AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
http://ageconsearch.umn.edu
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

BIOENERGIA: POTENCIAIS, PROBLEMAS E DECISÕES PARA A VIABILIZAÇÃO SOCIAL E ECONÔMICA

CARLOS EDUARDO FREITAS VIAN; GUSTAVO INÁCIO DE MORAES;

ESALQ

PIRACICABA - SP - BRASIL

cefvian@esalq.usp.br

APRESENTAÇÃO ORAL

Agropecuária, Meio-Ambiente, e Desenvolvimento Sustentável

Bioenergia: Potenciais, Problemas e Decisões para a Viabilização Social e Econômica[1]
Grupo de Pesquisa: Agropecuária, Meio-Ambiente, e Desenvolvimento Sustentável

Resumo:

A demanda por biocombustíveis está crescendo no mundo todo por conta da preocupação como aquecimento global. Este processo oferece oportunidades para regiões ainda pouco desenvolvidas e para uma parcela de mão-de-obra não qualificada. Por outro lado é uma fonte com densidade energética alta, modifica substancialmente as externalidades negativas produzidas na atual oferta de energia, diminuindo o nível de emissão de gases. Mas por outro lado, existe o potencial de poluição a partir da produção deste novos produtos.

Mas a produção de bio-combustíveis tem sido apontada como uma ameaça à produção de alimentos, na medida em que competirá por terras. Adicionalmente, percebem-se limitações na infra-estrutura de distribuição e na garantia de um fornecimento livre de sazonalidades, fundamental para sua adoção por parte de consumidores.

O objetivo deste artigo, portanto, é expor os problemas e os benefícios e, em paralelo, apontar as correções para se potencializar ao máximo o aproveitamento dos bio-combustíveis. Para preencher este objetivo é realizada uma revisão da literatura do tema.

Optou-se em dividir este artigo em cinco seções, sendo a primeira a introdução. Na segunda seção será apresentado o atual estado dos bio-combustíveis no mundo, destacando seus benefícios e políticas adotadas . Na terceira seção será a ocasião de apresentarmos os problemas que os bio-combustíveis ensejam. Na quarta seção serão apresentadas ações necessárias para maior implementação dos bio-combustíveis e o que já foi proposto para vencer seus problemas. Finalmente, na última seção serão estabelecidos comentários conclusivos à luz do que fora discutido nas seções precedentes.

Palavras-Chave: Bio-Combustíveis, Desenvolvimento Sustentável, Tecnologia

[1] Os autores agradecem o apoio financeiro do CNPQ que viabilizou o projeto de pesquisa que deu origem a este texto.

Abstract:

The demand for biofuels is growing in the all world because of global heating. This process offers chances for regions that are still little developed and for a parcel of not qualified man power. On the other hand it is a source with high energy density, substantially modifies the produced negative externalities of the current offert of energy, diminishing the level of emission of gases. But on the other hand, the potential of pollution from the production of these new products exists.

But the biofuel production has been pointed as a threat to the food production, in the measure where it will compete for lands. Additionally, limitations in the infrastructure of distribution and the guarantee of a constant supply are perceived, basic for its adoption on the part of consumers.

The objective of this article, therefore, is to display the problems and the benefits and, in parallel, to point the corrections to obtain the maximum exploitation of biofuels. To fill this objective a revision of the literature of the subject is carried through.

It was opted in dividing this article in five sections, being the first a introduction. In the second section the current state of bio-fuels in the world will be presented, detaching its benefits and adopted politics. In the third section it will be the occasion to present the problems that the bio-fuels try. In the fourth section necessary actions for bigger implementation of bio-fuels will be presented and what already it was considered to win its problems. Finally, in the last section conclusive commentaries to the light will be established of that it are argued in the preceding sections.

Key Words: BioFuels, Sustanaible Development, Technology

1. INTRODUÇÃO

A preocupação com as externalidades negativas associadas aos combustíveis fósseis assumiu proporções importantes em meados dos anos oitenta. O crescimento do movimento ecológico e a presença dos temas nas agendas políticas tornaram o assunto ainda mais presente no consciente dos formadores de opinião. A consolidação do conceito de desenvolvimento sustentável foi apenas parte de um processo que culminou, enfim, na adoção formal de políticas ambientais por todos os governos mundiais nos anos noventa.

Em paralelo, constatou-se que, provavelmente, a humanidade já poderia, de forma definitiva, ter alterado o ambiente do planeta. A verificação de uma mudança climática tendo como fonte as atividades humanas tem sido o momento em que a humanidade constata que o crescimento econômico anterior deu-se sob uma base energética limitada e frágil.

Dentro desse contexto, uma transição dentro da matriz energética se faz necessária e os denominados bio-combustíveis assumem um papel importante para suprir a demanda de um crescimento econômico contínuo e, em paralelo, oferecer soluções para uma série de problemas que o crescimento econômico, caracteristicamente desequilibrado, costuma produzir.

Nesse particular, os bio-combustíveis oferecem oportunidades para regiões ainda pouco desenvolvidas, oferece ocasião para uma parcela de mão-de-obra não qualificada e, para além de oferecer uma fonte com densidade energética alta, modifica substancialmente as externalidades negativas produzidas na atual oferta de energia, diminuindo o nível de emissão de gases. Por outro lado, a produção de bio-combustíveis tem sido apontada como uma ameaça à produção de alimentos, na medida em que competirá por terras. Adicionalmente, percebem-se limitações na infra-estrutura de distribuição e na garantia de um fornecimento livre de sazonalidades, fundamental para sua adoção por parte de consumidores.

O objetivo deste artigo, portanto, é expor os problemas e os benefícios e, em paralelo, apontar as correções para se potencializar ao máximo o aproveitamento destas novas fontes energéticas, os bio-combustíveis. Para preencher este objetivo é realizada uma revisão da literatura do tema.

