

Projeto SENSOR
políticas públicas relacionadas à
expansão da cana-de-açúcar para a
produção de biocombustíveis

ISSN 1517-2627

Dezembro, 2010

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Solos
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 124

Projeto SENSOR: políticas públicas relacionadas à expansão da cana-de-açúcar para a produção de biocombustíveis

*Joyce Maria Guimarães Monteiro
Lilian Bechara Elabras-Veiga
Heitor Luiz da Costa Coutinho*

Rio de Janeiro, RJ
2010

Embrapa Solos

Rua Jardim Botânico, 1.024 - Jardim Botânico. Rio de Janeiro, RJ
Fone: (21) 2179-4500
Fax: (21) 2274-5291
Home page: www.cnps.embrapa.br
E-mail (sac): sac@cnps.embrapa.br

Comitê Local de Publicações

Presidente: Daniel Vidal Pérez

Secretário-Executivo: Jacqueline Silva Rezende Mattos

Membros: Ademar Barros da Silva, Cláudia Regina Delaia, Maurício Rizzato Coelho, Elaine Cristina Cardoso Fidalgo, Joyce Maria Guimarães Monteiro, Ana Paula Dias Turetta, Fabiano de Carvalho Balieiro, Quitéria Sônia Cordeiro dos Santos.

Supervisor editorial: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

Normalização bibliográfica: *Ricardo Arcanjo de Lima*

Revisão de texto: *André Luiz da Silva Lopes*

Editoração eletrônica: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

Foto da capa: *Heitor Luiz da Costa Coutinho*

1ª edição

1ª impressão (2010): online

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

M757p Monteiro, Joyce Maria Guimarães.

Projeto SENSOR: políticas públicas relacionadas à expansão da cana-de-açúcar para a produção de biocombustíveis / Joyce Maria Guimarães Monteiro, Lilian Bechara Elabras-Veiga e Heitor Luiz da Costa Coutinho.

— Dados eletrônicos. — Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2010.

28 p. - (Documentos / Embrapa Solos, ISSN 1517-2627 ; 124).

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: < <http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/publicacao.html> >.

Título da página da Web (acesso em 21 dez. 2010).

1. Mudança de uso do solo. 2. Cana-de-açúcar. 3. Políticas públicas.

I. Veiga-Elabras, Lilian Bechara. II. Coutinho, Heitor Luiz da Costa. III.

Título. IV. Série.

CDD (21.ed.) 354.48

© Embrapa 2010

Autores

Joyce Maria Guimarães Monteiro

Pesquisadora da Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico, 1024. Rio de Janeiro, RJ.

E-mail: joyce@cnps.embrapa.br

Lilian Bechara Elabras-Veiga

Professora da Universidade Federal do Rio de Janeiro. E-mail: lveiga@ppe.ufrj.br

Heitor Luiz da Costa Coutinho

Pesquisador da Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico, 1024. Rio de Janeiro, RJ.

E-mail: heitor@cnps.embrapa.br

Sumário

Introdução	7
Material e método	7
Breve histórico do etanol no Brasil	8
Principais impactos ambientais da produção de cana-de-açúcar	11
Instrumentos políticos relacionados à expansão da cana-de-açúcar no Brasil	16
• Plano Agrícola e Pecuário 2007/2008	18
• Política de Agroenergia - 2006/2011	18
• Plano Nacional de Agroenergia (2006-2011)	19
• Código Florestal - Lei nº 4.771/ 1965	19
• Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) - Lei nº 6.938/1981 ...	20
• Política Agrícola Lei nº 8.171/1991	20
• Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH)- Lei n. 9.433/1997 ..	20
• Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) - Lei nº 9.985/2000	21
• Zoneamento Ecológico Econômico - Decreto nº 4.297/2002	21
• Zoneamento Agroecológico da Cana-de-açúcar	22
Resultados e discussão	24
Conclusão	26
Referências	26

Introdução

O projeto SENSOR é um consórcio, firmado em 2004, entre 38 instituições de pesquisa em 15 países, para “desenvolver uma ferramenta para a avaliação dos impactos econômicos sociais e ambientais futuros (*Sustainability Impact Assessment Tools, SIAT*) em diferentes cenários resultantes da implementação de políticas públicas de mudança de uso do solo, de forma a garantir a sustentabilidade” (SENSOR, 2004). Em 2006, o projeto SENSOR foi expandido para quatro países fora da União Europeia: Brasil, Argentina, China e Uruguai (SENSOR-TTC). Com base no SENSOR-EU, o SENSOR-TTC deve adaptar as ferramentas e o conhecimento adquirido do projeto desenvolvido pelo SENSOR-EU às condições específicas e às políticas públicas de mudança de uso do solo em cada um destes países. Para tanto, dois estudos de caso foram selecionados pela equipe do SENSOR - TTC: a expansão da cana-de-açúcar para a produção de biocombustíveis no Brasil (bacia do rio da Prata) e a expansão da silvicultura (reflorestamento para produção de madeira) no Estado de Santa Catarina (sul do Brasil) na Argentina e Uruguai. A Embrapa Solos foi responsável pelo desenvolvimento do estudo de caso da expansão da cana de açúcar.

Uma parte do projeto de pesquisa da equipe SENSOR da Embrapa Solos foi, portanto, analisar e discutir as políticas públicas e sua interferência na expansão da cana-de-açúcar. Também foram investigados os impactos ambientais, sociais e econômicos da expansão canavieira no Brasil. Esse trabalho apresenta, especificamente, os resultados da avaliação das políticas públicas implementadas no país e os impactos relacionados à expansão da cana-de-açúcar para a produção de biocombustíveis (etanol).

Material e Método

Essa parte da pesquisa do projeto SENSOR seguiu a metodologia proposta no livro publicado pelo projeto Sensor, intitulado “Sustainability Impact Assessment of Land Use Changes” (HELMING et al., 2008). Este livro aborda questões referentes aos cenários de expansão de biocombustíveis, considerando as forças motrizes de impulsionam o crescimento da demanda mundial de biocombustíveis e os impactos das políticas ou intervenções públicas, bem como o

monitoramento dos resultados da implantação das políticas, considerando os aspectos ambiental, econômico e social da sustentabilidade.

