlos: DEP/UFSCar, 2003. (Projeto Temático FAPESP – Relatório Final).
- ARBEX, M. A. et al . Queima de biomassa e efeitos sobre a saúde. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, São Paulo, n. 30, v. 2, p. 158-175, mar./abr. 2004.
- AVÓLIO, E.G. *Da (i)licitude das queimadas da palha da cana-de-açúcar*. 2002. 218f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.
- BALBO, L. Análise de viabilidade técnico-econômica do sistema de colheita mecanizada de cana. In: *Encontro Técnico: colheita mecanizada da cana-de-açúcar*, Abril, 1992, Ribeirão Preto, SP. *Anais...* Ribeirão Preto, SP, 1992. p. 185-204.
- BEN , Etanol eleva a participação da cana de açúcar na matriz energética em 2006. Resultados preliminares BEN. Disponível em http://www.epe.gov.br/PressReleases/20070329_1.pdf Acessado em 12/05/2008.
- BEN Balanço Energético Nacional: resultados preliminares, ano base 2006. Disponível em: http://www.lepten.ufsc.br/disciplinas/emc5486/textos/BEN_2007.pdf. Acessado em 14/05/2008.
- CARVALHO, E.P. Etanol - acelerando o futuro, *Informação Única*, São Paulo, n.64, nov./dez. 2004.

CETESB Emissão veicular – PROCONVE, disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/emissoes/proconve3.asp>. Acessado em 13/04/2008.

COGO, C. *Açúcar e Alcool: Pressão baixista persiste na cadeia*. Consultoria Agroeconômica. Acessado em: http://www.deere.com/pt_BR/ag/veja_mais/info_mercado/sugar_cane.html.

CUNHA, R.C.A; Costa, A.C.S.; MASET Filho, B.; CASARINI, D.C.P. Effects of irrigation with vinasse and the dynamics of its constituents in the soil: I - Physical and chemicals aspects. *Water Science and Technology*, Colchester, v.19, n.8, p. 155-156, 1987.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental. *Inventário de emissão de gases de efeito estufa por atividades agrícolas no Brasil: Relatório 02: Emissão de Gases de efeito estufa provenientes da queima da cana-de-açúcar*. Jaguariuna: CNPMA, 1997.

FIORIO, P.R.; DEMATEÉ, J. A. M ; SPAROVEK, G. Cronologia e impacto ambiental do uso da terra na microbacia hidrográfica do Ceveiro em Piracicaba, SP. *Pesq. Agropec. Bras.* Vol 35 n. 4 Brasília Apr. 2000.

GOMIDE, R.B. Biocombustíveis na Matriz Energética Brasileira. Disponível em <http://www.iar-pole.com/presentationbrasil/MME%20Biocombust%EDveis%20-%20Encontro%20Franco-Brasileiro%20-%2027-nov-2006%20Ricardo.pdf>. Acessado em 14/05/2007.

GELMINI, G. A. *Herbicidas: indicações básicas*. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 334 p.

GOLDIM, J.R. O princípio da precaução. *Bioética*, Núcleo Interdisciplinar de Bioética da UFRGS. Disponível em <http://www.bioetica.ufrgs.br/precau.htm>. Acessado em: 10/08/2004.

GONÇALVES, D.B. *A regulamentação das queimadas e as mudanças nos canaviais paulistas*. 2001. 113f.. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio-Ambiente) - Instituto de Economia, Universidade de Campinas, Campinas, 2001.

_____. *A regulamentação das queimadas e as mudanças nos canaviais paulistas*. São Carlos: Rima, 2002. 127p.

_____. Fogo no canavial: dilemas de uma nova legislação. *Jornal Cana*, Ribeirão Preto, SP, n.80, ago. 2000.

Certificação Socioambiental para a Agricultura: Desafios para o Setor Sucroalcooleiro.