Optou-se em dividir este artigo em cinco seções, sendo a primeira esta introdução. Na segunda seção será apresentado o atual estado dos bio-combustíveis no mundo, destacando seus benefícios. Na terceira seção será a ocasião de apresentarmos os problemas que os bio-commbustíveis ensejam. Na quarta seção serão apresentadas ações necessárias para maior implementação dos bio-combustíveis e o que já foi proposto para vencer seus problemas. Finalmente, na última seção serão estabelecidos comentários conclusivos à luz do que fora discutido nas seções precedentes.

2. O MUNDO E OS BIO-COMBUSTÍVEIS. POR QUE USÁ-LOS?

O crescimento econômico a partir da Revolução Industrial foi beneficiado a partir do uso de fontes energéticas densas, como o carvão e posteriormente o petróleo. Essas fontes, de origem fóssil, produzem, todavia uma externalidade negativa, a poluição, notada por vários observadores desde os primeiros tempos do uso dessas fontes (HOBSBAWN, 1995)(HEILBRONER, 1996).

Com o advento do século XX e principalmente com a emergência de Rússia e Estados Unidos no cenário mundial o petróleo passa a, paulatinamente, ocupar um lugar de destaque na matriz energética mundial. Essa transição ocorre, sobretudo ao final da Segunda Guerra Mundial quando, no contexto dos investimentos do Plano Marshall e, também, com a industrialização do Leste Europeu, as plantas industriais dos países europeus adquirem como matéria-prima principal derivados do petróleo (MARTIN, 1989).

Um primeiro problema para o fornecimento estável de petróleo ocorre ainda nos 70 com o controle de preços finalmente efetivado pelo cartel estabelecido na OPEP pelos países árabes, principalmente. Um segundo problema para o fornecimento de petróleo foi a crescente percepção sobre suas externalidades negativas referentes à poluição. A conceituação de desenvolvimento sustentável, a partir do Relatório Brutland, CMDE (1988), e a conferência Rio92 colocaram o problema em novo patamar político.

A situação energética do mundo numa perspectiva até 2030 aponta para necessidades crescentes em todos os setores: transportes, edificações, indústria e geração. Acrescente-se a maior urbanização a estes fatores e percebe-se que a demanda por energia tende a crescer em termos *per capita* e absolutos. Dessa maneira, os bio-combustíveis contribuiriam para diminuir o impacto ambiental dos combustíveis fósseis (ROTHKOPF, 2007).

A percepção a respeito da mudança climática e sua provável causa antropogênica realçou o desafio imposto à formulação de políticas para a matriz energética mundial[2]. Nesse sentido, a política ótima constitui-se em manter o crescimento econômico sem, todavia abrir mão da transição energética rumo a uma matriz energética que proporcione menor nível de emissões de poluentes. Ao mesmo tempo, tanto melhor, se possível, nesse processo é possível corrigir algumas desigualdades surgidas no processo de crescimento econômico.

Antes do recente *boom* dos bio-combustíveis, iniciado ao redor do ano de 2002, experiências com a produção e utilização de etanol podem ser encontradas no continente

[2] As evidências de uma mudança climática com causas antropogênicas pode ser verificada em:

americano (Brasil[3], Argentina, Costa Rica) e no continente africano, experiências que provam que com incentivo estatal direcionado os programas de substituição de combustíveis podem lograr sucesso. Para os bio-combustíveis, entretanto, um alto investimento inicial e altos custos de transporte já eram obstáculos notados no final da década de oitenta (GOWEN, 1989).

Nos últimos anos o processo de produção dos bio-combustíveis tem se concentrado na eficiência do aproveitamento de materiais residuais. A segunda geração de bio-combustíveis diferencia-se da primeira exatamente nesse ponto, pois realiza um processamento adicional da celulose contida na biomassa, nas primeiras etapas da tecnologia: o pré-tratamento e a hidrólise.

Os bio-combustíveis atualmente concentram-se no etanol derivado da cana-de-açúcar e do milho, ao passo que as experiências bem-sucedidas com o biodiesel são predominantemente européias e asiáticas e concentradas na canola e óleo de palma, respectivamnte. O quadro 1, a seguir, situa em países selecionados a cultura agrícola voltada para a produção de biocombustíveis, a origem do investimento e o atual foco da pesquisa e desenvolvimento. Por ele, é possível perceber um atraso por parte dos países africanos e latino-americanos naquilo que diz respeito a ações de pesquisa & desenvolvimento. Por outro lado, são esses países os que apresentam o maior potencial de diversificação da produção de bio-combustíveis.

QUADRO 1 – SITUAÇÃO DOS BIOCOMBUSTÍVEIS EM PAÍSES SELECIONADOS: PRODUTOS, INVESTIMENTO E ORIENTAÇÃO DE P&D

PAÍS	***Cultura/Potencial (Combustível)***	***Natureza do Investimento***	***Foco da Pesquisa & Desenvolvimento***
ÁFRICA			
Moçambique	Cana-de-Açúcar (Etanol) Pinhão (Biodiesel)	Público	Pequenas Ações são Desenvolvidas
África do Sul	Milho (Etanol) Cana-de-Açúcar (Etanol) Mandioca (Etanol)	Público Privado Interno	Energias Renováveis em Geral
Zâmbia	Cana-de-Açúcar (Etanol)	Privado Externo	Pequenas Ações são Desenvolvidas
OCEANIA / ÁSIA			
Austrália	Sorgo (Etanol) Cana-de-Açúcar (Etanol) Trigo (Etanol)	Privado Externo	Desenvolvendo novas variantes de Bio-Diesel.
China	Grãos (Etanol)	Público	Energias Renováveis em Geral
Índia	Cana-de-Açúcar (Etanol) Pinhão (Biodiesel)	Público Privado Interno	Bio-Diesel a partir do Pinhão
Japão	Óleo de Resíduos (Bio-Diesel)	Privado Interno	Tecnologias de Conservação
Malásia	Óleo de Palma (Bio-Diesel)	Público Privado Interno	Aplicação do Bio-Diesel em aperfeiçoamentos dos veículos
Tailândia	Cana-de-Açúcar (Etanol) Óleo de Palma (Bio-Diesel)	Público Privado Interno Privado Externo	Viabilização de Indústrias de Bio-Diesel