Nessa pesquisa foram levantadas as políticas públicas que potencialmente interferem na tomada de decisão sobre a expansão do cultivo da cana-de-açúcar no Brasil. Foram realizadas buscas em bancos de dados do governo federal, como o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), Ministério das Minas e Energia (MME), Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), Ministério do Meio Ambiente (MMA) e em instituições voltadas ao financiamento dos planos e programas governamentais, como o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDES). Foram também consultados relatórios desenvolvidos pela Universidade de São Paulo (USP) e pelo Banco de Cooperação Internacional do Japão (JBIC).

Breve histórico do etanol no Brasil

O setor sucroalcooleiro vivencia uma fase de investimentos no Brasil, estimulada pela demanda promissora por biocombustíveis em todo o mundo. A cana-de-açúcar é a matéria-prima responsável tanto pela produção do açúcar quanto do etanol. O lançamento do Programa Nacional do Álcool - PRO-ÁLCOOL em 1975 (Decreto 75.593/75) incentivou a produção do álcool combustível automotivo para mistura de até 20% à gasolina pura em todo território nacional. Na época, o preço do barril do petróleo havia atingido valores recordes (crise do petróleo de 1973) e o preço do açúcar no mercado internacional apresentava-se em franca queda. Dessa forma, parecia estratégica a mudança de produção de açúcar para álcool derivado da cana-de-açúcar.

No entanto, a crise de abastecimento de álcool no fim dos anos 1980 afetou a credibilidade do Proálcool que aliado à redução de estímulos ao seu uso (corte de subsídios) e a queda do preço do petróleo provocou um significativo decréscimo da demanda e da competitividade do álcool em relação à gasolina. A partir de 1990, com o início da desregulamentação do setor sucroalcooleiro, o setor começou a se organizar a fim de operar de forma mais eficiente, reduzindo seus custos e aumentando a produtividade. Os preços da cana-de-açúcar, açúcar e álcool passaram a ser regidos pelo

mercado da livre concorrência e os produtores do setor buscaram melhorias contínuas no processo de produção a fim de se tornarem competitivos (MORAES, 1999).

Atualmente, o Brasil produz um terço do etanol mundial, com o menor custo de produção, maior eficiência na redução das emissões de gases poluentes e elevado potencial para expansão da produção, tendo produzido cerca de 18 bilhões de litros de álcool na safra de 2006/7 (UNICA, 2010). Dentre todas as matérias-primas utilizadas para a produção do álcool, a cana é a que possui o maior rendimento e o menor custo, conferindo o menor custo de produção ao país (Tabela 1).

O mercado nacional de álcool automotivo é composto pela venda de álcool anidro e hidratado. O consumo de álcool anidro está relacionado ao consumo da gasolina, visto que é misturado na proporção de até 26% neste combustível. Já o álcool hidratado é consumido pelos carros puramente movidos a álcool ou pelos carros flex-fuel (bi-combustíveis) que rodam com álcool e/ou gasolina em qualquer proporção, de acordo com a escolha do consumidor. A frota brasileira de veículos flex-fuel conta com mais de 10 milhões de unidades em circulação, sendo que as vendas mensais destes veículos responderam por 92% do total comercializado em 2009 (UNICA, 2010). No período 2008-2017, a demanda de álcool carburante evoluirá a uma taxa anual de 11,3% (EPE, 2008).

Tabela 1 – Custo de Produção etanol (US\$/barril).

País	Matéria prima	Custo de Produção (US\$/barril)
Brasil	Cana-de-açúcar	32
Tailândia	Cana-de-açúcar	46
Austrália	Cana-de-açúcar	51
EUA	Milho	75
União Européia	Cereal	154

Fonte: Datagro, 2007¹.

¹ Datagro (2007) Disponível em www.datagro.com/preço. Acesso em 12/12/2007.

No mercado internacional, as exportações brasileiras de etanol têm grande importância. O país apresenta décadas de experiência na produção e utilização do álcool combustível e embora o grande foco da produção brasileira seja o mercado doméstico, as exportações brasileiras registram franco crescimento. As exportações eram 2,5 bilhões de litros, alcançando cerca de 4,9 bilhões de litros em 2009, um crescimento de 96% em relação ao ano anterior (CONAB, 2010). De acordo com a mesma fonte, os maiores importadores do álcool brasileiro são a Índia, Rússia, Japão e Estados Unidos.

No Brasil, a produção de cana-de-açúcar ocorre primordialmente nas regiões Centro-Sul² e Nordeste³, sendo muito concentrada na região Centro-Sul (90%), enquanto a região Nordeste responde tipicamente por aproximadamente 10% da produção (UNICA 2010). Na safra 09/10, a produção total brasileira registrada até abril de 2010 foi de 464 milhões de toneladas de cana (CONAB, 2010). Entre as safras 2008/2009 e 2009/2010 houve um aumento de cerca de 10% na área cultivada com cana-de-açúcar na região Centro-Sul, somente o estado de São Paulo foi responsável por 56% da área cultivada, ocupando cerca de 4 milhões de hectares em 2009 (CONAB, 2010). Cerca de 55% da cana colhida é destinada à produção de açúcar e 45% a produção de álcool (CONAB, 2010). O rendimento médio da cultura da cana no Brasil tem também registrado aumentos sucessivos, alcançando 82 t/ha em 2010, sendo as maiores produtividades registradas na região Centro-Sul, com destaque para os estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul que registram uma média de 87 t/ha na safra de 2010 (CONAB, 2010).

A lavoura de cana-de-açúcar continua em expansão no Brasil, sendo que os maiores índices de aumento de área são encontrados em São Paulo, Mato Grosso do Sul, Goiás e Minas Gerais, que registram aumento da área cultivada e produtividade, principalmente devido às boas condições

² De acordo com IBGE (2008), a região Centro-Sul abrange os estados das regiões Sul e Sudeste a saber: Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e o Distrito Federal. Compreende aproximadamente 2,2 milhões de km² (cerca de 25% do território brasileiro).

³ A região Nordeste é formada pelos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe.

edafoclimáticas e topográficas para o cultivo da cana-de-açúcar. Nota-se uma tendência da expansão da produção de cana em áreas antes ocupadas com a pecuária, atividade relativamente menos rentável frente ao valor da terra (IBGE, 2010). No Centro-Sul, muitos estados vêm expandindo as áreas de produção de cana, principalmente devido à disponibilidade de terras férteis, condições topográficas adequadas para o plantio e logística para produção escoamento da produção.

