

ETANOL: IMPACTOS SÓCIO-AMBIENTAIS DE UMA *COMMODITY* EM ASCENSÃO

Autoras: Zelineide Novaes do Espírito Santo¹
Luciana Togeiro de Almeida²

RESUMO:

Este artigo tem o caráter de uma resenha bibliográfica, com o objetivo de discutir a sustentabilidade do etanol brasileiro com base nos aspectos sócio-ambientais resultantes dos métodos e processos de produção utilizados na cadeia produtiva do setor sucro-alcooleiro, e do consumo de etanol combustível em substituição à gasolina. As oportunidades de expansão do mercado internacional para este produto em razão dos incentivos para a busca de energias renováveis em substituição aos combustíveis fósseis impulsionam a produção de etanol no Brasil. Este, que foi o pioneiro na produção de álcool combustível em larga escala e ocupa atualmente a liderança na exportação, dispõe de extensões de terras para ampliação da sua produção e tem grande potencial para se tornar líder nesse mercado. Esta é a percepção do Governo, que tem feito esforços diplomáticos para promover o etanol a uma *commodity* de destaque na pauta exportadora brasileira, incluindo negociações na OMC para maior acesso a mercado. No entanto, os aspectos avaliados neste artigo servem de alerta para os possíveis impactos sócio-ambientais associados a essa expansão.

Palavras-chave: etanol, energia renovável, impactos sócio-ambientais, sustentabilidade.

Introdução

O termo desenvolvimento sustentável, consagrado na década de 1980, remonta ao debate iniciado nos anos de 1970 sobre problemas ambientais, refletindo a crescente preocupação com os efeitos ambientais negativos do rápido crescimento econômico do pós-guerra. Emergiu como uma proposição conciliadora – o desenvolvimento capaz de conciliar crescimento econômico com prudência ecológica e equidade social –, de caráter normativo, num contexto de controvérsias sobre as relações entre crescimento econômico e meio ambiente (NOBRE, 2002). Há muitas divergências sobre a interpretação do conceito de desenvolvimento sustentável. Para fins do presente artigo, que focaliza os impactos sócio-ambientais da produção e consumo do etanol, por sustentabilidade entende-se a capacidade do setor sucro-alcooleiro de se expandir de modo consistente com responsabilidade ambiental e social.

Assiste-se atualmente uma forte tendência de elevação da produção de etanol no Brasil motivada por expectativas de aumento na demanda mundial de álcool combustível decorrente de fatores tais como: a instabilidade na oferta mundial de petróleo, que incentiva

¹ Mestre em Economia pela Faculdade de Ciências e Letras de Araraquara - São Paulo (FCLAR/UNESP); e-mail: zelineide@fclar.unesp.br.

² Prof^ª. Dr^ª. do Departamento de Economia da Faculdade de Ciências e Letras de Araraquara – São Paulo (FCLAR/UNESP); e-mail: ltogeiro@fclar.unesp.br.

os países dependentes deste combustível a procurar formas alternativas de energia; o Protocolo de Quioto, que estabelece metas de redução das emissões dos gases causadores do efeito estufa, favorecendo o crescente uso de energias alternativas para substituir os combustíveis fósseis; e os esforços do governo brasileiro em tornar o etanol uma *commodity* de destaque na pauta exportadora brasileira, incluindo as negociações de acesso a mercado na Organização Mundial de Comércio (OMC).

Este artigo tem o caráter de uma resenha bibliográfica, com o objetivo confrontar evidências e argumentos favoráveis à expansão da produção brasileira de etanol, grande parte já sistematizados em *Doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade*, trabalho organizado por Macedo (2005) e publicado pela União da Indústria de Cana-de-Açúcar (UNICA), com estudos de outros pesquisadores que aportam evidências e argumentos em contrário.

Deste modo, pretende-se contribuir para o debate sobre as oportunidades de expansão do mercado global para o etanol produzido no Brasil *vis-à-vis* seus possíveis impactos sócio-ambientais, a saber: as emissões atmosféricas geradas pelas queimadas dos canaviais, a contaminação das águas e do solo por efluentes, a expansão territorial para áreas de proteção ambiental, a contaminação por agrotóxicos e a erosão do solo. A estes impactos ambientais potenciais acrescentam-se também os aspectos sociais, como as condições de trabalho no campo e a forma de remuneração prevalecente na atividade sucro-alcooleira¹.

O artigo se compõe, além da introdução e da conclusão, de mais duas seções. Inicialmente, comenta-se brevemente a situação econômica atual do setor sucro-alcooleiro no Brasil e suas perspectivas de expansão, com a identificação da sua localização geográfica e com a apresentação de dados sobre a produção, consumo e exportação de etanol. Em seguida, confrontam-se as evidências empíricas e respectivas análises sobre os aspectos sócio-ambientais da produção de etanol no Brasil, focalizando a etapa agrícola da sua produção.

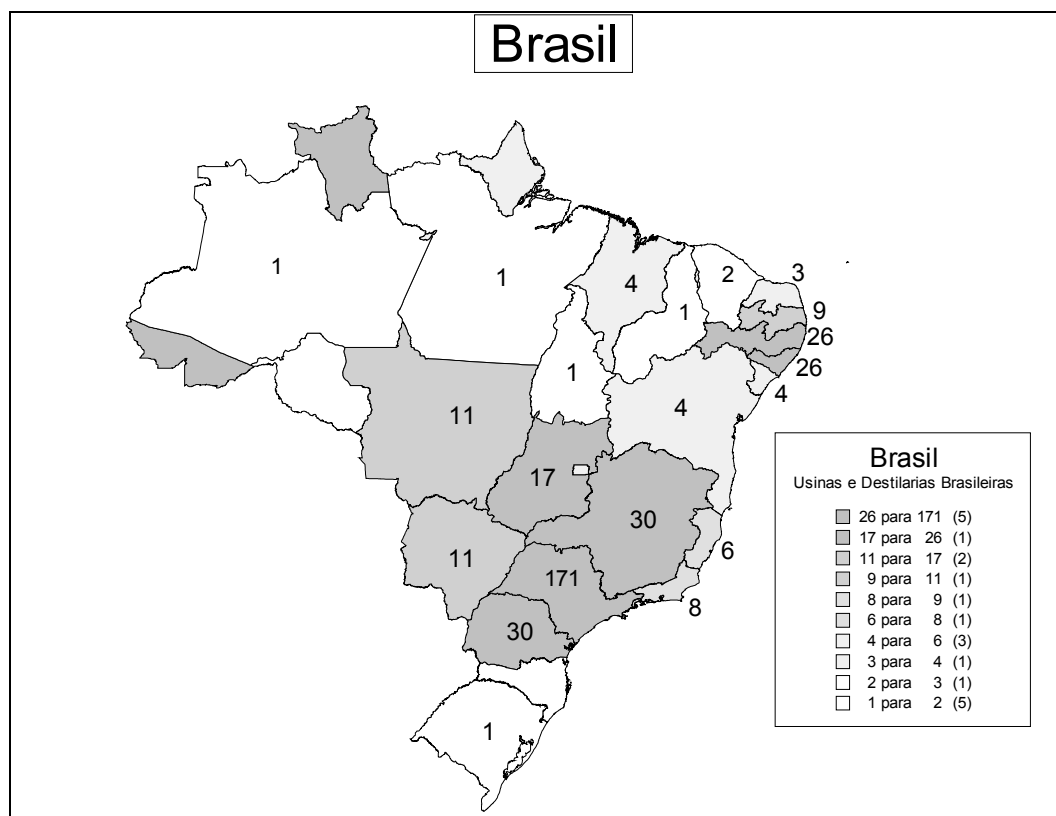
1. Caracterização econômica e perspectivas da produção brasileira de etanol

O Brasil é reconhecido mundialmente como líder na produção de cana-de-açúcar - matéria-prima utilizada no país especialmente para a fabricação de açúcar e álcool -, com 1/3 da produção mundial. Segundo Berg (2004) mais de 95% do álcool produzido mundialmente é de origem agrícola, sendo que a cana-de-açúcar, que é a principal fonte de recurso da destilação brasileira, tem apresentado relevância econômica. O país possui, aproximadamente, 330 unidades processadoras, sendo que destas 226 situam-se no Centro Sul, região que lidera a produção de cana-de-açúcar e, conseqüentemente, de álcool anidro e hidratado; a região

responde por cerca de 87% da produção brasileira, compreendendo os estados de São Paulo, Paraná, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo. A participação das regiões Norte e Nordeste na produção nacional de cana-de-açúcar tem apresentado uma tendência decrescente. Em 1990, por exemplo, detinham 23% da produção nacional, ao passo que hoje respondem por 13% da produção total de cana-de-açúcar brasileira, sendo os principais estados produtores: Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Sergipe, Rio Grande do Norte e Bahia. Os custos de produção nestas regiões são mais elevados do que na região Centro/Sul, pois a topografia é menos apta à mecanização da produção e a qualidade do solo é inferior (UNICA, 2007a).