[3] Desde os anos 20 (Leite, 1996)

AMÉRICAS			
Argentina	Cana-de-Açúcar (Etanol) Soja (Bio-Diesel) Girassol (Bio-Diesel)	Público Privado Interno	Desenvolvimento e Viabilização de Bio-Diesel
Venezuela	Cana-de-Açúcar (Etanol) Semente Palma (Bio-Diesel)	Público	Pequenas Ações são Desenvolvidas
AMÉRICA CENTRAL & NORTE			
Costa Rica	Cana-de-Açúcar (Etanol) Óleo de Palma (Bio-Diesel)	Público Público/Privado Externo	Desenvolvimento e Viabilização de Bio-Diesel
Canadá	Grãos (Etanol) Óleo de Canela (Bio-Diesel)	Privado Interno	Desenvolvimento e Viabilização de Bio-Diesel; Etanol a Partir de Recursos Florestais
México	Cana-de-Açúcar (Etanol) Sorgo (Etanol) Milho (Etanol)	Público Privado Interno	Energias Renováveis em Geral
EUA	Milho (Etanol) Soja (Bio-Diesel)	Público Privado Interno	Energias Renováveis em Geral
EUROPA			
França	Açúcar de Beterraba (Etanol) Trigo (Etanol) Canola (Bio-Diesel) Girassol (Bio-Diesel)	Público Privado Interno	Energias Renováveis em Geral
Alemanha	Canola (Bio-Diesel) Açúcar de Beterraba (Etanol)	Público Privado Interno	Energias Renováveis em Geral
Itália	Canola (Bio-Diesel) * Açúcar de Beterraba (Etanol)	Público Privado Interno	Energias Renováveis em Geral
Polônia	Batata (Etanol) Centeio (Etanol)	Público Privado Interno	Energias Renováveis em Geral
Rússia	Recursos Florestais (Etanol)	Privado Interno	_
Espanha	Óleos Vegetais (Bio-Diesel) Cereais (Bio-Diesel)	Privado Interno	Energias Renováveis em Geral
Suécia	Canola (Bio-Diesel)	Público Privado Interno	Energias Renováveis em Geral
Reino Unido	Canola (Bio-Diesel) Óleo de Palma (Bio-Diesel) * Óleo Vegetal Reciclado (Bio-Diesel)	Privado Interno	Energias Renováveis em Geral

* - Importada
Fonte: Rothkopf (2007)

Além da liderança tecnológica e know-how de políticas públicas, o Brasil apresenta uma posição privilegiada, visto que junto com o continente africano o país é o único exportador

líquido de etanol. Não bastasse sua liderança tradicional na implementação de políticas, o Brasil ainda possui um potencial único para a expansão das atividades agrícolas ligadas aos bio-combustíveis por: dispor de terras agricultu ráveis e tecnologia madura. Estes dois fatores são os primordiais para o alcance de um preço competitivo frente aos combustíveis fósseis. Em paralelo, não há nenhum prejuízo para a produção de alimentos.

Para Canadá, México e EUA o consumo de biomassa no total da matriz energética ainda se encontrava em percentuais baixos no início dos anos noventa e era principalmente destinada ao consumo do setor industrial. A política para o consumo de biomassa como fonte energética é iniciada em 1978 no Canadá, recorrendo a importações. Entretanto, logo assumiram um caráter de estímulo à pesquisa tecnológica e desenvolvimento interno da produção. Nos EUA, as primeiras legislações estabelecendo incentivos à energia derivada da biomassa também se localiza em 1978. Durante os anos oitenta foram abandonadas, para serem retomadas a partir de 1992, principalmente com incentivos fiscais para o consumo e incentivos para a pesquisa (KLASS, 1995).

No Canadá um programa de adoção do etanol foi instituído em 2003 e reforçado por incentivos fiscais a partir de 2006, almejando-se o alcance de consumo equivalente a 5% dos combustíveis em 2010. Em paralelo, subsídios foram programados a fazendeiros e para pesquisa e desenvolvimento, com a finalidade de garantir uma oferta firme do produto (FERGE, 2007). As necessidades de pesquisa e desenvolvimento são urgentes já que para substituir 10% do consumo de combustíveis para transporte o Canadá necessitaria plantar 36% de sua área arável, enquanto no Brasil o mesmo implicaria usar apenas 3% da área arável (New Scientist, *apud* FERGE, 2007, p. 5).

Na União Européia, além da importância política que o assunto mudança climática assume a preocupação central gira em torno do setor de transportes, responsável por 67% do consumo de petróleo da região (BERNARD *ET AL*., 2007). Desse modo, uma política de bio-combustíveis orienta-se para o seu uso no setor de transportes, principalmente, evitando ao mesmo tempo as caras importações de petróleo. Há que se considerar ao mesmo tempo a potencial substituição de petróleo por gás natural, que demandaria tecnologia acessível. Mas, como o gás natural é igualmente um recurso fóssil, com alto teor de emissões, sua utilização deverá se concentrar no setor industrial, onde sua utilização seria mais eficiente do que no setor de transportes.