É importante ressaltar que, para se evitar perdas econômicas com o cultivo da cana-de-açúcar, é necessário que as zonas de produção se encontrem perto das usinas. As perdas de sacarose após o a colheita exige o processamento mais rápido possível da cana-de-açúcar. Por isso, é necessário que os campos de cultivo estejam próximos às usinas. Adicionalmente, as usinas necessitam obter cana suficiente para sua capacidade de processamento, assim a maioria produz por conta própria, para não depender totalmente de matéria prima externa e diminuir os riscos, com isso ocorre também uma economia nos custos da matéria prima e há a possibilidade de utilização do uso de vinhoto (resíduo que resulta da fermentação do etanol) para irrigação adubada, que reduz os custos com fertilizante e possibilita produtividades mais elevadas.

Stupiello (2005) comenta que a expansão da área de plantio da cana vem ocorrendo devido ao aumento da capacidade das unidades produtivas e a instalação de novas unidades. De acordo com dados da UNICA (2010), na região Centro-Sul existem 228 usinas, das quais 56 produzem apenas álcool e 166 produzem álcool e açúcar. No ano de 2010, um dez novas usinas entraram em funcionamento nessa região, sendo três em Minas Gerais, duas em São Paulo, duas em Goiás e uma nos Estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Rio de Janeiro (CONAB, 2010).

Principais impactos ambientais da produção de cana-de-açúcar

O impacto ambiental pode ser entendido pela soma dos impactos ecológicos e dos impactos socioeconômicos do cultivo da cana-de-açúcar. Os impactos ambientais do cultivo da cana ocorrem nos meios biótico, físico e antrópico.

Entre os impactos ambientais mais relevantes do cultivo da cana-de-açúcar no meio biótico, destacam-se a alteração da cobertura vegetal, a alteração da dinâmica da paisagem, alteração da fauna e a perda de diversidade biológica pela implantação de monocultura de forma concentrada. Cabe salientar que as zonas de cultivo de cana-de-açúcar são geralmente concentradas em uma determinada área e, em alguns casos, ocupam 90% da área total de um município, em propriedades de no mínimo 500 ha (ESTUDOS ..., 2006).

Quanto ao meio físico, destacam-se o desencadeamento ou agravamento de processos erosivos e as consequentes perdas de solo e água, a redução da qualidade e quantidade da água, o assoreamento dos corpos d'água superficiais, os riscos de contaminação do uso de fertilizantes e defensivos agrícolas e, ainda, a poluição atmosférica, da queima da cana para a colheita e do aumento de circulação de veículos automotores. A cana-de-açúcar necessita de grande volume de água, portanto, para cultivá-la em zonas com pouca chuva é preciso utilizar instalações de irrigação. Porém, mesmo em zonas com chuvas abundantes, a maioria das fazendas das usinas possui instalações de irrigação, para aproveitar o vinhoto (resíduo que resulta da fermentação do etanol) visando o aumento da produtividade e a consequente redução dos custos com a fertilização. Entretanto, o uso excessivo do vinhoto aumenta concentração de sais de potássio no solo, contribuindo para a salinização dos solos (MOTA et al., 1999).

Quanto ao meio antrópico, ressaltam-se os impactos da sazonalidade da mão-de-obra, da mudança de uso e ocupação do solo (substituição de culturas) e do aumento da pressão sobre a infraestrutura urbana dos municípios. Particularmente, a questão da queima da palha da cana utilizada na colheita manual acarreta impactos negativos nos meios físico, biótico e antrópico. A queimada é realizada regularmente para facilitar o trabalho de colheita manual da cana-de-açúcar. Ela é praticada em 80% nas áreas de canaviais. As queimadas facilitam os trabalhos nos canaviais durante a colheita, já que as plantas ficam com uma folhagem abundante e a distância entre os corredores é pequena. Entretanto, a mecanização da colheita vem sendo gradativamente implementada em vários estados brasileiros. Os estados de São Paulo, Goiás e Mato Grosso do Sul já possuem legislação que definem prazos para elimina-

ção progressiva das queimadas da palha (Lei 11.241/02, Lei nº 15.834/06 e Lei 3.357/07). Do ponto de vista físico, as emissões atmosféricas associadas a queima da palha são principalmente referentes aos altos níveis de material particulado (MP), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NOx), óxidos de enxofre (SOx) e metano CH₄. Em termos de impactos globais, com a queima ocorre a emissão de gases de efeito estufa como o CO₂ (somente caso haja mudança na tipologia vegetal, pois do contrário às emissões são compensadas pelo próximo cultivo e as emissões desse gás são consideradas nulas), mas também de CH₄, de CO e de N₂O e NOx. A oxidação do SO₂ na atmosfera forma ácido sulfúrico que se deposita por intermédio da “chuva ácida”. A poluição por SO₂ é mais danosa quando as concentrações de material particulado e outros poluentes são mais altos.

Do ponto de vista local, os principais poluentes que impactam a saúde da população são os materiais particulados (aerossóis, fuligens, fumaça), o dióxido de enxofre (SO₂), o dióxido de nitrogênio (NO₂), o monóxido de carbono (CO) e o ozônio (O₃) (DUBEUX, 2007). O SO₂ irrita os olhos e as vias respiratórias e o CO reage com a hemoglobina reduzindo a capacidade do sangue em transportar o oxigênio às células, aumentando o risco de ataques cardíacos, doenças coronarianas e doenças do sistema circulatório (VIEIRA, 2006). Também a fuligem da queima espalha-se pelas cidades causando incômodo às populações pela sujeira que deixa nas residências próximas ao canal. Além disso, as partículas respiráveis da fuligem contribuem para aumentar a incidência de doenças respiratórias que atingem, principalmente, as crianças e os idosos durante o período da safra (FRANCO, 1992).

A fauna que habita os canais também é prejudicada pelas queimadas. Depois que o fogo se apaga, à medida que as máquinas cortam e retiram a cana, é possível observar as aves de rapina na caçada aos pequenos roedores, cobras e outros animais peçonhentos que a queimada dizimou.

Também sobre os solos, a queimada da cana resulta no aumento das perdas por erosão, principalmente em terrenos íngremes, a volatilização de substâncias necessárias à nutrição das plantas e a destruição de grande parte da matéria orgânica do solo, eliminando microorganismos úteis do solo e diminu-

indo progressivamente a fertilidade do solo e a produtividade das lavouras. Além disso, as queimadas impedem a circulação dos microelementos e as atividades dos microorganismos existentes no solo, aumentando a necessidade de aplicação de adubos químicos e defensivos agrícolas, trazendo efeitos negativos aos nutrientes do solo.