Hoje existem 367ⁱⁱ usinas e destilarias (em operação e projetos) cadastradas no Departamento da Cana-de-açúcar e Agroenergia do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, conforme apresentadas na figura 1. A região Norte/Nordeste possui 82 unidades, as quais estão concentradas principalmente nos estados de Pernambuco (26) e Alagoas (26), seguidos por Paraíba (9). Entre os estados do Centro/Sul destacam-se: São Paulo (171), Minas Gerais (30) e Paraná (30), seguidos por Goiás (17), Mato Grosso (11) e Mato Grosso do Sul (11).

Figura 1: Usinas e Destilarias Brasileiras



Fonte: Elaboração própria com base em MAPA (2007).

Segundo dados da UNICA (2007a), associação que reúne as empresas que produzem mais da metade da cana-de-açúcar do país, 52% da produção brasileira destina-se para a produção de álcool (hidratado e anidro) e 48% para a produção de açúcar, ocupando aproximadamente 5,6 milhões de hectares, que correspondem a cerca de 2,4% do solo agricultável brasileiro. De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), ainda há 106 milhões de hectares de terras não exploradas e disponíveis para o cultivo agrícola no Brasil (UNICA, 2007a).

O consumo interno de álcool, segundo o Núcleo de Assuntos Estratégicos (NAE, 2005), tem se mantido constante nos últimos anos. Entretanto, vem ocorrendo uma transição na forma de consumo, com a quase extinção dos carros movidos completamente a álcool hidratado (combustível puro) e aumento no consumo do álcool anidro (como aditivo à gasolina)ⁱⁱⁱ.

Em termos de geração de emprego, o setor sucro-alcooleiro responde por 14% dos empregos totais do país e por 6% dos empregos agroindustriais brasileiros, empregando aproximadamente um milhão de pessoas, das quais 511 mil trabalham na produção agrícola, sobretudo no corte de cana. Em São Paulo, o PIB da produção da cana, que ocupa cerca de 3 milhões de hectares, está entre 10 a 11 milhões. O setor sucro-alcooleiro é responsável por 35% do PIB e do emprego rural do estado (CORTEZ, 2006).

O Brasil e os Estados Unidos se destacam como produtores mundiais de etanol; juntos são responsáveis por mais de 70% da produção global. O total mundial de etanol produzido em 2005 foi de 12,2 bilhões de galões. Observando o total utilizado como combustível, o Brasil, pioneiro na produção de álcool em grande escala com a criação do Proálcool na década de 1970, foi responsável por 44% desse total, enquanto os Estados Unidos, que lideram a produção mundial, produziram aproximadamente 47% do total global (VIAN, BURNQUIST, FILHO, 2006). Outros produtores que se destacam são: China, União Européia e Índia.

O custo real da produção de etanol é difícil de ser avaliado devido à variedade de fatores específicos envolvidos na sua produção. Os custos variam com o valor das diferentes culturas usadas e escala de produção, com a localização e tipo de tecnologia empregada, com os custos para a fermentação e destilação do produto final e ainda com o modo de operação utilizado na alocação e destino dos resíduos. O Brasil é considerado o país que possui os menores custos para a produção de etanol do mundo. Comparativamente aos custos de produção da gasolina na refinaria sem aditivos e sem impostos, que seriam de US\$ 0,21/litro

(petróleo a US\$ 24/barril) e de US\$ 0,25/litro (petróleo a US\$ 30/barril), nota-se que o custo em produzir etanol no Brasil é mais competitivo (NAE, 2005).

A maioria da produção de biocombustíveis é consumida domesticamente, sendo pequeno o percentual destinado ao mercado internacional. Assim como para a determinação do custo, também é relativamente difícil chegar a um consenso sobre o volume e o valor exato comercializado no mercado global. No caso do etanol, estima-se que menos de 10% da produção global seja destinada ao mercado externo. Entre as principais razões para a baixa participação do etanol no comércio internacional em comparação com outras *commodities* estão as altas tarifas impostas pelos países importadores, a falta de uma padronização internacional para assegurar a qualidade do produto e os subsídios concedidos em muitos países aos produtores de etanol (F.O. LICHT, 2003). No entanto, espera-se um rápido crescimento na demanda externa e na produção global para os próximos anos, aumentando, assim, a participação do produto no mercado mundial. Em 2006, o Brasil exportou 3.416.554.588 litros de álcool, comparando com o total exportado em 2005, que foi de 2.598.510.768 litros de álcool, o país teve um crescimento anual de 31% (UNICA, 2007b) e atendeu a aproximadamente 50% da demanda internacional. Os principais destinos do álcool brasileiro foram: Estados Unidos (1.749.214.570), Países Baixos (344.471.284), Japão (227.662.176), Suécia (201.338.875), El Salvador (182.693.906), Jamaica (133.005.446) e Venezuela (103.349.456).

Atualmente, com o desenvolvimento da tecnologia “*flex-fuel*” e diante do agravamento das tensões no Oriente Médio - região onde está concentrada grande parte dos produtores de petróleo e que apresenta riscos de instabilidade na oferta do produto -, e das preocupações com o aquecimento global, a experiência brasileira com os biocombustíveis começou a atrair a atenção mundial. Estes fatores impulsionadores da demanda mundial por etanol aliados às vantagens competitivas da produção brasileira de etanol da cana-de-açúcar têm causado uma expansão da capacidade de produção do setor para suprir as necessidades de demanda interna e externa. Na safra 2006/2007, o país produziu 425 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, matéria-prima utilizada para a produção de 29,8 milhões de toneladas de açúcar e 17,7 bilhões de litros de álcool.

A preocupação mundial com as prováveis consequências do aquecimento global tem se elevado com base nos relatórios científicos divulgados pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPPC), o que tem incentivado a busca de energias alternativas aos combustíveis fósseis. A entrada em vigência do Protocolo de Quioto em fevereiro de 2005, estabelecendo metas de redução das emissões de gases causadores do efeito estufa para o

período 2008-2012, primeira fase de compromissos firmados^{iv}, representa um marco importante desta tendência.

O Governo brasileiro tem realizado esforços diplomáticos para garantir melhores condições de acesso do etanol ao mercado internacional, a exemplo da sua proposta de inclusão deste produto como um bem ambiental nas negociações na OMC. Em maio de 2007, os Estados Unidos, União Européia e outros países industrializados apresentaram uma lista de bens ambientais, excluindo o etanol. O Brasil, que defende o etanol como bem ambiental, reagiu prontamente a esta proposta, reforçando a sua posição negociadora de que a liberalização do comércio de bens ambientais na OMC não deve se limitar aos produtos industrializados e que o Comitê de Comércio e Meio Ambiente deve focalizar os produtos ambientais onde os países em desenvolvimento são competitivos, como os biocombustíveis (MRE – MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES, 2007; WTO, 2007).

Estudos realizados pela UNICA projetam que a produção de etanol no Brasil deverá aumentar entre 8-10 bilhões de litros até 2010 para atender a demanda interna e externa. O aumento na produção requer tanto investimentos em infra-estrutura e em novas usinas, como também uma expansão na área plantada. Estima-se que sejam construídas mais de 100 usinas no Brasil até 2012 e que ocorra um aumento de 40% a 50% na área plantada.

Segundo Eduardo de Carvalho, ex-presidente da UNICA, a demanda para o setor sucro-alcooleiro, entre 2010-2011 requererá a produção de 560 milhões de toneladas de cana-de-açúcar. O total correspondente à demanda por etanol seria de 27,6 bilhões de litros, dos quais 80% seria para atender o mercado interno e 20% alocado para o mercado externo. Projeções feitas pelo MAPA baseadas tanto nas expectativas de consumo interno, como externo, sobretudo do Japão, União Européia e Estados Unidos, apontam que a produção brasileira de etanol deva alcançar cerca de 38,6 bilhões de litros no ano de 2017. O consumo interno para o mesmo ano está projetado em 28,4 bilhões e as exportações em 10,3 bilhões.