A expansão dos biocombustíveis desde meados dos anos noventa, na União Européia, encontra-se em torno de 9% para finalidades de geração de eletricidade. Em paralelo, é notado que o desenvolvimento da utilização da biomassa, pela experiência européia, passa essencialmente por seis fases: o primeiro constituído pela sistematização da coleta de resíduos; a segunda fase passa pela utilização local de recursos agrícolas e/ou florestais, com o conseqüente desenvolvimento da infra-estrutura; a terceira fase passaria pelo aproveitamento de economias de escala no transporte, desenvolvimento de um mercado regional e maior capacidade de processamento aliada a uma conversão em energia mais eficiente; a quarta fase seria compreendida pelo desenvolvimento de mercados nacionais e integração da logística, sendo possível já nesta fase serem observadas quedas nos preços; na quinta fase, o mercado cresce além-fronteiras e surgem os primeiros conflitos a respeito de comércio internacional, envolvendo quotas e subsídios; finalmente, na sexta fase, o mercado se consolida com plantações dedicando-se exclusivamente aos bio-combustíveis (FAAIJ, 2007).

Jull *et al.* (2007), como complemento, realiza uma pesquisa sobre os instrumentos institucionais utilizados na promoção dos bio-combustíveis ao redor do mundo. Naquilo que

diz respeito ao comércio internacional, a principal questão ainda é um acordo que logre encerrar os subsídios e tarifas de proteção para a agricultura e, como conseqüência, possibilite um comércio maior de etanol e bio-combustível. Entretanto, os combustíveis renováveis ainda são considerados produtos industrializados, mesmo que sua matéria-prima seja agrícola. Desse modo, as negociações comerciais podem, no limite, inverter o fluxo natural Sul-Norte da produção e comercialização de bio-combustíveis. É necessário, portanto para um funcionamento a contento, no futuro, re-classificar os produtos derivados de bio-combustíveis na pauta internacional.

Todavia, a adoção de bio-combustíveis não é uma ação que apresenta apenas externalidades positivas. Na próxima seção serão apontados e discutidos os alegados problemas relacionados à adoção de biocombustíveis.

3. PROBLEMAS NA ADOÇÃO DOS BIO-COMBUSTÍVEIS

Uma das principais preocupações com a produção de bio-combustíveis é a possibilidade das culturas competirem por terras com a produção destinada aos alimentos. Como conseqüência, seria notado um encarecimento no preço de alimentos, agravando o problema de distribuição destes, especialmente nas regiões mais pobres. Este ponto é alertado em FAO (2007) que destaca o efeito sobre a segurança alimentar.

Há um reconhecimento desta externalidade negativa sobre o preço dos produtos agropecuários em Kruse *et al.* (2006), analisando o caso americano. Por outro lado, a eliminação dos subsídios internos destinados aos bio-combustíveis e, em paralelo, o aumento das alíquotas de importação poderiam, além de desestimular a produção de bio-combustíveis, reduzir a renda do setor agropecuário americano. Segundo o estudo, para o período compreendido 2011 e 2016 o setor agropecuário perderia cerca de US$ 3 bilhões por ano, justificando a manutenção das vantagens concedidas aos bio-combustíveis. Poderia se dizer, em acréscimo, que o setor agropecuário americano já desfruta de uma posição privilegiada, no que diz respeito à renda, em relação aos demais setores da economia.

Berndes *et al.(*2007) sintetiza a necessidade de terras no contexto europeu para a produção dos bio-combustíveis, dividindo o continente entre os países do Leste Europeu[4] e os 15 países que constituíam a União Européia até 2003. Naqueles, é estimada uma área de 2 milhões de hectares em 2010, enquanto nos últimos a área alcançaria 8 milhões de hectares, ou 10% da área cultivável e área de cultura permanente. Em 2020 e 2030 o percentual de ocupação dessas áreas saltaria para 30% e 40%, respectivamente nas duas regiões consideradas. O custo de produção, todavia, seria maior na região da União Européia original**.** Deve-se destacar, contudo que os países do Leste possuiriam condições de se tornarem exportadores líquidos, além de sua produção ter uma capacidade maior de absorção da mão-de-obra.

Ainda na União Européia, a adoção dos bio-combustíveis na França segue a orientação da política estabelecida para o continente. Bernard *et al.* (2007), no entanto, aponta que pelas metas traçadas pelo governo francês haveria necessidade de uma ampliação considerável das áreas ocupadas com culturas voltadas para a produção de bio-combustíveis. Desse modo, considera inevitável a competição entre áreas dedicadas à agricultura e áreas dedicadas à agro-energia. A necessidade de áreas adicionais cresceria, sobretudo após 2008, quando as metas tornam-se mais ambiciosas, no contexto de metas de emissões mais fortes. Ao mesmo tempo, indicam que a taxa de isenção para os bio-combustíveis poderia ser menor, na medida em que

[4] CEEC – Central and Eastern European Countries.

os preços do petróleo mantenham-se em patamares elevados, diminuindo os incnetivos e minimizando, em paralelo, a competição com alimentos.

Na Itália, também, calculou-se que um terço da área disponível para a agricultura seria necessária para que se atinjam os objetivos propostos pela União Européia. Os impactos, para além da elevação dos preços dos produtos agropecuários, seriam a maior importação de alimentos, com repercussões sobre a conta corrente e também redução do faturamento do país com energia no caso de estabelecimento de subsídios. De outra parte, o desenvolvimento das áreas rurais no contexto de produção de bio-combustíveis poderia ser alcançado com outras políticas, especialmente o desenvolvimento de produtos orgânicos, desmistificando os instrumentos tradicionais como sem alternativa (RUSSI, 2007).