- _____. *Mar de cana, deserto verde? Os dilemas do desenvolvimento sustentável na produção canavieira paulista*. 2005. 256f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.
- GONÇALVES, J.S. CASTANHO FILHO, E.P. Obrigatoriedade da Reserva Legal e impactos na agropecuária paulista. São Paulo, *Informações Econômicas*. v.36, n. 9, set. 2006. p. 71-84.
- GOULART, M. P. *A presença da cana sob abordagens diversas: promotória pública*. [30 jun. 2004]. Araraquara, SP, 2004. Palestra proferida no seminário O Futuro dos Assentamentos e a Presença da Cana´ realizado no Centro Universitário de Araraquara.
- GOULART, M. P. *Ministério público e democracia: teoria e práxis*. Leme: Editora de Direito, 1998.
- INPE/ CANASAT Área de Cana Safra e Reforma na Região Centro-Sul - Safra 2007/2008 disponível em <http://www.dsr.inpe.br/mapdsr/tabelas.htm>. Acessado em 14/04/2008.
- LIMA, M.A. et al. *Emissão de gases de efeito estufa provenientes da queima de resíduos agrícolas no Brasil*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999. 60 p.
- LYRA, M.R.C.C.; ANDRADE, I.P.; TELES, M.C.A.; ROLIM, M.M. Efeito da aplicação de vinhaça em colunas de solo. In: *Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola*, 30, 2001, Foz do Iguaçu. *Anais...* Foz do Iguaçu: SBEA, 2001. CD-Rom.
- LYRA, Marília R.C.C.; ROLIM, Mário M.; SILVA, José A. A da. Toposequence of soils fertigated with stillage: contribution towards the quality of ground water table. *Rev. bras. eng. agric. ambient.*, Campina Grande, v. 7, n. 3, 2003.
- MATTOS, K.M.C.; MATTOS, A. *Valoração econômica do meio-ambiente: uma abordagem teórica*. MAPA. Evolução da produtividade cana de açúcar no Brasil., Setor sucroalcooleiro, 23/01/2007. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/PAGE/MAPA/ESTATISTICAS/PRODUCAO/AREA_PLANTADA.PDF. Acessado em 18/05/2008.
- MAPA. Evolução da produtividade cana de açúcar no Brasil., Setor sucroalcooleiro, 23/01/2007. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/PAGE/MAPA/ESTATISTICAS/PRODUCAO/AREA_PLANTADA.PDF. Acessado em 18/05/2008.

- MATUO, T. *Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas*. Jaboticabal: FUNEP, 1990. 136 p.
- MELO, A.S.S.A, SILVA, M.P. Estimando o valor da "externalidade positiva" do uso da vinhaça na produção de cana de açúcar: um estudo de caso. In: *Anais do IV Encontro ECO-ECO - Gestão Ambiental: Estados, Empresas e ONGs*. Belem-PA, 2001. Disponível em <http://www.ecoeco.org.br/artigos/index2.php?titulo=IV-Encontro-Belem-2001&n=5>. Acessado em 17/05/2007.
- MINC, C. Ecologia do mundo do trabalho. In: TRIGUEIRO, A. (Org). *Meio ambiente no século 21: 21 especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas de conhecimento*. Rio de Janeiro: Sextante, 2003. p. 231-244.
- NASCIMENTO, R. Cana ultrapassa usinas hidrelétricas. <http://invertia.terra.com.br/carbono/interna/0,OI2884014-EI8938,00.html>. Acessado em 25/05/2008.
- ORTEGA, E. A energia e as três dimensões da Sustentabilidade. Disponível em: <http://www.unicamp.br/fea/ortega/MarcelloMello/AEnergiaEAsTresDimensoesDASustentabilidade.pdf>. Acessado em 10/04/2008.
- PAGANINI, W.S. *Disposição de esgoto no solo (Escoamento à superfície)*. São Paulo: AESABESP, 1997. 232 p.
- PAIXÃO, M. O Proálcool Enquanto uma Política Energética Alternativa: uma resenha crítica. In: *Projeto Brasil Sustentável e Democrático – Textos*. URL: <http://www.brasilsustentavel.fase.org.br/textos/texto7.rtf>. 1995. Acessado em jan/2004.
- PEREIRA, C. L.; F. Avaliação da Sustentabilidade Ampliada de produtos agroindustriais: Estudo de caso, suco de laranja e etanol. Tese de doutorado- Unicamp Engenharia de alimentos, 2008.
- RIPOLLI, T.C.; MIALHE, L.G.; BRITO, J.O. Queima de canavial: o desperdício não mais admissível. *Revista Álcool e Açúcar*, Piracicaba, v. 10, n. 54, p. 18-23, jul./ago. 1990.
- SÃO PAULO (Estado). Lei nº 11.241, de 19 de setembro de 2002. Dispõe sobre eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar. *Diário Oficial*. São Paulo, p.2, 20 set. 2002.
- SILVA, M. A. S, GRIEBELER, N.P., BORGES, L.C. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, n.1, p.108-114, 2007.

Certificação Socioambiental para a Agricultura: Desafios para o Setor Sucrialcooleiro.

SOUZA, I.C. Viabilidade econômica da colheita mecânica de cana-de-açúcar. *Agrianual*, São Paulo, p. 253-257, 2000.

SZMRECSÁNYI, T. Tecnologia e degradação ambiental: o caso da agroindústria canavieira no Estado de São Paulo. *Informações Econômicas*, São Paulo, v. 24, n. 10, p. 73-78, out. 1994.

VEIGA FILHO, A. A. . Evolução da mecanização do corte da cana-de-açúcar em São Paulo: 1988/89 a 1999/00. In: Congresso Nacional da Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil, 8., 2002, Recife. *Anais...* Recife: STAB, 2002. p. 515-521.

YATES, W. E.; AKESSON, N. B., BAYER, D. E. Drift of glyphosate sprays applied with aerial and ground equipment. *Weed Science*, Champaign, v. 26, n. 6, p. 597-604, 1978.