Os dados atuais e as projeções de mercado refletem o dinamismo tanto na produção, como no consumo e exportação do álcool brasileiro. O Brasil, apontado como o principal país que dispõe de conhecimento, experiência e recursos naturais para atender a crescente demanda mundial esperada, é visto como um dos principais beneficiários destas novas oportunidades que se abrem para o etanol no mercado mundial.

Resta saber se os recursos naturais estão sendo utilizados de forma sustentável na cultura e processamento da cana-de-açúcar e se os aspectos sociais, em especial no que concerne à remuneração da mão-de-obra e às condições de trabalho estão sendo respeitados. Estes questionamentos sócio-ambientais sobre a cadeia produtiva do etanol brasileiro já

motivam alguns países importadores, especialmente da União Européia, a exigir certificados que comprovem não somente a qualidade do produto, mas também a sustentabilidade sócio-ambiental da sua base produtiva.

2. Aspectos sócio-ambientais da produção brasileira de etanol

Atualmente, assiste-se a um extenso debate sobre as vantagens e desvantagens da expansão da produção de etanol no Brasil. Enquanto de um lado os defensores deste agronegócio procuram apresentar uma imagem de “produção limpa de etanol”, isto é, ambiental e socialmente correta, a sociedade local e os trabalhadores que convivem com a produção de cana-de-açúcar acusam uma outra realidade, o que também é reforçado por pesquisas realizadas por especialistas vinculados a universidades. Nesta seção, confrontam-se essas visões em contrário sobre os impactos sócio-ambientais da produção de etanol no Brasil.

O debate é focalizado nos principais riscos ambientais resultantes dos métodos e processos de produção utilizados especialmente na etapa agrícola, a saber: as emissões atmosféricas geradas pelo uso do fogo nos canaviais, a contaminação das águas e do solo por efluentes, a expansão territorial para áreas de proteção ambiental, a contaminação por agrotóxicos e a erosão do solo. A estes impactos ambientais potenciais acrescentam-se também os problemas sociais, como as condições de trabalho no campo e a forma de remuneração prevalecente na atividade sucro-alcooleira.

2.1 Impactos ambientais

Para avaliar os impactos das atividades produtivas do setor sucro-alcooleiro sobre o meio ambiente, são considerados os seguintes aspectos:

- Os impactos na qualidade do ar e no clima decorrentes da queima da palha da cana e das emissões de gases evitadas com o uso do etanol como combustível em substituição à gasolina. Inclui-se aqui a discussão sobre o balanço energético (de todo o ciclo de vida do produto) da utilização de energia fóssil na produção de etanol *vis-à-vis* a energia renovável resultante;
- Os impactos no suprimento e na qualidade da água;
- A expansão da fronteira agrícola colocando em risco a biodiversidade;
- O uso de fertilizantes e defensivos agrícolas e a conseqüente contaminação do solo e dos recursos hídricos;

- O desgaste dos solos agrícolas causado pelas queimadas, pelo uso de fertilizantes e defensivos agrícolas e pelo não reaproveitamento eficiente dos efluentes líquidos.

2.1.1 Os impactos na qualidade do ar e no clima

O uso de etanol como combustível é defendido por muitos especialmente por causa da redução nas emissões de gases responsáveis pelo efeito estufa ao substituir os combustíveis fósseis. Macedo (2004) analisou o balanço energético de energia fóssil consumida na produção e processamento da cana-de-açúcar comparativamente à energia proporcionada pelo uso do etanol e à energia gerada pelo bagaço da cana. A relação entre a energia renovável produzida e a energia fóssil consumida na produção de etanol é de 8,3 a 10,2, isto é, a cada unidade de energia fóssil gasta no ciclo de produção do etanol, são obtidas de volta entre 8,3 a 10,2 unidades de energia renovável. Portanto, Macedo (2004) concluiu que o balanço energético resultante da produção de etanol de cana-de-açúcar no Brasil é ambientalmente positivo e muito superior ao balanço energético do etanol de milho produzido nos Estados Unidos avaliado em 1,34 em 2002.

Goldemberg e Silva (1976 apud ALIER, 1991) elaboraram um estudo similar ao apresentado por Macedo (2004), também demonstrando o balanço energético positivo resultante da produção do etanol brasileiro derivado da cana-de-açúcar para a safra de 1976. Neste estudo, a relação entre a energia renovável produzida e a energia fóssil consumida na produção de etanol é de 2,41. Alier (1991) questiona o resultado obtido por Goldemberg e Silva (1976), enumerando alguns aspectos não incluídos no modelo empregado no estudo destes autores, tais como: o custo energético para transportar o etanol até os mercados; a energia necessária para a eliminação e aproveitamento da vinhaça; e o bagaço não utilizado pelas usinas no processo de cogeração de energia para as caldeiras. Alier (1991) enfatiza ainda que com a mecanização do corte e, conseqüentemente, com a maior utilização de máquinas (que consomem quantidades maiores de energia), o balanço energético resultante do ciclo produtivo do etanol tende a ser cada vez menor.

O uso do bagaço^v da cana-de-açúcar para a produção de energia de fato se elevou significativamente nas últimas décadas no Brasil, o que reforça os argumentos sobre as externalidades ambientais positivas geradas na cadeia de produção de etanol. Comparando a queima do bagaço com outros combustíveis fósseis, ela é mais limpa, isto é, gera menor impacto ambiental, uma vez que praticamente não libera compostos com bases de enxofre como SO₂ ou SO₃ (ROSSETO, 2004). Estima-se que são produzidos mais de 70 milhões de kilogramas de bagaço anualmente no Brasil, sendo que cerca de 95% desse total é utilizado

para a produção de vapor, queimado nas próprias caldeiras, proporcionando às usinas do país uma dependência praticamente zero, durante a safra, de outra fonte externa de energia como, por exemplo, a energia elétrica via distribuidoras (ROSSETO, 2004).

Macedo (2004) também analisou a emissão dos gases causadores do efeito estufa durante o ciclo de vida do etanol. Para isto, considerou o uso de óleo diesel para as operações agrícolas, colheita e transporte, e de óleo combustível para a produção de insumos e para a energia embutida em equipamentos, prédio e instalações. As emissões evitadas com o uso de etanol como combustível correspondem a: 2,82 kg CO₂/litro de etanol anidro e 1,97 kg CO₂/litro de etanol hidratado. Já a média ponderada adotada para a produção de cana-de-açúcar no Brasil foi de 86 litros de anidro/TC e 91,8 litros de hidratado/TC.

Macedo (1997) apresentou também evidências de que a substituição da gasolina pelo etanol combustível e a utilização de bagaço para a geração de energia elétrica reduz os níveis de emissão de CO₂ na atmosfera. Tomando como base que 1 litro de etanol hidratado substitui 0,8 litro de gasolina e que 1 litro de etanol anidro substitui 1,04 litro de gasolina, o uso final do etanol como combustível apresentou uma redução nas emissões de gases correspondente a 9,13 milhões de toneladas/ano de carbono, o que significa 33,407 milhões toneladas/ano de CO₂.

Em suma, os estudos apresentados por Macedo (2004, 1997) ressaltam as vantagens ou benefícios gerados pela produção e consumo de etanol, demonstrando o balanço energético positivo resultante do seu ciclo produtivo e as emissões de CO₂ evitadas com a substituição da gasolina pelo etanol combustível. Para além das controvérsias originadas pelas diferentes metodologias de cálculo do balanço energético, cabe ainda assinalar que os dados e análises que constam em Macedo (2004, 1997) desconsideram os riscos ambientais decorrentes da queima da palha da cana, da qual resulta, entre outros gases, o CO₂.

A queima da cana antes da colheita é uma prática polêmica, porém comum para facilitar o corte e a limpeza do terreno, além de aumentar o teor percentual de sacarose (devido à evaporação de água causada pelo calor da queima). Esta atividade contribui também para uma redução da mão-de-obra e conseqüentemente dos custos de produção. Adotada na década de 1960, em meio ao processo de elevação da capacidade produtiva das usinas, proporcionou um aumento na produtividade do trabalho de 2,5 toneladas/dia para 4 toneladas/dia. Entretanto, se por um lado as queimadas facilitam o corte manual e aumentam a produtividade, por outro, podem trazer sérios problemas à saúde da população e contribuir para o aumento da temperatura terrestre, dada a alta concentração de carbono entre os gases

resultantes. Estima-se que mais de 75% das emissões brasileiras de gases geradores do efeito estufa são causadas pelas queimadas e pelo desmatamento (DUFEY, PRESSER e ALMEIDA, 2007, com base em entrevista concedida por técnico especializado do Ministério do Meio Ambiente do Brasil - MMA).