Ainda no contexto europeu, para o território da República Checa, Lewandowski *et al.* (2006), acredita que a produção de bio-combustíveis em 2030 seja capaz de prover a demanda interna e exportar uma grande quantidade para a União Européia. Com efeito, é possível caracterizar estes novos países da União Européia como economicamente complementares as economias industriais dos países fundadores. Para o estudo a produtividade agrícola e a disponibilidade de terras se constituem nas variáveis decisivas para determinar a capacidade de produção e o sucesso da estratégia. Adicione-se que um acréscimo na capacidade de conversão seria importante para requerer uma área de produção menor, fator intimamente ligado ao desenvolvimento de novas tecnologias.

Realizando uma análise de equilíbrio parcial, Ignatiuk *et al.* (2006) examina o problema da competição por terras entre produção para energia de bio-combustíveis e produção de alimentos. Desenhando um cenário onde existem subsídios para o uso de combustíveis alternativos e, ainda, taxas para uso de combustíveis fósseis para o contexto polonês os autores simulam alíquotas. Concluem que alíquotas líquidas idênticas para ambas as modalidades resultaria na redução de terras dedicadas à agricultura, embora do ponto de vista ambiental fosse uma política superior. Todavia, a adoção de uma alíquota de 10% sobre o uso de combustíveis fósseis e de um subsídio de 25% para a produção de bio-combustíveis, estes seriam capazes de ocupar até 7,5% da geração de eletricidade e, em paralelo, as terras dedicadas tanto a agricultura como a produção de bio-combustíveis se expandiriam.

Saltando para o contexto asiático, a necessidade de terras para a produção de bio-combustíveis na Índia é avaliada por Sudha *et al*. (1999). Destacando um cenário onde o país torna-se importador de alimentos entre os anos de 1990 e 2030, em função de seu crescimento populacional, calcula-se que a área disponível para a produção de biomassa seria de 43 milhões de hectares. A maior parte localiza-se dentro das zonas agro-ecológicas (26 milhões) e a menor parte em áreas que não concorrem com a produção de alimentos (3 milhões em pastagens e 14 milhões em áreas não disponíveis ao cultivo). Para a Índia, a produção total de biomassa dependeria intimamente da produtividade a ser alcançada nas terras escolhidas para a produção. Assim, as forças de mercado e os incentivos que o governo poderia conceder teriam um papel crucial na determinação de quais terras seriam ocupadas e, por conseqüência, se haveria competição com alimentos.

No contexto das áreas tropicais, Costa (2004) propõe o uso das terras degradadas de áreas florestais como alternativa para a produção de culturas destinadas aos bio-combustíveis. No caso específico da Amazônia, o resultado social e econômico seria altamente favorável, com um acréscimo de renda da ordem de US$ 2 mil a US$ 3 mil por família, paralelo a possibilidade de assentamento de 200 mil a 300 mil famílias e, ainda, evitar emissões de gás carbônico. Esses números referem-se apenas ao entorno de Carajás, e dizem respeito a uma

área que requereria no mínimo 2 milhões de hectares e no máximo 3,2 milhões de hectares. Esses números representam uma simulação para o óleo de palma, portanto, dependendo da escolha do produto os números, especialmente o da mão de obra pode variar consideravelmente.

Dias (2007) comenta as dificuldades na distribuição dos bio-combustiveís em um país como o Brasil. O custo de produção estaria demasiadamente ligado à logística envolvida no transporte, de modo que no seu entender nenhuma matéria-prima deveria viajar mais do que 200 quilômetros até o mercado consumidor. Ademais, criticando o sistema de leilões como um caminho para o monopólio, já que neles grandes quantidades são leiloadas, perfazendo um caminho já traçado por todas as demais fontes para uso no transporte. Em paralelo, a frota nacional ainda precisaria de soluções técnicas para o uso pleno do biodiesel como carburante.

Ainda naquilo que diz respeito ao Brasil, aponta-se que há uma ausência de coordenação entre o setor privado e o setor de pesquisa, concentrado nas universidades e financiado pelo setor público, comprometendo o alcance de metas de longo prazo orientadas pelos mercados. Nota-se também que a infra-estrutura, especialmente voltada para exportação, necessita de modernização e ampliação da capacidade, investimentos que demandam algum preparo prévio e que não têm sido percebidos. Naquilo que diz respeito ao bio-diesel é importante notar que parte de suas potencialidades estão ligadas ao desenvolvimento da zona rural brasileira e erradicação da pobreza. Um desafio, todavia, é integrar as áreas produtoras com os centros consumidores. A despeito desse problema, emerge também considerações sobre a ocupação de zonas ambientais como o cerrado e a floresta amazônica para sua produção. Entretanto, para a viabilização de sua produção serão necessários ainda desenvolver coordenação entre os agentes participantes e uma estrutura de crédito adequada (ROTHKOPF, 2007).

Adeeb (2004) aponta para a possibilidade da predominância dos bio-combustíveis como fonte energética para transporte ser transitória. Um cenário possível, na sua visão, seria a predominância destes até meados de 2020, para então ser superado pelo gás natural[5] e pelo hidrogênio, que se tornaria a fonte mais importante a partir de 2030. De qualquer maneira, a participação de bio-combustíveis em 2050 encontraria-se ao redor de 8%, um patamar expressivo comparado aos níveis atuais. No entanto, tais considerações dependem da evolução tecnológica, algo difícil de extrapolar, em que pese os esforços dos institutos de pesquisa nessa direção.

Mesmo para o cenário de adoção maciça de bio-combustíveis como fonte para transporte, Demirbas *et al.* (2006) aponta que algumas tecnologias terão que se desenvolver comercialmente para que a demanda projetada para os bio-combustíveis possa ser atendida. Particularmente, a recuperação de componentes puros do complexo bio-óleo é apontada como tecnicamente possível, porém economicamente ainda inviável. Deste modo, é possível visualizar uma terceira geração de bio-combustíveis.