No que refere aos impactos socioeconômicos, a introdução de maquinários para a colheita mecanizada da cana demanda elevados investimentos, impossibilitando a aquisição destes, principalmente, pelos pequenos e médios produtores. Rosillo-Calle e Cortez (1998) destacam que o custo da colheita manual por tonelada é dobro do custo da colheita mecanizada. Assim, embora a utilização das colhedeiras se reverta em aumento da produtividade e qualidade da matéria-prima, bem como em diminuição dos custos da produção agrícola, que representam entre 50% e 60% em relação ao custo total do etanol, a possibilidade de acesso a esses maquinários tende a agravar mais a concentração da produção de cana entre os grandes proprietários rurais (SCOPINHO, 1995). Ao lado disso, com a crescente introdução de colhedeiras mecânicas, os trabalhadores assalariados rurais ressentem-se da diminuição dos postos de trabalho (VEIGA FILHO et al., 1994).

A colheita da cana queimada é uma atividade insalubre, que resulta em periculosidade e riscos a saúde do trabalhador rural. Os cortadores de cana submetem-se a baixos salários, trabalhos temporários (sazonais) e condições de alimentação e habitação precárias, levando a baixa qualidade das relações e condições de trabalho (SCOPINHO, 1995). As condições ambientais das frentes de trabalho são insalubres, pois à medida que as máquinas se movimentam dentro do talhão, levanta-se uma nuvem de poeira que mistura a terra e a fuligem da palha de cana queimada. Além disso, a queima ocorre algumas horas antes do corte e, em seguida os trabalhadores entram no talhão de cana quando a temperatura ainda está elevada (SCOPINHO, 1996).

A cultura da cana-de-açúcar foi a que mais ampliou o consumo de fertilizantes em 2002, respondendo por cerca de 15% das vendas de fertilizantes (VITTI; MAZZA, 2002). O uso de fertilizantes esta associado ao risco à qualidade da água dos rios, lagos e aquíferos subterrâneos. Do total dos

fertilizantes nitrogenados aplicados nas culturas agrícolas, parte é incorporado nas plantas e no solo, parte volatiliza na forma de NO_x e NH₃ e parte é lixiviado, escoando para os rios. Os principais impactos são: eutrofização dos rios e lagos, acidificação dos solos (amônia para nitrato) e contaminação de aquíferos e reservatórios de água.

Da mesma forma, os defensivos agrícolas aplicados abusivamente contaminam o solo e o sistema hídrico, podendo gerar danos à saúde e provocar alterações significativas nos ecossistemas. Os defensivos agrícolas podem ser persistentes, móveis e tóxicos no solo, na água e no ar e tendem a se acumular no solo e na biota e seus resíduos podem chegar aos sistemas superficiais por escoamento superficial (runoff) e aos sistemas subterrâneos por lixiviação (LANDON et al., 1990). Waswa et al. (2002) afirmam que existe uma forte relação entre o aumento de produtividade, o aumento do uso de defensivos agrícolas, a degradação ambiental e os danos à saúde humana. Deve-se ressaltar novamente que as áreas cultivadas de cana-de-açúcar são, em geral, bastante extensas, assim a aplicação de defensivos traz riscos de que sua utilização prolongada polua o lençol subaquático.

Outro importante impacto relacionado às atividades agropecuárias, em geral, e à expansão da cana, em particular, é a pressão pela abertura de novas áreas e, conseqüentemente, o aumento das taxas de desmatamento. Tal fato torna-se mais preocupante quando se pensa no impacto gerado pelo desmatamento que ocorre em Áreas de Preservação Permanente (APP), como as nascentes e as áreas marginais de drenagem. Esses fatores contribuem para a diminuição da produtividade agrícola e das pastagens, o que, por outro lado, demandam cada vez maior tecnificação da agricultura para a manutenção e/ou aumento da produtividade, e, por sua vez, aumentam a pressão pela abertura de novas áreas sobre os remanescentes nativos. Nesse contexto, deve-se salientar os riscos de perdas de áreas de alto valor para biodiversidade, de áreas de corredores ecológicos e de áreas de conexão entre as áreas de Reserva Legal com as da APP em nível de propriedades rurais.

Em termos ambientais, instrumentos políticos que incentivem a adoção de práticas agrícolas sustentáveis como o manejo do solo, o cultivo mínimo, a

adubação orgânica, a redução das queimadas, entre outras, são fundamentais para sustentabilidade dessas atividades, na medida em que haveria o aumento da produtividade agrícola e ao mesmo tempo se reduziriam os impactos ambientais da expansão agrícola. Ressalta-se o diferencial em termos de redução de emissões de GEE para atmosfera (mitigação) dessas práticas agrícolas, que, em última análise, permitiriam a produção de etanol com balanço energético ainda mais favorável, que pode vir a ser valorizado, por exemplo, no mercado de carbono.

Instrumentos políticos relacionados à expansão da cana-de-açúcar no Brasil

Nos últimos anos, os incentivos governamentais, o investimento estrangeiro, as forças de mercado (demanda x do lado da oferta) e as questões ambientais estão direcionando a expansão de cana-de-açúcar e produção de etanol no Brasil conforme apresentado, resumidamente, a seguir:

⇒ Planos, Programas e Políticas Públicas: o governo brasileiro, prevendo um grande aumento na demanda por energia renovável tanto no mercado nacional quanto no internacional, vem promovendo, por meio de planos, programas e políticas, o desenvolvimento das cadeias produtivas de biocombustíveis com o propósito de aumentar as áreas de produção e incentivar o uso dos biocombustíveis⁴. Dentre as políticas públicas cabe destacar: Plano Agrícola e Pecuário e a Política de Agroenergia (Plano Nacional de Agroenergia).

⇒ Programa de Aceleração do Crescimento (PAC): o PAC prevê uma série de investimentos em infraestrutura e logística que podem vir a beneficiar o setor sucroalcooleiro, tais como investimentos em rodovias, hidrovias e ferrovias, importantes modais para o escoamento da produção agroindustrial das áreas interiores.

⇒ O influxo de capital estrangeiro no setor sucroalcooleiro tem ocorrido tanto através da aquisição de plantas industriais, como de áreas agrícolas para produção de cana-de-açúcar. A origem desse capital é basicamente asiática, europeia e norte-americana.