Segundo Arbex (2004), a queima de biomassa gera material particulado, constituído por cerca de 94% de partículas finas e ultrafinas, e é o poluente que apresenta maior toxicidade, com o agravante de que essas partículas são capazes de atingir o sistema respiratório do ser humano. Além disso, os estudos de Turn et al (1997 apud ARBEX, 2004) mostraram que estes poluentes podem deslocar do local originário e se transportar até longas distâncias, aumentando o potencial de impactos negativos sobre a qualidade do ar e sobre a saúde dos indivíduos.

Um estudo realizado em 1995 para a região de Araraquara^{vi}, um dos principais municípios produtores de cana-de-açúcar do Estado de São Paulo, com o objetivo de avaliar a associação entre o material particulado coletado durante a queima de plantações de cana-de-açúcar e um indicador de morbidade respiratória, encontrou uma associação positiva entre o número de terapias inalatórias e o peso do sedimento^{vii}. “Esses resultados indicam que a queima das plantações de cana-de-açúcar pode causar efeitos deletérios à saúde da população exposta” (ARBEX, 2004, p.171).

De acordo com um outro estudo, realizado por pesquisadores da Universidade de Antuérpia, Bélgica, e do Instituto de Química da Universidade Estadual Paulista - UNESP (FAPESP, 2004^{viii}), os particulados liberados pelas queimadas contêm compostos químicos conhecidos como hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs). Segundo este estudo, a presença desses compostos químicos no ar, mesmo em concentrações reduzidas, pode agravar os problemas respiratórios, sendo que alguns deles são potencialmente cancerígenos.

Estudos experimentais realizados também para a região de Araraquara por Andrade (2004), com base na análise da concentração de compostos HPAs (amostra contendo 17 tipos de HPAs), demonstraram que durante o período de safras a massa de material particulado na atmosfera é bem maior do que a massa obtida no período de entressafras^{ix}. Outro resultado importante, obtido por esses estudos experimentais, refere-se à capacidade de reação desses compostos com certos poluentes atmosféricos. “Os produtos destas reações são, em alguns casos, mais tóxicos que os HPAs de origem” (RÉ-POPPI, 2000 apud ANDRADE, 2004, p.42). Identificou-se que no período de safra o material particulado amostrado apresenta mutagenicidade superior quando comparado com o período de entressafra.

O fim progressivo da queimada da palha da cana-de-açúcar está previsto tanto na Legislação Federal como na Legislação Estadual de São Paulo. O que diferencia uma da outra é que enquanto o Decreto Federal estabelece o fim da queima da cana exclusivamente em áreas passíveis de mecanização, a Lei de São Paulo impõe a eliminação tanto em áreas mecanizáveis como não mecanizáveis, mas com prazos diferenciados para cada uma (para as áreas de alta declividade até 2031 e para as áreas mecanizáveis até 2021). O governo de São Paulo e a UNICA assinaram, em junho de 2007, um protocolo de cooperação, reduzindo estes prazos. De acordo com o documento, as queimadas nas áreas mecanizáveis devem ser extintas até 2014 e no caso das áreas em que não é possível a mecanização, o prazo se estenderá até 2017. Como incentivo, as empresas que se adaptarem ao protocolo receberão um certificado de adequação ambiental, emitido pelo estado e pela UNICA.

Um outro aspecto, ressaltado por pesquisadores especializados no tema impactos da queima da palha da cana-de-açúcar, é que mesmo havendo eliminação parcial das queimadas, a herança dos compostos poluidores atmosféricos contidos na fuligem permanecerá por algum tempo presente nos recursos naturais contaminados^x.

2.1.2 Os impactos no suprimento e qualidade da água

A cultura de cana-de-açúcar praticamente não é irrigada, porém a demanda por água na etapa industrial, diferentemente da etapa agrícola, é alta. Na década de 1990 a participação do setor sucro-alcooleiro na captação de água era de cerca de 13% da demanda do estado de São Paulo e cerca de 43% do setor industrial (ROSSETO, 2004). Na usina a água é utilizada para a lavagem das caldeiras e das instalações em geral, na geração de vapor, no resfriamento de gases, nas colunas barométricas dos cristalizadores, na filtração, na incorporação ao produto final, no caso do álcool hidratado, entre outros. Além disso, há elevado consumo de água durante o processo fermentativo do caldo da cana, pois os microorganismos só trabalham em solução diluída. Ainda deste processo resultam grandes volumes de vinhaça, que apesar de não ser tóxica, tem elevado DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), o que pode impactar drasticamente na vida aquática (CORAZZA, 2004).

Segundo Macedo et al (2005), a reutilização da água no setor tem aumentado consideravelmente, ressaltando ainda que não há, em São Paulo, problemas ambientais com a qualidade da água decorrentes de irrigação e uso industrial. Enfatiza ainda que uma pesquisa realizada em usinas na região Centro/Sul, com moagem total de 695 mil toneladas de cana, aponta que o consumo médio foi de 1,23 m³ água/tonelada de cana e que os níveis de captação

reduziram de 5 m³/tonelada de cana captados em 1990 e 1997 para 1,83 m³/toneladas de cana em 2004.

Do ponto de vista econômico e ambiental, o setor realmente tem se mostrado eficiente quanto à disposição adequada dos efluentes líquidos e resíduos como o vinhoto e a água resultante da lavagem, que ocorre quase que totalmente no próprio sistema produtivo da cana. Entretanto, o uso de agrotóxicos (herbicidas) no campo ainda ameaça os recursos hídricos através da poluição de corpos d'água (DUFÉY, PRESSER e ALMEIDA, 2007, com base em entrevista concedida por técnico especializado do MMA).

A infiltração do vinhoto na água subterrânea compromete sua potabilidade, pois transfere para o lençol freático altas concentrações de amônia, magnésio, alumínio, ferro, manganês, cloreto e matéria orgânica. Além disso, como as águas residuárias da atividade industrial apresentam alto potencial poluidor, mesmo sendo depositadas no próprio sistema produtivo, as usinas devem instalar sistemas de tratamento desse efluente antes do descarte em mananciais ou lavouras (PIACENTE, 2005).

Cabe acrescentar que os compostos poliaromáticos, presentes na fuligem resultante da queima da cana-de-açúcar, além de contribuir para a poluição atmosférica podem também contaminar os recursos hídricos. Pesquisa experimental realizada por Innocentini (2006), com amostras de água potável da região de Araraquara, detectou que durante o período de entressafra não foram quantificados nenhum tipo de HPA na amostra analisada, enquanto que na época da safra foi detectada a presença de um HPA^{xi}. Andrade (2004) já havia identificado, anteriormente, a existência desse composto em material particulado, durante estudos experimentais realizados para a mesma região.

2.1.3 A expansão da fronteira agrícola: ameaças à biodiversidade

A agricultura utiliza hoje cerca de 7% dos 850 milhões de hectares da superfície brasileira, enquanto as pastagens ocupam cerca de 35% e as florestas 55%; o percentual correspondente à cultura de cana é de 0,6%, sendo 0,03% para o etanol. Estima-se que exista pelo menos 12% de áreas aptas para a expansão da cultura da cana-de-açúcar no Brasil. Projeções recentes indicam que para atender a demanda externa e interna nos próximos anos, será necessário expandir a área plantada de cana-de-açúcar para cerca de 3 a 4 milhões de hectares (UNICA, 2007a).

Duas visões se confrontam sobre a expansão das áreas de cultura sucro-alcooleira brasileira. Enquanto a UNICA e o Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) argumentam que as áreas potenciais para o plantio não comprometem o meio

ambiente, o MMA evidencia os riscos ambientais decorrentes deste crescimento desordenado, apontando uma possível concorrência entre as áreas aptas para o plantio e as áreas consideradas importantes para a conservação ambiental.

A UNICA (2007a) afirma que a expansão da produção de cana-de-açúcar vem ocorrendo em áreas de pastagens degradadas, não abrangendo as áreas florestais e nem concorrendo com as áreas para a plantação de culturas alimentares. O MMA ressalta, porém, que a expansão da cultura para as áreas de pastagens tem um impacto ambiental negativo maior do que se fosse estendida para as áreas florestais. Isto porque, apesar dos problemas apontados com a expansão da cana-de-açúcar para as áreas florestais, estas áreas possuem um grau de preservação bem maior do que as áreas já degradadas e, dado que a cana necessita de um “*stress* hídrico” para produzir açúcar, a expansão para as regiões de cerrado e caatinga traria consequências ambientais ainda piores (DUFEY, PRESSER e ALMEIDA, 2007, com base em entrevista concedida por técnico especializado do MMA).