Outra crítica muito presente é o fato de que mesmo a produção dos bio-combustíveis pode incorporar o uso de energia fóssil. Nesse sentido, as lavouras que se utiliza de baixo nível de insumos são consideradas aquelas que, no seu ciclo de produção, recorrem a um nível inferior de emissões (LETTENS *ET AL.*, 2003). Mas como já se apontou nos parágrafos

[5] Mais uma vez, no caso do gás natural seria ideal que as políticas energéticas priorizassem seu uso industrial.Por ser uma fonte que provoca menos emissões e possui um poder calórico grande seu uso para transporte seria ineficiente, considerando a capacidade de substituição.

anteriores a produtividade é um fator chave nas culturas voltadas para bio-combustíveis, sendo difícil considerar a eliminação, mesmo que parcial da utilização dos fertilizantes.

Como exemplo desse balanço entre produção de bio-combustíveis e emissão de gases pode-se apontar a fabricação do etanol brasileiro. Macedo (1998) assinala a emissão de gases como o metano e o óxido de nitrogênio. Entretanto, por suas argumentações é possível enxergar que as emissões diminuíram no período localizado entre 1985 e 1995, fruto da interação de duas tendências. A primeira, no sentido de incrementar as emissões, é conseqüência direta do crescente grau de mecanização da agricultura. Todavia, mais do que compensando esta tendência a maior eficiência na conversão e menores emissões no transporte acabaram por reduzir as emissões totais.

Destacando, também, a baixa eficiência que a agricultura teria em converter a energia solar em poder automotivo e as emissões envolvidas no processo de produção das lavouras correspondentes, Reijnders *et al.* (2006) não encontra vantagens na produção de bio-combustíveis na Europa. Ainda preocupado com as emissões envolvidas no processo, o trabalho alerta que a conta de emissões líquidas pode se tornar negativa se considerado o avanço da produção sobre áreas originais de floresta e a natural liberação de carbono.

Por outro lado, Janulis (2004) destaca o consumo de energia durante o ciclo de vida do bio-diesel as condições climáticas e, também, as tecnologias utilizadas no processamento. Novas tecnologias, sobretudo, podem colaborar bastante para que o balanço de energia seja mais vantajoso, confirmando as impressões de Macedo (1998) para o etanol brasileiro. A utilização de bio-fertilizantes na produção de matéria-prima, ainda incipientes, colaboraria substancialmente, bem como a adoção de conservação química de grãos.

Como um adendo, Li (2007) lembra, invocando a segunda lei da termodinâmica, que nenhuma fonte energética seria neutra frente ao meio-ambiente, de qualquer maneira. Assim, a diversificação da matriz energética contribui para que os impactos sejam balanceados e, em paralelo, contribui para a segurança energética das sociedades.

Diante dos problemas apontados a viabilização do uso dos bio-combustíveis pode ser mais bem planejada. Tendo isto em vista, na próxima seção discutiremos quais as ações que auxiliariam na conquista dessa diversificação e quais propostas podem ainda tornarem-se viáveis.

4. AÇÕES E PROPOSTAS ENCORAJADORAS

As propostas para viabilização dos bio-combustíveis e superação dos principais problemas associados com sua adoção residem basicamente em duas categorias de ação: uma por avanços tecnológicos, visando principalmente o aumento da eficiência e outra ainda associada a medidas institucionais, tais como incentivos e subsídios públicos e/ou reformas dos códigos públicos, especialmente o tributário.

No caso da tecnologia, é possível por este instrumento tanto reduzir a necessidade de terras, com aumentos permanentes da produtividade, como diminuir a emissão de gases do efeito-estufa no processo de fabricação de bio-combustíveis pela adoção de novas técnicas. Entretanto, a orientação prioritária das pesquisas não aponta para esta direção, sendo direcionadas para o aperfeiçoamento das técnicas de consumo de combustíveis não poluentes.

Quanto aos incentivos tributários, estes são orientados atualmente para a viabilização do consumo final de bio-combustíveis. Com esse objetivo, são oferecidas vantagens para a produção, agravando o problema da competição de terras com os alimentos. De outra parte, outras modalidades de subsídios justificam-se, sobretudo, para que o consumidor final seja

incentivado a utilizar os bio-combustíveis ao invés dos recursos fósseis. Essas modalidades de subsídios ignoram o problema da distribuição, ainda um gargalo importante para a comercialização dos produtos e não ataca o problema da estrutura industrial, com coordenação frágil entre os elementos da indústria.

Korbitz *et al.* (2003) realiza um apanhado da situação mundial em matéria de políticas de bio-combustíveis. Utilizando-se de questionários enviados aos principais agentes envolvidos na formulação de políticas para o setor energético. Em comum, a todos os países, os autores notam que a principal motivação na adoção dos bio-combustíveis é a redução de emissões de gases. Na Europa, especificamente, é possível notar além de diferentes esquemas de tributação e subsídios para comercialização pura ou com mistura em diesel, uma preocupação com a logística de comercialização dos bio-combustíveis. O incentivo tem sido principalmente direcionado à mistura em proporções reduzidas junto ao diesel. Nos países da América podemos encontrar, além da idealização de subsídios e tributos, incentivos à instalação de plantas de processamento, notadamente nos EUA, Brasil e Argentina. As atividades de pesquisa & desenvolvimento, todavia, têm sido incentivadas em todos os paises importantes na produção de bio-combustíveis, mas principalmente na Alemanha, França, Brasil, EUA e Austrália.