⇒ Aproximadamente 92% da produção de álcool têm como destino o mercado de combustível, sendo utilizado como aditivo na gasolina (álcool anidro) e na frota de veículos flex-fuel (álcool hidratado). O restante é utilizado na indústria química, farmacêutica, de bebidas, de cosméticos, ou embalado para uso doméstico.

⇒ O aumento do preço do petróleo, a partir de 2003, deu a sustentação necessária para a retomada do programa voltado ao uso do álcool hidratado como combustível.

⇒ A difusão dos veículos *flex* a partir de 2002. Com a proliferação desses veículos, o Brasil consolida seu mercado doméstico e passa a atrair a atenção de investidores estrangeiros.

⇒ As questões ambientais, principalmente as relacionadas às mudanças climáticas globais, apontam para a necessidade de diminuir o consumo de combustíveis fósseis, substituindo-os por fontes menos poluentes, de menor emissão de Gases de Efeito Estufa.

⇒ O mercado internacional de etanol tem um grande potencial de crescimento, diante de questões econômicas relacionadas à escassez de petróleo e da necessidade dos países manterem uma matriz energética baseada em recursos renováveis e menos poluentes que os fósseis em função das mudanças climáticas globais. Considerando que os custos de produção do álcool no Brasil são os menores do mundo, o produto brasileiro passa a ser fortemente competitivo.

⇒ O crescimento econômico e populacional global estimulam a demanda por energia. O aumento da demanda de energia renovável resulta em um aumento efetivo do uso de etanol.

⇒ O açúcar é uma importante “commodity”. Cerca de 75% de toda cana-de-

⁴ Em 1979, o Governo Federal deu início à política de promoção de veículos a álcool, ao mesmo tempo em que incentivou a produção de etanol (álcool hidratado), como combustível substituto da gasolina. A partir de 1987, com a queda dos preços do petróleo, a demanda de veículos a álcool diminuiu, mas a partir de 1999, com a obrigatoriedade do E22 (gasolina com 22% de etanol em volume), a demanda por etanol (álcool anidro) aumentou.

açúcar produzida no mundo é direcionada à produção de açúcar, sendo que a demanda mundial de açúcar tem crescido a uma taxa próxima a 1,2% ao ano (JBIC, 2006). O aumento na demanda por açúcar pode causar instabilidade no fornecimento do etanol, visto ser a cana o insumo necessário à fabricação destes dois produtos.

Com base nas premissas acima expostas, serão apresentadas as políticas públicas do Governo Brasileiro que podem influir na expansão da produção de cana-de-açúcar e de etanol no Brasil.

a) Plano Agrícola e Pecuário 2007/2008

O Plano Agrícola e Pecuário (2007/2008) tem por objetivo acompanhar a expansão da cana-de-açúcar e das oleaginosas que são utilizadas para a fabricação de biocombustíveis, por meio de zoneamentos específicos e do estabelecimento de critérios socioambientais.

No caso da expansão da cana-de-açúcar, o zoneamento econômico ecológico (ZEE) é uma ferramenta que contribui para organizar a ocupação e o uso do território, que auxilia no planejamento e orienta a expansão da cultura da cana-de-açúcar, utilizando instrumentos de política ambiental, de forma integrada com os programas e planos estratégicos de desenvolvimento socioeconômico do país, de forma a controlar o avanço da cultura em áreas diagnosticadas como prioritárias para a conservação.

b) Política de Agroenergia - 2006/2011

A Política de Agroenergia abrange quatro vertentes principais: (a) álcool; (b) biodiesel; (c) florestas energéticas cultivadas; e (d) resíduos agroflorestais. As decisões da política para o setor sucroalcooleiro estão subordinadas ao Conselho Interministerial do Açúcar e do Álcool – CIMA. A atuação do CIMA tem o amparo de alguns normativos, com destaque para os que tratam da obrigatoriedade da mistura do álcool anidro à gasolina e os que definem os instrumentos de política econômica por meio dos quais o Governo pode regular o mercado de álcool combustível. Dentre os normativos do CIMA, cabe destacar a Resolução CIMA nº 30/2003, que aprovou a fixação em vinte e cinco por cento (25%) do percentual obrigatório de adição do álcool

etílico anidro à gasolina. O álcool anidro é utilizado como combustível aditivo dos veículos movidos à gasolina. Sob a ótica do meio ambiente, a substituição de parte do combustível fóssil dos automóveis por um combustível não fóssil resulta na redução de CO₂, principal gás responsável pelo aquecimento global. Esta norma, assim como as normas que a antecederam (Lei n.3352/2000, Lei 3.824/2001) contribuem para promover o aumento da demanda de etanol no Brasil e o conseqüente aumento da produção de cana-de-açúcar.

c) Plano Nacional de Agroenergia (2006-2011)

O Plano Nacional de Agroenergia apresenta as ações estratégicas do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, visando “assegurar o aumento da participação de energias renováveis no Balanço Energético Nacional (BEN)”; e “induzir a criação do mercado internacional de biocombustíveis garantindo a liderança setorial do Brasil”. Para tanto, o Plano visa organizar e desenvolver propostas de pesquisa, desenvolvimento, inovação (PD&I) e transferência de tecnologia (TT) para garantir sustentabilidade e competitividade às cadeias de agroenergia. Dentro do Plano Nacional de Agroenergia, destaca-se a criação da Embrapa Agroenergia, como uma unidade descentralizada de pesquisa voltada para temas e assuntos da agroenergia que sejam o elo central do Sistema de Pesquisa em Agroenergia. O programa de PD&I se divide em quatro áreas baseadas nas principais cadeias produtivas agroenergéticas: o etanol e a co-geração de energia, provenientes da cana-de-açúcar, o biodiesel de fontes animais e vegetais, a biomassa florestal e os resíduos e dejetos agropecuários e da agroindústria.

d) Código Florestal - Lei nº4.771/ 1965

A Lei nº 4.771/1965 institui o Código Florestal e definiu as Áreas de Preservação Permanente (APP) e a Reserva Legal (RL). As APPs são áreas protegidas do ambiente natural, não sendo permitido à alteração de uso da terra, como topo de morro, áreas ao longo dos rios ou de qualquer curso d’água, entre outras de relevante interesse ambiental que devem estar cobertas com a vegetação original. A RL é a área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, excetuada a de preservação permanente, necessária ao uso sustentável dos recursos naturais e à conservação da biodiversidade. Ela varia de acordo com o bioma e o tamanho da propriedade, sendo de 80% da proprieda-

de rural localizada na Amazônia Legal; 35% da propriedade rural localizada no bioma cerrado dentro dos estados que compõem a Amazônia Legal e de 20% nas propriedades rurais localizadas nas demais regiões do país.

e) Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) - Lei nº 6.938 / 1981

A Lei nº 6.938/1981 estabeleceu a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), que constitui o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e institui o Cadastro de Defesa Ambiental. A Lei 6.938/81 definiu 13 instrumentos, dentre os quais cabe destacar o zoneamento ambiental e o licenciamento ambiental (artigo IX, parágrafos II e IV). O zoneamento agroecológico e o ecológico-econômico são os de maior relevância quanto ao impacto uso do solo e mudança do uso do solo no que se refere ao cultivo da cana-de-açúcar.

f) Política Agrícola Lei nº 8.171/1991

A Lei nº 8.171/1991 atribui ao poder público a responsabilidade de disciplinar e fiscalizar o uso racional do solo, da água, da fauna e da flora e realizar zoneamentos agroecológicos que permitam estabelecer critérios para o disciplinamento e o ordenamento da ocupação espacial pelas diversas atividades produtivas. A partir de 1989 é obrigatória a reposição da Reserva Florestal Legal pelos proprietários rurais, conforme previsto na Lei nº 4.771/1965, mediante ao plantio, em cada ano, de pelo menos um trinta avos da área total necessária para complementar a Reserva Florestal Legal.

g) Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) - Lei nº 9.433/1997

A Lei n. 9433/1997 instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). Esta mesma lei criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), dando ênfase à participação social na gestão de recursos hídricos. Dentre os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, cabe destacar o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água, a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos e a cobrança pelo uso de recursos hídricos.

A outorga tem por objetivo assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água. A outorga deve ser concedida pelo poder público federal ou estadual, respeitando a dominialidade do corpo hídrico. Com o intuito de preservar os usos múltiplos, a outorga deve ser estabelecida conforme as prioridades definidas nos Planos de Recursos Hídricos, de acordo com os respectivos enquadramentos. A cobrança pelo uso dos recursos hídricos reconhece a água como um bem econômico e aponta ao usuário uma indicação de seu real valor, consistindo na determinação que a água é um recurso natural finito. A gestão do recursos hídricos é uma questão fundamental quando se analisa o cultivo da cana-de-açúcar e a produção do etanol.

h) Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) - Lei nº 9.985 / 2000

A Lei nº 9.985/2000 institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC e estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação. O artigo 36 desta lei obriga o empreendedor, nos casos de licenciamento ambiental de empreendimentos de significativo impacto ambiental, a apoiar a implantação e manutenção de unidades de conservação. O montante de recursos a ser destinado pelo empreendedor para esta finalidade não pode ser inferior a 0,5% dos custos totais previstos para a implantação do empreendimento, sendo o percentual fixado pelo órgão ambiental licenciador, de acordo com o grau de impacto ambiental causado pelo empreendimento (artigo 36, § 1º). Nesse caso, o impacto refere-se ao valor dos custos de implantação de cultivo da cana-de-açúcar e das destilarias destinados a implantação e manutenção de unidades de conservação.

i) Zoneamento Ecológico Econômico - Decreto nº 4.297/ 2002

O Decreto nº 4.297/2002 estabeleceu critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil (ZEE). O ZEE, instrumento definido na PNMA (Lei 6.938/81), atua na organização territorial, tendo por objetivo geral organizar, de forma vinculada, as decisões dos agentes públicos e privados quanto à definição das políticas públicas para a ordenação do território, planos, programas, projetos e atividades que, direta ou indiretamente, utilizem recursos

naturais, assegurando o desenvolvimento sustentável e ordenado, combinando crescimento econômico e preservação do meio ambiente. A Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável do MMA é o órgão responsável por sua elaboração e coordenação.

j) Zoneamento Agroecológico da Cana-de-açúcar

O Zoneamento Agroecológico (ZAE) da Cana-de-açúcar foi desenvolvido pela EMBRAPA, em parceria com o MAPA e o MMA, incorporando aspectos ambientais, edafoclimáticos e de uso do solo, para fins de formulação de políticas públicas para a expansão sustentável da agricultura canavieira. O ZAE tem por objetivo indicar a aptidão agrícola para o plantio da cana-de-açúcar no Brasil, por estado da federação. As principais motivações que levaram o país a executar o ZAE são a: redução de emissões e sequestro de carbono; o estabelecimento de um marco regulatório sobre os benefícios ambientais associados às energias renováveis; a necessidade do cultivo da cana-de-açúcar ser desenvolvido em bases sustentáveis a fim de evitar as barreiras não tarifárias na comercialização do etanol no mercado internacional; e a concorrência com a produção de alimentos na disputa por áreas agricultáveis. Os resultados do ZEA indicam áreas aptas, restritas e inaptas ao cultivo da cana-de-açúcar. Os critérios utilizados para a seleção dessas áreas são, além dos dados de solo e clima, a declividade de até 12%, uma vez que o ZAE prevê apenas a colheita mecanizada da cana, e a restrições ambientais. O bioma Amazônico e o Pantanal estão excluídos do zoneamento da cana. As áreas preferenciais para a expansão do cultivo da cana são as pastagens degradadas. Portanto, a partir do zoneamento da cana-de-açúcar no Brasil, será possível definir as áreas que terão incentivos do governo para o cultivo das áreas que onde serão totalmente proibidos o cultivo da cana. O ZAE tem um alto impacto na mudança do uso do solo brasileira, considerando que o zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar deverá embasar a formulação de políticas públicas em nível de cada estado, para a expansão da agricultura canavieira no país como um todo. A Tabela 2 apresenta um resumo das políticas públicas relacionadas à expansão da cana-de-açúcar no Brasil.

Tabela 02. Resumo das políticas públicas relacionadas à expansão da cana-de-açúcar no Brasil.