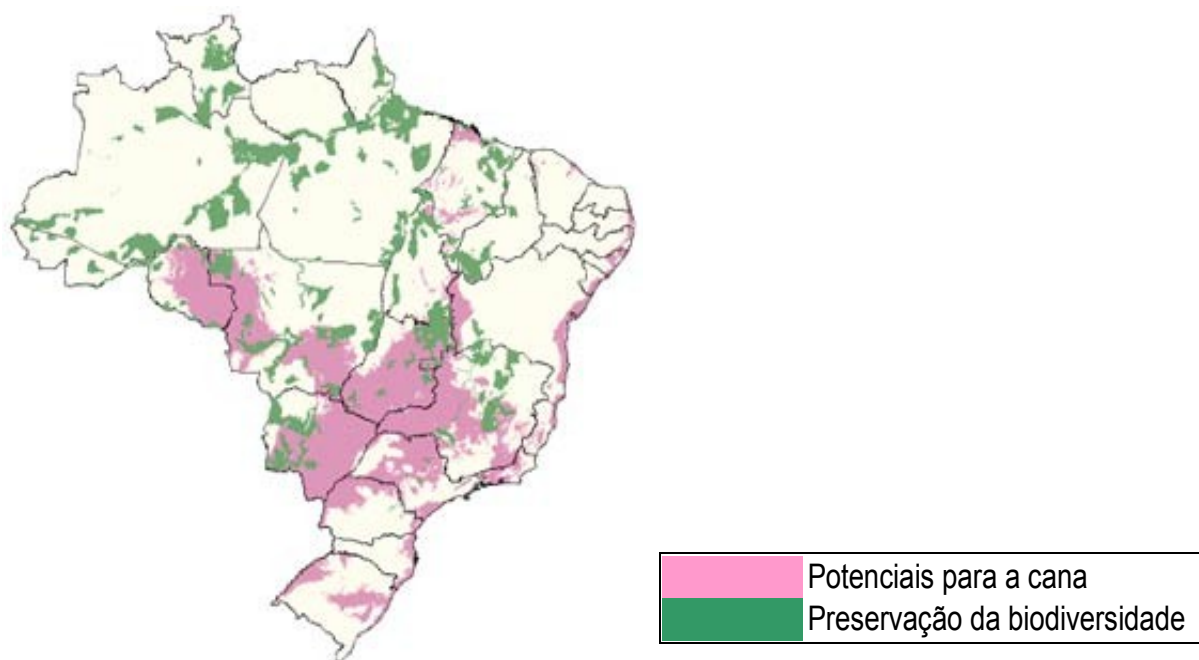
O MAPA (2005) aponta que existem no Brasil 90 milhões de hectares já degradados, aptos para a produção de cana-de-açúcar. No entanto, representantes do MMA advertem que caso estas áreas existam, provavelmente estejam fragmentadas aleatoriamente, não atendendo às exigências de extensões territoriais para empreendimentos integrados. Alegam ainda que a expansão do setor está sendo planejada com base em variáveis relacionadas essencialmente ao potencial agrícola, não considerando as questões ambientais (DUFEY, PRESSER e ALMEIDA 2007, com base em entrevista a técnico especializado do MMA).

Embora seja inegável a disponibilidade de grandes extensões de terras agricultáveis no Brasil, existem conflitos entre a expansão geográfica do setor sucro-alcooleiro identificada pelo MAPA - que considera aspectos como condições climáticas, qualidade do solo e declividade do terreno e excluindo a região amazônica, o pantanal e as áreas com declividades superiores a 12% - e a identificação de áreas geograficamente sensíveis pelo MMA – que inclui as áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade, unidades de conservação já existentes e áreas restritas, como terras indígenas e reservas militares. Isto pode ser observado nos estudos encomendados pelo MMA, os quais apontam que a região do cerrado brasileiro deverá ser o bioma mais impactado pela expansão da plantação de cana-de-açúcar para a produção de etanol nos próximos anos. O estudo conclui que dos 2 milhões de quilômetros quadrados, correspondentes a esta formação vegetal, 19,7% são considerados de extrema importância biológica e 70% correspondem a áreas onde a cana encontra condições ideais de cultivo. Considerando critérios como espécies ameaçadas de

extinção, vegetação nativa e nascentes (ainda não protegidas por unidades de conservação), das 294 regiões identificadas no cerrado, 166 são de extrema importância biológica (INSTITUTO CIÊNCIA HOJE, 2007).

Na figura 2 são identificadas as áreas apontadas com potencial para a produção de cana-de-açúcar (em rosa) e as áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade (em verde) e de importância extremamente alta para o bioma brasileiro. Observam-se áreas comuns a ambos propósitos, o que reforça as preocupações com os riscos da expansão desordenada do setor sucro-alcooleiro particularmente na Região do Cerrado. As regiões mais afetadas seriam: o Triângulo Mineiro, todo o estado de Goiás, o entorno do Pantanal, no Mato Grosso do Sul, as cabeceiras dos rios Xingu e Araguaia, na porção oeste do Mato Grosso, o sul do Piauí e do Maranhão e o norte de Tocantins (Conservação Internacional, 2007 apud Instituto Ciência Hoje, 2007).

Figura 2: Avanço da plantação de cana para região do cerrado



Fonte: Conservação Internacional, 2007 apud Instituto Ciência Hoje (2007).

Como visto, a expansão da produção de etanol requer o avanço da produção de cana-de-açúcar para novas áreas, podendo haver concorrência com as áreas de preservação ambiental e também com outras culturas alimentares. Isto, a médio e longo prazo, poderá afetar o preço das *commodities* agrícolas. Este fato já é observado nos Estados Unidos, onde o milho, principal matéria-prima utilizada para a produção de etanol, vem apresentando aumentos de preço. Entre setembro de 2006 e janeiro de 2007 o produto teve um aumento de

61%. Quanto à substituição das áreas, as projeções apontam que culturas como a soja e o algodão terão queda na superfície plantada (UN-ENERGY, 2007). No Brasil, as preocupações com o avanço das plantações de cana-de-açúcar para as áreas de cultivo agrícola se concentram nas possibilidades de perda de espaço de culturas, como a soja e o milho, especialmente nos estados de Mato Grosso, São Paulo, Paraná e Minas Gerais. Estudos realizados para o estado de São Paulo, a partir de dados fornecidos pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA), apontam que o crescimento da plantação da cana já levou a uma retração nas plantações de arroz (10%), milho (11%), feijão (13%), batata (14%) e algodão (40%) neste estado (SOUZA, 2007).

2.1.4 O uso de fertilizantes e defensivos agrícolas

A utilização de fertilizantes na agricultura brasileira, apesar de ser relativamente baixa, pode apresentar riscos aos recursos naturais. Na cultura da cana, a proporção é inferior comparativamente às culturas como algodão, café ou laranja. Quanto ao uso de defensivos agrícolas para o combate às pragas, às doenças da cana-de-açúcar e às ervas daninhas, este envolve a utilização de altas quantidades de herbicidas, superior às utilizadas em culturas como café ou milho.

A aplicação eficiente dos próprios resíduos como fertilizantes, em especial da vinhaça e da torta de filtro, apresenta duas vantagens ambientais segundo a UNICA (2007a): possibilita diminuir consideravelmente o uso de adubos sintéticos e evita que estes efluentes sejam depositados diretamente em corpos d'água. Estima-se que a vinhaça^{xii}, em função do fornecimento de potássio, de nitrogênio e de água aplicados ao solo, seja responsável por economizar cerca de US\$ 75 por hectare (ROSSETO, 2004).

O despejo da vinhaça nos cursos d'água é preocupante, pois além de provocar mau cheiro e contribuir para o agravamento de endemias como a malária, a amebíase e a esquistossomose^{xiii}, a sua carga orgânica causa a proliferação de microorganismos que esgotam o oxigênio dissolvido na água, destruindo a flora e a fauna aquáticas e dificultando o aproveitamento dos mananciais contaminados como fonte de abastecimento de água potável. Esta atividade foi proibida definitivamente pela Portaria do Ministério do Interior nº 323 de 29 de novembro de 1978. A proibição foi mantida através de uma nova Portaria do Ministério do Interior, nº 158, de 3 de novembro de 1980.