4.1 – Avanços e Propostas Referentes à Tecnologia

A indústria do aproveitamento dos recursos naturais (bio-tecnologia em geral) tem sido apontada por muitos analistas como o setor capaz de gerar as inovações mais expressivas no presente e no futuro próximo. Nesse sentido, Ragauskas *et al*. (2006) insere a produção de bio-combustíveis em um contexto de mudança de paradigma na indústria, como uma das mais prósperas para inovações, de produto e processo. Entretanto, novas tecnologias ainda precisariam de um esforço adicional de pesquisa e desenvolvimento para ampliar a atuação para a produção de materiais em geral. O esforço reclamado em pesquisa e desenvolvimento já é notado, uma vez que os investimentos da indústria situavam-se em US$ 5 bilhões na média do período entre 1995 e 2004 e a perspectiva é que em 2010 alcancem US$ 100 bilhões. Embora, esse montante seja o total destinado às atividades gerais espera-se que estes investimentos ampliem o conhecimento técnico sobre a aplicação dos bio-combustíveis gerando um efeito em cadeia, onde a descoberta de novas tecnologias atraia maior volume de investimentos (ROTHKOPF, 2007).

Schell *et al.* (2008) enfatiza que sub-produtos podem surgir no processo industrial de processamento dos bio-combustíveis, tornando possível agregar maior valor à produção. Esforços adicionais em pesquisa e desenvolvimento deverão ser concretizados e ainda restaria sua viabilização operacional através da adaptação nas unidades consumidoras e um transporte adequado, qualquer que seja o país ou região considerada. Todavia, acrescente-se, ainda é uma linha de pesquisa na infância.

Hagerdal *et al.* (2006) também alerta para a necessidade de avanços técnicos para que a oferta de combustíveis fundamentados em biomassa permaneça firme. Entre esses avanços o aperfeiçoamento da tecnologia de fermentação, do metabolismo da enzima e do processo geral de produção. A biomassa derivada da lignocelulose também poderá ser aproveitada em escala industrial brevemente. É nesse aspecto que muitos analistas detêm-se na possibilidade, ainda distante, de uma terceira geração de bio-combustíveis.

Lange *et al.* (2001) aponta a menor volatilidade das propriedades dos bio-combustíveis frente ao diesel como uma vantagem. O estudo aponta que o bio-combustível em geral, a partir de qualquer planta, tem propriedades compatíveis com o diesel. Todavia, permanece o problema do uso de bio-combustíveis sobre condições de clima extremamente frio, sendo, porém possível superar o problema por meio da complementação por aditivos. Ressalte-se que tais aditivos derivariam ainda de produtos fósseis acrescentando emissões não apenas na produção, mas também no consumo final.

De uma forma geral, o aproveitamento de bio-combustíveis na atividade industrial ainda é incipiente e a competição de preços com os recursos fósseis é mais intensa do que no setor de transportes. O desempenho técnico dos bio-combustíveis para caldeiras tem agradado nos testes realizados e com a possibilidade de aperfeiçoamento. Seu desempenho aparentemente é semelhante ao petróleo e conquanto as emissões de óxido de nitrogênio tenham sido superiores, aquelas relativas ao gás carbônico foram menores. No entanto, é reconhecido que o custo econômico do bio-combustível ainda é um obstáculo frente, por exemplo, ao óleo diesel e ações no nível do sistema de tributação seriam necessárias para esse aproveitamento (CARRARETO *ET AL.*, 2004).

Em um enfoque de produção em pequena escala, os combustíveis originados a partir da biomassa têm sido apontados como promissores na área rural de Bangladesh. Com efeito, após uma utilização que logrou alcançar uma escala significativa para fontes como a energia solar e a hidroeletriciade, sendo destacado principalmente que a instalação de um forno, com rendimento superior, em escala comercial foi viabilizada nas áreas rurais (ISLAM *ET AL.*, 2006).

Bathia (1985) já destacava que dentro da agricultura do sub-continente asiático, uma expressiva parcela da energia requerida era produzida na própria unidade de produção, em meados dos anos setenta, sendo os resíduos e a força animal os principais responsáveis por essa produção energética. Entretanto, a introdução de técnicas mecanizadas contribui para um declínio recente desta produção autônoma de energia, ampliando em paralelo as emissões dos setor agropecuário. Reforça, portanto, a percepção que a produção de bio-combustíveis se daria com níveis de emissões mais altos, já na primeira etapa da cadeia.

Costa (2004) destaca que para os projetos de culturas voltadas para a produção de bio-combustíveis serem viabilizados, serão necessários alguns esforços de pesquisa adicionais, sobretudo os ligados ao alcance de maiores produtividades. Com efeito, Macedo (2007), por exemplo, relata que a produtividade das lavouras de cana-de-açúcar, utilizadas para a produção de etanol, no Centro-Sul do Brasil era de 84,3 toneladas por hectare na safra de 2003-2004. Todavia, a produtividade da cana-de-açúcar em outras áreas do Brasil e na própria região Centro-Sul frequentemente tem sido estimada como maior[6].

Por fim, Ometto *et al*. (2007) aponta que muitas das externalidades negativas na produção de etanol no Brasil estão sendo resolvidas através da integração de unidades produtoras. A integração da cadeia produtiva e a produção conjunta de combustíveis, alimento e eletricidade têm um retorno estimado de cinco anos. Mas mais importante, a conexão seria especialmente fundamental para a redução das emissões líquidas do setor, ao sequestrar carbono com culturas diversificadas e esforços adicionais de eficiência energética.

4.2 – Avanços e Propostas Referentes a Impostos/Subsídios, Organização Industrial, Uso do Solo /Uso da Terra

[6] Ver Assad (2007).