Instituição	Planos / Programas / Políticas Públicas		
MMA	Lei nº. 4.771/ 1965 Código Florestal	Institui o Código Florestal e definiu as Áreas de Preservação Permanente (APP) e a Reserva Legal (RL).	Reserva legal: -35% da propriedade rural localizada no bioma cerrado dentro dos estados que compõem a Amazônia Legal - 20% propriedades rurais localizadas nas demais regiões do país.
MMA	Lei nº. 9.985/ 2000 Sistema Nacional de Unidades de Conservação	Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza- SNUC e estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação	O montante de recursos a ser destinado pelo empreendedor para unidades de conservação é 0,5% dos custos totais previstos para a implantação do empreendimento.
MMA (Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável)	Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) Decreto nº. 4.297 de 10 de julho de 2002	Organizar a definição das políticas públicas para a ordenação do território, assegurando o desenvolvimento sustentável e ordenado, combinando crescimento econômico e preservação do meio ambiente.	A área de colheita mecanizada vem aumentando no Mato Grosso do Sul (MS). Em 2007 esta área, variava entre 20% e 40%, com previsão de aumento para 60% a 80% até 2010.
MAPA (Secretaria de Política Agrícola)	Plano Agrícola e Pecuário 2007/2008	Acompanhar a expansão da cana-de-açúcar e das oleaginosas que são utilizadas para a fabricação de biocombustíveis, por meio de zoneamentos específicos e do estabelecimento de critérios socioambientais.	A estimativa é de que a demanda pelos biocombustíveis leve o Brasil a utilizar uma área adicional de até 10 milhões de hectares na próxima década (PAP, 2007/2008).
MAPA (Secretaria de Produção e Agroenergia Departamento da Cana-de-Açúcar, EMBRAPA), MMA	Zoneamento Agroecológico da Cana-de-açúcar	Identificar as regiões com as melhores condições para produção do etanol, açúcar e demais produtos extraídos da cana, e as regiões para as quais não se recomenda o plantio da cultura.	
MAPA (Conselho Interministerial do Açúcar e do Alcool - CIMA)	Política de Agroenergia - 2006/2011 Resolução CIMA nº. 30/ 2003	Abrange quatro vertentes: álcool; biodiesel; florestas energéticas cultivadas; e resíduos agro florestais.	Fixação em 25% do percentual obrigatório de adição do álcool etílico anidro à gasolina.
MAPA (Secretaria de Produção e Agroenergia, EMBRAPA)	Plano Nacional de Agroenergia (2006-2011)	Ações estratégicas para assegurar o aumento da participação de energias renováveis no BEN. Organizar e desenvolver proposta de PD&I e TT.	
Governo Federal	Plano de Aceleração do Crescimento (PAC)	Investimentos em infraestrutura - logística: estradas, ferrovias, portos, dutos como alternativa de escoamento da produção de etanol.	Investimentos de R\$ 9,2 bilhões até 2010 e de R\$ 0,4 bilhões após 2010 para os três eixos: logística, energético e social/urbano. No eixo logística: investimentos da ordem de R\$ 6.059,6 milhões.

A Figura 1 apresenta o organograma dos órgãos envolvidos com os Planos, Programas e Políticas do Governo Brasileiro, que vem regulando expansão da cultura da cana-de-açúcar e a produção do etanol.

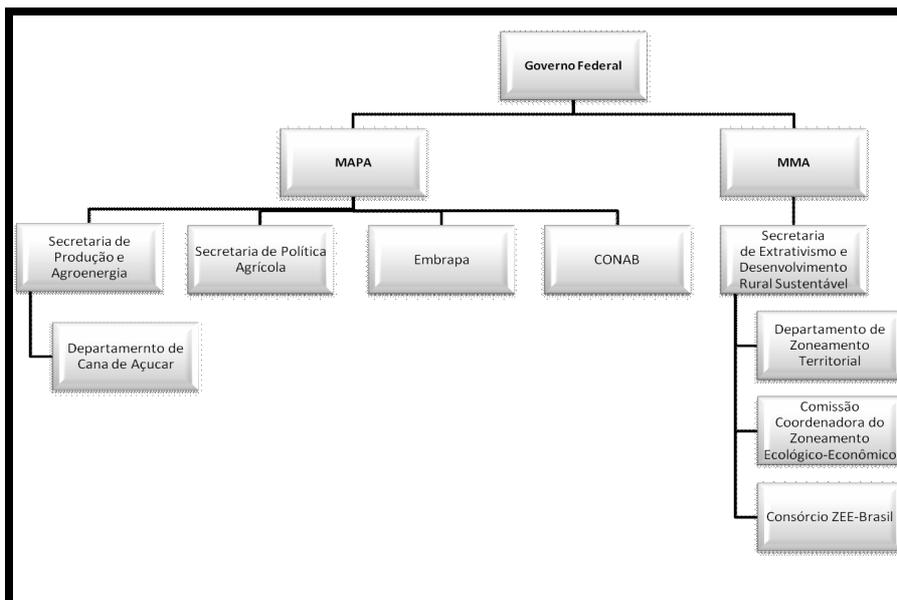


Figura 1. Organograma dos órgãos envolvidos com os Planos, Programas e Políticas relacionadas à agroenergia no Governo Brasileiro.

Resultados e Discussão

Uma das políticas públicas que mais poderá afetar a expansão das áreas destinadas à cana-de-açúcar no Brasil será a referente ao uso e ocupação do território. No contexto de expansão do uso e ocupação dos solos para fins agropecuários, programas e projetos de planejamento do uso, manejo e conservação do solo, em nível de propriedade rural, região ou território ganham importância ímpar. Os instrumentos de Zoneamento Ambiental e de Zoneamento Ecológico Econômico atendem a essa demanda uma vez que podem ser entendidos como instrumentos para racionalização da ocupação dos espaços e de redirecionamento de atividades, além de servirem de subsídio a estratégias e ações para a elaboração e execução de planos regionais em busca do desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2003).

Nesse sentido, coloca-se como fundamental, o zoneamento edafoclimático e topográfico, que permita a seleção das regiões e sub-regiões de maior aptidão para a implementação da cultura de cana-de-açúcar, bem como zoneamento ambiental e ecológico econômico, que permitirá a identificação das áreas de preservação permanente, parques naturais, disponibilidades de recursos naturais para as atividades agroindustriais (água e energia elétrica) e infraestrutura requerida para as cadeias logísticas dos insumos e produtos.