Prata et al (2003 apud LOURENCETTI, RIBEIRO e QUEDA, 2006) demonstraram que, temporariamente, os atributos químicos e biológicos dos solos, como pH, carbono orgânico e biomassa microbiana podem ser afetados pelo uso da vinhaça.

Demonstraram ainda que estas alterações podem interferir diretamente no comportamento dos herbicidas. Cabe acrescentar uma outra preocupação com esta prática, no que se refere ao canal que conduz a vinhaça, pois caso este não esteja completamente revestido, possibilita a infiltração da vinhaça no solo e, conseqüentemente, aumenta os riscos de contaminação dos corpos d'água subterrâneos.

A torta de filtro, outro resíduo resultante da atividade sucro-alcooleira, também é uma fonte potencialmente poluidora, pois, assim como a vinhaça, pode causar danos ambientais graves como a contaminação dos cursos d'água e do solo. Como se trata de um composto orgânico rico em cálcio, nitrogênio e potássio, torna-se interessante o seu uso como fertilizante. Este resíduo também pode ser utilizado na alimentação animal (ROSSETO, 2004). Na operação de plantio, a torta de filtro é colocada no sulco juntamente com a muda de cana-de-açúcar. “A prática de aplicação da torta de filtro e a sua estocagem devem ser rigorosamente controladas uma vez que esse material possui elevada demanda bioquímica de oxigênio - DBO” (PIACENTE, 2005).

O setor sucro-alcooleiro tem investido em tecnologias para reduzir a utilização dos defensivos agrícolas (pesticidas, fungicidas e herbicidas^{xiv}) na cultura da cana, entre elas, a modificação genética das plantas para adicionar resistência às doenças e o controle biológico das principais pragas, como a broca e a cigarrinha. Porém ainda persiste o uso de agrotóxicos no solo, no combate das pragas e ervas daninhas, especialmente o uso de herbicidas, substâncias que além de representar risco à saúde do trabalhador, são de fácil infiltração e persistência no solo (o seu tempo de permanência pode chegar a dois anos). A cultura de cana utiliza mais herbicidas do que as culturas do café e do milho, iguala-se à cultura de soja e utiliza um pouco menos que a citricultura. No entanto, calcula-se que, em alguns casos, somente 0,1% da quantidade de pesticida aplicado atinge o alvo; o restante, 99,9% tem potencial para se mover para outros compartimentos, como, por exemplo, para as águas subterrâneas superficiais (YOUNOS, 2000 apud LOURENCETTI, 2006).

Embora o Brasil ainda não possua uma política nacional específica para a reutilização dos resíduos da atividade sucro-alcooleira, em 2005 a CETESB, vinculada à Secretaria Estadual do Meio Ambiente, publicou a norma Técnica P4.231, regulamentando os critérios e procedimentos para a aplicação da vinhaça no estado de São Paulo (CETESB, 2007). Este é um exemplo do problema de falta de harmonização de marcos regulatórios no Brasil para lidar com a expansão do setor sucro-alcooleiro, pois essa regulamentação permanece como iniciativa exclusiva da agência de controle ambiental do estado de São Paulo.

2.1.5 A preservação dos solos agrícolas

A lei que regulamenta o uso dos solos agrícolas, Lei nº 6.171, de 04 de julho de 1988 obriga os usuários à manutenção ou melhoramento de sua capacidade produtiva, além de disciplinar a utilização de produtos químicos, físicos ou biológicos que prejudiquem o equilíbrio ecológico do solo agrícola, ou interfiram na qualidade natural da água.

De modo geral, alguns aspectos aqui analisados, como a prática da queima da cana antes do corte, o uso de fertilizantes e defensivos agrícolas e os impactos do não reaproveitamento eficiente dos efluentes líquidos podem afetar a qualidade dos solos agrícolas, contribuindo para o processo erosivo.

A erosão é considerada a maior causa da degradação das terras agrícolas, podendo ser intensificada pela ação das queimadas, pois estas além de provocar a diminuição da umidade natural dos solos, levando a uma maior compactação, contribuem com a perda de nutrientes naturais para a atmosfera (via combustão da queima da cana) ou para as águas (por posterior lavagem e lixiviação). O uso de defensivos agrícolas ou a disposição de efluentes em áreas produtivas, que arrastam os nutrientes naturais do solo para os corpos d'água, também podem intensificar o desgaste do solo agrícola.

2.2 Os Impactos sociais

As principais questões referentes aos aspectos sociais negativos apresentados pelo setor sucro-alcooleiro surgem na fase de produção, que além do corte, compreende o plantio, combate de pragas e retirada das sobras dos resíduos. O emprego informal, as condições de trabalho como a forma de remuneração e as condições de vida são os aspectos analisados a seguir sobre os impactos sociais da produção de etanol, particularmente na etapa agrícola da sua produção.

Primeiramente se destaca a questão do emprego informal. Grande parte dos trabalhadores empregados no cultivo de cana-de-açúcar na região Centro/Sul, que responde por 85% da produção nacional, é proveniente das áreas mais pobres do país: Nordeste e Vale do Jequitinhonha. Segundo dados do IEA, em 2005, dos 242.859 trabalhadores empregados na etapa do cultivo da cana, 40,8% eram não residentes. A opção pelo uso de mão-de-obra migrante e temporária diminui os custos de produção, uma vez que muitas admissões são feitas sem registro trabalhista ou por intermédio de contratos ilegais. Além disso, o fato de ser temporários, dificulta o poder de negociação dos trabalhadores locais organizados. Aproximadamente 65% de todos os trabalhadores rurais do setor sucro-alcooleiro não estão

organizados em entidades sindicais, que contribui para a crescente tendência do emprego informal e precário (SILVA, 2006a).

A UNICA (2007a), contudo, defende que os índices de emprego formal no setor são superiores à média nacional: os dados da PNAD e RAIS 2005 indicam, para a agricultura da cana-de-açúcar, 72,9% de emprego formal no país; no estado de São Paulo, atinge-se 93,8%. Entretanto, segundo Silva (2006b) a realidade nas regiões Norte/Nordeste é bem diferente, pois apesar de apresentar alguma evolução, o percentual de trabalhadores sem carteira assinada ainda é elevado nessas regiões. Argumenta ainda que mesmo que os trabalhadores possuam carteira assinada por tempo determinado, isto não impede que sejam sobre-explorados, pois caso não atinjam os níveis de produtividade determinados são ameaçados de demissão.

As condições de trabalho são marcadas pela constante pressão para o aumento da produtividade, já que a forma de pagamento utilizada, em especial para o corte de cana, é baseada na produtividade do trabalhador. Na década de 1980, a média exigida era de 5 a 8 toneladas de cana cortada/dia; em 1990, passou para 8 a 9 toneladas/dia; em 2000 para 10 toneladas/dia e em 2004 para 12 a 15 toneladas/dia (SILVA, 2006b). Como o corte de cana consiste numa atividade repetitiva, um cortador de cana anda em média 4 mil metros por dia e dispõe de 6 a 10 mil golpes de facão. Segundo Rodrigues e Ortiz (2006), esta atividade reduz, em aproximadamente, 10 anos a expectativa de vida do trabalhador.

Apesar do aumento exigido na produtividade, o salário do trabalhador, nos últimos anos, foi reduzido. Na década de 1980, o piso salarial dos cortadores de cana correspondia a 2,5 salários mínimos, ao passo que a remuneração básica atual do cortador de cana é cerca de R\$ 410,00, sendo o salário mínimo de R\$ 380,00. Entretanto, como prevalece nos canaviais o modelo de remuneração por produção, o mesmo trabalhador poderá alcançar uma remuneração entre R\$ 900,00 e R\$ 1000,00, desde que consiga cortar volumes de 10 a 20 toneladas de cana ao dia.

A tabela 1 permite comparar tanto o rendimento médio da agricultura canavieira com outras atividades agrícolas, como o grau de escolaridade dos trabalhadores. Nota-se que a cultura da soja apresenta tanto um rendimento como um grau de escolaridade dos trabalhadores superior às demais lavouras comparadas. Macedo et al (2005) admitem que isso é explicado pelo fato da cultura de soja apresentar um processo de automação superior às demais culturas.

Tabela 1: Rendimento e a escolaridade dos trabalhadores nas principais atividades agrícolas brasileiras

		Arroz	Banana	Café	Cana	Citro	Mandioca	Milho	Soja
Brasil	Rendimento (R\$/mês)	317,50	348,20	357,70	446,60	488,50	218,20	213,70	1.044,20
	Escolaridade (anos)	2,30	3,10	3,60	2,90	3,80	1,80	2,30	4,90
Norte/Nordeste	Rendimento (R\$/mês)	190,50	262,40	282,60	283,10	289,80	210,50	133,10	377,70
	Escolaridade (anos)	1,80	2,50	2,30	2,00	1,70	1,60	1,50	4,20
Centro/Sul	Rendimento (R\$/mês)	788,00	466,60	376,20	678,60	565,50	277,80	326,40	1.071,00
	Escolaridade (anos)	4,40	4,00	3,80	4,00	4,60	3,00	3,20	4,90
São Paulo	Rendimento (R\$/mês)	s/ dados	452,40	635,20	797,10	584,30	s/ dados	620,00	863,90
	Escolaridade (anos)	s/ dados	3,90	5,50	4,20	4,80	s/ dados	3,90	5,80

Fonte: Macedo et al (2005).

A busca por melhores salários, incentivada pelo modelo de produção, tem provocado enormes problemas para a saúde do trabalhador, devido ao excesso de trabalho, no corte de cana, levando inclusive à morte.

Entre os anos de 2004 e 2005, a Pastoral do Migrante registrou 13 mortes, ocorridas supostamente em função do desgaste excessivo da força de trabalho (durante audiências públicas, muitos trabalhadores informaram que a jornada de trabalho diária pode chegar a 18 horas). Estas mortes ocorreram durante ou imediatamente após a jornada de trabalho e, apesar dos trabalhadores apresentarem câimbras, tontura, dores de cabeça e, em alguns casos, sangramento nasal, os atestados de óbito registraram parada cardíaca respiratória como principal causa das mortes (SILVA, 2006b). As informações divulgadas no *site* da Pastoral do Migrante, em julho de 2007, elevam para 19 o número de mortes por excesso de trabalho na atividade canavieira no interior paulista.

Diante destas denúncias, a UNICA (2007a) assume uma posição de defesa do setor, informando que não há condições impróprias de trabalho na produção de açúcar e álcool, uma vez que não há cerceamento de liberdade dos trabalhadores. A entidade afirma ainda dispor de um histórico de cumprimento rigoroso da lei, seguindo as determinações da Organização Internacional do Trabalho (OIT) e da Legislação Penal Brasileira. Ressalta ainda que o Ministério do Trabalho e Emprego não indica o setor como um segmento que utiliza mão-de-obra em condições “análogas às do trabalho escravo”. No entanto, de acordo com a OIT, o setor sucro-alcooleiro responde por 3% dos registros de trabalho escravo no Brasil (SILVA, 2006a).

A UNICA (2007a) aponta que nos últimos dez anos, diversos benefícios foram assegurados para os trabalhadores, entre eles: assistência médica, odontológica, ótica e farmacêutica, seguro de vida, refeição, cestas básicas, vales para refeição e transporte, previdência privada, auxílios doença e funeral, assistência escolar, convênio supermercado e empréstimos financeiros. Rodrigues e Ortiz (2006), porém, ressaltam que os agenciadores

responsáveis pela migração dos trabalhadores, são, na verdade, os financiadores tanto dos recursos necessários para o transporte do trabalhador migrante até a usina, como também dos recursos necessários para a obtenção de gêneros alimentícios. Estes empréstimos configuram um ciclo de endividamento antes mesmo que o trabalhador inicie as suas atividades nas usinas.

Considerações Finais

A contribuição do setor sucro-alcooleiro, que possui uma cadeia de produção complexa e diversificada, para o desenvolvimento sustentável do Brasil é sem dúvida uma questão muito polêmica. Enquanto, de um lado, os defensores do agronegócio, já bem organizados, procuram demonstrar que o setor é sustentável, apresentando uma imagem de produção limpa e ambientalmente correta, de outro, existem evidências que contrapõem esses argumentos favoráveis, embora sejam em geral fragmentadas, pouco sistematizadas.

Este artigo apresenta uma resenha do debate sobre os impactos sócio-ambientais provocados pela produção e consumo do etanol brasileiro. Diante da complexidade de avaliar sustentabilidade, a abordagem aqui se limitou a investigar alguns aspectos da dimensão ambiental e social da produção sucro-alcooleira, que possibilitam confrontar evidências e argumentos em favor do setor com aqueles que acusam danos ambientais e sociais provocados pela atividade canavieira.

Com base nessa confrontação, pode-se afirmar que apesar do investimento em novas tecnologias, como o melhoramento genético e do reaproveitamento, no próprio processo produtivo, dos resíduos resultantes do processamento da cana-de-açúcar e da destilação do álcool, há evidências que comprometem a imagem de sustentabilidade do setor. Assim, pode-se concluir que para o etanol ser conceituado como um “bem ambiental” e vir a se tornar uma *commodity* com potencial de contribuição ao desenvolvimento sustentável do país, além de fatores como incentivos à sua demanda, regulações da sua oferta e padronização das suas características técnicas, os aspectos ambientais e sociais devem ser priorizados de modo que os danos potenciais associados à expansão da sua produção sejam minimizados ou evitados.

Estas são questões recentes as quais certamente carecem de mais pesquisas para sua melhor elucidação. Ainda não existem marcos regulatórios para o estabelecimento de um mercado global para o etanol, assim como também não há definições concretas de como as prováveis pressões ambientais e sociais externas serão internalizadas e monitoradas pelos

principais produtores e exportadores de etanol. Os pontos aqui abordados, de fundamental importância para o setor sucro-alcooleiro e para a economia brasileira, são temas atuais e a serem resolvidos num futuro próximo, cabendo ao setor e à sociedade brasileira uma análise crítica das suas deficiências ambientais e sociais.

Referências Bibliográficas

ALIER, J. M.; SCHLUPMANN, K. **La Ecologia y la Economia**. México: Fundo de Cultura Econômica, 1991.

ANDRADE, S. J. **Investigação sobre a composição química e avaliação da mutagenicidade do material particulado atmosférico sob a influência da fuligem da queima de cana-de-açúcar**. Tese (doutorado em Química) – Instituto de Química – Universidade Estadual Paulista/UNESP, Araraquara, 2004.

ARBEX, M. A. **Queima da biomassa e os efeitos sobre a saúde**. Dez, 2004. Disponível em http://www.jornaldepneumologia.com.br/PDF/2004_30_2_15_portugues.pdf. Acesso em julho, 2007.

BERG, C. **World fuel ethanol: analysis and outlook**. Abril 2004. Disponível em <http://www.distill.com/World-Fuel-Ethanol-A&O-2004.html>. Acesso em: maio 2007.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Norma Técnica P.4231 – Vinhaça – Critérios e Procedimentos para aplicação no solo agrícola**. São Paulo. Jan, 2005.

CORAZZA, R.I. **Reflexões sobre o papel das políticas ambientais e de ciência e tecnologia na modelagem de opções produtivas “mais limpa” numa perspectiva evolucionista: um estudo sobre o problema da disposição da vinhaça**. Maio 2004. Disponível em <http://www.race.nuca.ie.ufrj.br/eco/trabalhos/mesa3/6.doc>. Acesso em: jan. 2007.

CORTEZ, L. A. B. A Expansão do Proálcool como programa de desenvolvimento nacional. **Agrener-GD. VI Congresso Internacional sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural**. Campinas. 2006.

DUFÉY, A.; PRESSER, M. F; ALMEIDA, L. T. **Capacity building in trade and environment in the sugar/bioethanol industry in Brazil**. Pesquisa conduzida pelo Instituto Internacional para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (IIED). Londres, 2007.

FAPESP: Risco de Câncer no Fogo dos Canaviais, São Paulo, n. 99, Maio, 2004.

F.O. LICHT. **World ethanol markets: the outlook to 2012**. London. 2003.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS) – Brasil 2004**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/ids/>. Acesso em: dez, 2006.

IEA. INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **World Energy outlook**. Disponível em <http://www.worldenergyoutlook.org/>. Acesso em: abril, 2007.

INNOCENTINI, A. P. **Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) em água para consumo humano na cidade de Araraquara – SP.** Tese (doutorado em Química) – Instituto de Química – Universidade Estadual Paulista/UNESP, Araraquara, 2006.

INSTITUTO CIÊNCIA HOJE. **O cerrado e a cana: convivência possível?** Disponível em <http://ich.unito.com.br/68529>. Acesso em: jun.2007

LOURENCETTI, C., RIBEIRO, M. L., QUEDA, O. Uso e conseqüências ambientais da vinhaça de cana-de-açúcar: uma breve revisão. **Revista Evidência**. Videira, Santa Catarina. Ano IV, n.1. 2006.