Ressalta-se, ainda, a importância da adoção de políticas que resultem na sustentabilidade socioeconômica e ambiental. Em particular, a questão da demanda de recursos hídricos, uma vez que a cana-de-açúcar é uma cultura que necessita de grande volume de água, portanto, para cultivá-la em zonas com reduzida precipitação é necessário utilizar técnicas de irrigação. Porém, mesmo em zonas com precipitação abundante, a maioria das propriedades rurais ligadas às usinas faz uso da irrigação, para aproveitar o vinhoto (resíduo que resulta da fermentação do etanol) aumentando a produtividade e reduzindo custos com a fertilização. Nesse sentido, a outorga de uso dos recursos hídricos, um dos instrumentos previstos na Política Nacional de Recursos Hídricos, visa assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água, no intuito de preservar seus usos múltiplos, atendendo e garantindo o abastecimento dos diversos usuários.

O código Florestal, embora em revisão no Brasil é, ainda, uma Lei considerada como de alto potencial de impacto em LULCC (*Land Use, Land Cover Change*), uma vez que a expansão das áreas agrícolas em propriedades rurais no Brasil devem respeitar as áreas de RL e das APP's. As atividades agropecuárias, em geral, e a expansão da cana, em particular, exercem uma pressão pela abertura de novas áreas e, conseqüentemente, o aumento das taxas de desmatamento.

Ainda, o ideal seria que a expansão necessária da oferta de matéria-prima para a produção de biocombustíveis fosse acompanhada não só da atenuação dos impactos ambientais, mas também do aumento dos benefícios sociais, decorrentes da expansão agrícola. Portanto, não basta apenas definir metas de produção, é preciso criar condições para uma possível otimização dos recursos prevendo-se que a disponibilidade matéria-prima aumente em bases sustentáveis.

Conclusão

A implementação de políticas públicas de mudança de uso do solo poderá contribuir para a expansão do cultivo da cana-de-açúcar em bases sustentáveis. Essas políticas podem direcionar a implementação de práticas e estratégias que levem a sustentabilidade dessa atividade no país.

A produção da cana-de-açúcar deverá seguir as indicações das legislações ambientais de cada estado brasileiro e também as legislações ambientais federais. O plantio da cana deve ser feito de maneira a evitar a competição em áreas de produção de grãos e em áreas com restrições ambientais e antrópicas (bioma Amazônico, Pantanal, áreas de proteção permanente, áreas indígenas). O zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar deverá embasar a formulação de políticas públicas para a expansão sustentável da agricultura canavieira no país.

Referências

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca**. Brasília, DF: MMA, 2003

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar**. [Brasília]: CONAB, 2010. Disponível em: < www.conab.gov.br > . Acesso em: 06/07/2010.

DUBEUX, C. B. S. **Mitigação de Emissões de Gases de Efeito Estufa por Municípios Brasileiros: Metodologias para Elaboração de Inventários Setoriais e Cenários de Emissões como Instrumentos de Planejamento**. 2007. 247 f. Tese (Doutorado em Ciências). PPE/COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Perspectivas Para o Etanol no Brasil** Cadernos de Energia da EPE: 67p. Ministério de Minas e Energia, Brasil. 2008.

ESTUDOS prospectivos para fomento dos biocombustíveis no Brasil. [Rio de Janeiro]: JBIC: MAPA, 2006.

FRANCO, A. R. **Aspectos médicos e epidemiológicos da queimada de canaviais na região de Ribeirão Preto**. Ribeirão Preto: USP, 1992. Mimeo.

HELMING, K., PEREZ-SOBA, M., TABBUSH, P. **Sustainability Impact Assessment of Land Use Changes**. Springer. Berlin, 507 pp. 2008.

IBGE. Sidra: **Censo Agropecuário 1996 e 2006**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 06/07/2010. 2010.

LANDON, M.; JACOBSEN, J.; JOHNSON, G. **Pesticide management for water quality protection**. Bozeman: Montana State University, 1990.

MORAES, M.A.F.D. **A desregulamentação do setor sucroalcooleiro Brasileiro**. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP. 1999

MOTA, M. R.; ROBAINA, C. R. P.; MEDINA, C. de C.; NEVES, C. S. V. J. Efeitos da aplicação de vinhaça na produção e na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar. **Revista STAB**, Piracicaba, v. 18, n. 1, p.28, 1999.

ROSILLO-CALLE, F.; CORTEZ L. A. B. Towards proalcohol II: a review of the Brazilian Bioethanol Programme. **Biomass and bioenergy**, v. 14, n. 2, p. 115-124, 1998.

SCOPINHO, R. A. **Pedagogia Empresarial de Controle do Trabalho e Saúde do Trabalhador: O Caso de uma Usina-Destilaria da Região de Ribeirão Preto**. 1995. Dissertação (Mestrado em Educação) - Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

SCOPINHO, R. A. Vigilância e educação em saúde: o comando de fiscalização integrada no setor sucroalcooleiro da região de Ribeirão Preto. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 16.; CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA INDUSTRIAL, 2., Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: [ENEGEP], 1996.

SENSOR. **Sixth framework programme: integrated projet SENSOR**. 2004. Annex I - Description of Work - Contract n. 003874-2.

STUPIELLO, J. P. **A expansão canavieira no Brasil**. In: II SIMPÓSIO DE TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇUCAR, 2005, Piracicaba, SP. Anais... Piracicaba: Unipress Disc Records do Brasil, 2005. 1 CD-ROM.

UNICA. **Produção brasileira de etanol**. Disponível em: <[http://www.unica.com.br/downloads/estatisticas/produção de etanol.xls](http://www.unica.com.br/downloads/estatisticas/produção%20de%20etanol.xls)>. Acesso em: 09 nov. 2010.

VEIGA FILHO, A. A.; SANTOS, Z. A. P. S.; VEIGA, J. E. R.; OTANI, M. N.; YOSHII, R. J., Análise da mecanização do corte da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, n. 10: p. 43-58, 1994.

VIEIRA, J. N. de S. A agroenergia e os novos desafios para a política agrícola no Brasil. In: O FUTURO da indústria: biodiesel. [Brasília]: MDIC, 2006. pp. 37-48. (Série Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior, 14).

VITTI, G. C.; MAZZA, J. A. **Planejamento, estratégias de manejo e nutrição da cultura de cana-de-açúcar**. Piracicaba: Potafos, 16p. 2002.

WASWA, F.; GACHENE, C. K. K.; EGGERS, H. Assessment of erosion damage in Ndome and Ghazi, Taita Taveta, Kenya. **Geojournal**, v. 56, n. 3, p. 201-212, 2002.