LOURENCETTI, C. **Herbicidas mais empregados no cultivo de cana-de-açúcar no município de Araraquara (SP): desenvolvimento e validação de método de quantificação e avaliação do potencial de lixiviação em solos argiloso e arenoso (área de recarga do Sistema Aquífero Guarani).** Tese (doutorado em Química) – Instituto de Química – Universidade Estadual Paulista/UNESP, Araraquara, 2006.

MACEDO, I. C. et al. **Doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade.** São Paulo: UNICA, 2005.

MACEDO, I.C. **Balço das emissões de gases do efeito estufa na produção e no uso do etanol no Brasil.** Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético da Universidade Estadual de Campinas (NIPE). Campinas, jan. 2004.

MACEDO, I. C. **Greenhouse gas emissions and bio-ethanol production/utilization in Brazil.** Centro de Tecnologia Copersucar (CTC). Piracicaba. Jan 1997.

MAPA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Destilarias/Usinas cadastradas.** Disponível em <http://www.agricultura.gov.br/>. Acesso em: julho, 2007.

MAPA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Brazilian Agroenergy Plan 2006-2011.** Embrapa. Brasília, DF. 2005.

MRE. MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES. **Economia e Negócios.** Disponível em <http://www.mre.gov.br/portugues/noticiario/nacional/selecao>. Acesso em maio, 2007.

NAE. Núcleo de Assuntos Estratégicos. Biocombustíveis. **Cadernos NAE**. Paraná, n. 2, jan.2005.

NOBRE, M. Crescimento econômico versus preservação ambiental: origens do conceito de desenvolvimento sustentável. **In: Desenvolvimento Sustentável: a institucionalização de um conceito.** NOBRE, M. e AMAZONAS, M. C. (eds). Brasília: Edições Ibama, 2002.

PASTORAL DO MIGRANTE. **Mortes nos canaviais e crimes de aliciamento de trabalhadores rurais.** Disponível em: <http://www.pastoraldomigrante.org.br>. Acesso em: julho de 2007.

PIACENTE, F. J. **Agroindústria canavieira e o sistema de gestão ambiental : o caso das usinas localizadas nas bacias hidrograficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí.** Dissertação (mestrado em Desenvolvimento Econômico) – Programa de Pós-Graduação em

Desenvolvimento Econômico – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2005.

RODRIGUES, D.; ORTIZ, L. **Em direção à sustentabilidade da produção de etanol de cana-de-açúcar no Brasil**. Instituto Vitae Civilis. Núcleo Amigos da Terra. Outubro 2006.

ROSSETO, R. A cultura da cana, da degradação à conservação. **Visão Agrícola**, n.1. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. Jan, 2004.

SILVA, M. A. M. A face oculta do agribusiness do açúcar e álcool no Brasil. **In VII CONGRESSO LATINOAMERICANO DE SOCIOLOGÍA RURAL**. Quito. 2006a.

SILVA, M. A. M. A morte ronda os canaviais paulistas. **Revista Reforma Agrária**, v.33, n 2, ago/dez 2006b.

SOUZA, J. G. Problemas do avanço da cana em São Paulo. **Jornal UNESP**, São Paulo, nov de 2007, n. 228. Disponível em: <http://www.unesp.br/aci/jornal/228/cana.php>. Acesso em: novembro de 2007.

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.

UN-ENERGY. **Sustainable bioenergy: a framework for decision makers**. Disponível em <http://esa.un.org/un-energy/pdf/susdev.Biofuels.FAO.pdf>. Acesso em: maio, 2007.

UNICA. União da Agroindústria Canavieira. **Produção e uso do etanol combustível no Brasil: Respostas às questões mais frequentes**. São Paulo. Março, 2007a.

UNICA. União da Agroindústria Canavieira. **Base estatística da produção de álcool e açúcar no Brasil e nas regiões Nordeste e Centro – Sul**. Disponível em: <http://www.portalunica.com.br/referencia/estatistica.jsp>>. Acesso em: março, 2007b.

VIAN, C. E. F.; BURNQUIST, H.; FILHO, J. M. Bioenergy and the rise of sugarcane-based ethanol in Brazil. **Choices**. 2nd. Quarter. Texas, 2006.

VIAN, C. E. F.; MORAES, M. A. F. D.; GONÇALVES, D. B. Progresso técnico, relações de trabalho e questões ambientais na agroindústria canavieira. **In CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL**, 44. Fortaleza, Ceará, 2006. Brasília: SOBER, 2006.

WTO. World Trade Organization, Doha Ministerial Declaration, **Trade and environment**, Geneva, Suíça, 2007. Disponível em http://www.wto.org/english/news_e/news07_e/envir_nov07_e.htm. Acesso em novembro de 2007.

Notas de fim de texto:

ⁱ Uma dimensão de sustentabilidade não tratada neste estudo refere-se à sustentabilidade da base de produção agrícola da cana-de-açúcar, isto é, sua capacidade de resistir a pragas, doenças e variações climáticas. Tomada nesta acepção, a sustentabilidade do setor sucro-alcooleiro é considerada forte, pois o setor tem investido significativamente no desenvolvimento de variedades resistentes e em programas de melhoramento genético da cana-de-açúcar. Entretanto, cabe lembrar que variedades originárias de organismos geneticamente modificados, ainda não autorizadas para a comercialização pelo governo brasileiro, podem vir a sofrer restrições de acesso a mercados onde produtos que contêm OGMs são rigorosamente regulados, como é o caso da União Européia (DUFEY, 2006).

ⁱⁱ Posição de 16/07/2007.

ⁱⁱⁱ Desde a década de 1980 a produção mundial de etanol tem se direcionado para álcool combustível (BERG, 2004). Segundo a F. O. Licht (2003), 68% da produção mundial de etanol é utilizada para este fim.

^{iv} O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPPC) é o órgão das Nações Unidas responsável por produzir relatórios científicos com base na revisão de pesquisas de 2500 cientistas de todo o mundo e que são divulgados periodicamente desde 1988.

^v O bagaço é considerado o principal resíduo da cadeia produtiva da cana; originado após a moagem da cana e da extração do caldo, é composto basicamente por celulose, com 40% a 60% de umidade.

^{vi} A região de Araraquara é responsável por cerca de 8% a 10% da produção total de cana-de-açúcar do estado de São Paulo (UNICA, 2007b).

^{vii} O sedimento foi utilizado como medida do material particulado gerado pela queima da cana-de-açúcar. “Um aumento de 10 mg esteve associado a um risco relativo de terapia inalatória de 1,09” (ARBEX, 2004, p.171). Nos dias mais poluídos este risco foi de 1,20.

^{viii} Este estudo foi elaborado por Ana Flávia Godoi e Ricardo Godoi sob a coordenação de René Van Grieken (Antuérpia) e Mary de Marchi (UNESP).

^{ix} Na época da colheita, a queima da cana impregna o ar de Araraquara, que se torna similar ao ar da cidade de São Paulo nos piores dias de poluição, com material particulado (ANDRADE, 2000 apud INNOCENTINI, 2006).

^x Conforme informação da pesquisadora Prof. Mary Rosa, do Instituto de Química – UNESP/Araraquara em entrevista concedida.

^{xi} Apesar dos possíveis problemas de contaminação do meio e da população, tanto no Brasil como em outros países, a legislação para água potável ainda não fixa limites para o HPA (fenatreno) encontrado na amostra realizada com água potável da região de Araraquara (INNOCENTINI, 2006).

^{xii} A vinhaça ou vinhoto é um resíduo das destilarias, gerada na proporção de 11 a 14 litros para cada litro de álcool destilado. Devido às suas características químicas é resistente a qualquer tipo de tratamento dos usualmente empregados para outros resíduos industriais. Por se tratar de um resíduo altamente poluidor (ácido e corrosivo), seu descarte em rios é proibido por lei (VIAN, MORAES e GONÇALVES, 2006).

^{xiii} Almeida, 1952 *apud* Szmrecsányi (1994).

^{xiv} “Pesticidas, agrotóxicos, defensivos agrícolas, praguicidas e biocidas são denominações dadas a substâncias químicas, naturais ou sintéticas, destinadas a matar, controlar ou combater de algum modo as pragas que atacam, lesam ou transmitem enfermidades às plantas, aos animais e ao homem”. (ZAMBRONE et al, 1986 apud LOURENCETTI, 2006, p.31).