A adoção de impostos e subsídios têm sido uma prática corrente e a mais popular para o incentivo de bio-combustíveis. Os esquemas tributários verdes, todavia, conjugando uma série de instrumentos são raros, predominando ações isoladas dentro de um esquema mais tradicional de organização tributária.

No contexto sueco, Brannlund *et al.* (2001) examina, a partir da função de produção estimada para usinas de aquecimento, os efeitos de impostos adicionais. O programa sueco, iniciado em 1997, de incentivo aos bio-combustíveis faz largo uso de impostos e incentivos financeiros, objetivando menores níveis de emissões. Como constatam os autores, todavia, o programa deveria focalizar novos esquemas tributários. Consideram especialmente ineficiente utilizar limite de emissões associados a esquemas tributários.

Hung (2007) relata a experiência, bem-sucedida, na tributação das emissões de veículos em Hong Kong. Responsáveis por 90% da poluição atmosférica da cidade, as emissões do setor transporte foram atenuadas a partir de um programa do governo local, incentivando o uso de outras fontes como gás natural e bio-diesel. A curiosidade notada é o fato de a cidade depender de uma cadeia de fornecedores distantes, não sendo capaz de incentivar produtores rurais próximos a abastecerem com matéria-prima as usinas de processamento.

Em Cuba, tradicional produtor de cana-de-açúcar, o aproveitamento de resíduos do produto agrícola ainda é relativamente incipiente. Pippo *et al.* (2007) estima que a tonelada do bagaço poderia alcançar US$ 27,7, ao passo que para todos os resíduos combinados da cana a tonelada chegaria a US$ 22,86. Concluem que os investimentos para a co-geração e o aproveitamento deste potencial é demasiado alto e o retorno longo. Um dos problemas, também, que permanecem, é o da estocagem fora da época de colheita, gerando uma insegurança na expansão da adesão a este tipo de energia no país. Deste modo, qualquer sistema energético capaz de aproveitar o potencial dos resíduos dependeria fortemente de subsídios para se viabilizar. Ironicamente, apesar do país possui um baixo consumo per capita de combustível este consumo é dependente de petróleo fornecido por países como a Venezuela, que o oferece abaixo do preço de mercado ao país.

Em relação à aplicação de subsídios e tributação para estímulo dos bio-combustíveis, Rozakis *et al.* (2001) estuda os impactos na França, considerando o equilíbrio entre a oferta e a demanda. Através de uma modelagem de programação linear, os autores observam que considerando três objetivos (de garantir um preço adequado aos produtores primários, os melhores níveis de isenção e configurações técnicas adequadas) os níveis praticados pelo governo francês estariam maiores do que aqueles considerados ótimos. Os níveis de isenção seriam ainda menores se considerado como objetivo principal o gasto público, somando-se aos demais objetivos.

Para a região da Toscana, Itália, Bernetti *et al.* (2004) destaca o potencial de aproveitamento das áreas montanhosas da localidade como base da produção de matérias-primas para bio-combustíveis, sobretudo, derivada das florestas da região. Um mérito deste trabalho é avaliar a viabilidade econômica de firmas hipotéticas instaladas para a produção de matéria-prima. Os efeitos macroeconômicos poderiam ser sentidos no acréscimo de empregos e nos novos investimentos.

Outro país preocupado em incrementar rapidamente a utilização dos bio-combustíveis é a Alemanha. Tal como em outros países, notadamente EUA, existem cooperativas de produção que convivem com grandes produtores individuais. A recente adoção de metas tendo como prazos os anos de 2010 e 2015 é certeza da presença de investimentos novos, já que a atual

capacidade não seria suficiente para o atendimento das metas. Entretanto, a coordenação entre os diferentes níveis de produção (fazendeiros e processadores) seria um pré-requisito necessário e a principal ação nesse momento de expansão. Para os fazendeiros, certamente a cooperação passa pela garantia de preço, ao passo que para o processamento a redução dos custos de transporte é a questão principal (DAUTZENBERG *ET AL*., 2008). A associação de produtores em esquemas cooperativos, com novas configurações frente a novos processos e novos produtos, pode gerar vantagens expressivas. Downing *et al.* (2005) avalia os esquemas cooperativos através de preços, produção e conduta e sugere que no campo da bio-energia ainda há espaço para o desenvolvimento das atividades cooperativas. Acrescente-se, que a garantia (ou sinalização) de preço poderia ser facilitada com a difusão de mercados futuros das matérias-primas de bio-combustíveis, algo perfeitamente operacional.

Na Turquia as culturas que apresentaram maior valor calorífico pela ordem foram milho, trigo e algodão. Ademais, calculou-se que o potencial de geração através dos resíduos agropecuários e animais representaria até 27% do consumo energético do país. Contudo, incentivos ou regras que estimulem o uso desse potencial ainda são mínimos e poderiam, principalmente, ser direcionados ao uso em pequenas-escalas (OZTURK ET AL., 2006). Para a Tessália, região agrícola da Grécia, o potencial de produção da agro-energia é modelado por Rozakis *et al. (*1998), que alcança conclusões semelhantes.

Regra geral, os aproveitamentos de áreas degradadas nas florestas tropicais também irão requerer o apoio governamental, visto que: estão distantes dos centros consumidores, necessitarão de crédito inicial para implementação e terão que garantir uma produção contínua, sendo, portanto necessário administrar as sazonalidades. A esse respeito, FAO (2007) indica a possibilidade da utilização de áreas inclinadas e de mosaicos, normalmente não aproveitadas para a produção de alimentos. Ademais, a produção de bio-combustíveis nessas áreas contribuiria para a melhora da infra-estrutura local. Em paralelo, o estabelecimento de um Zoneamento Agro-Ecológica, junto a uma rotação da produção, ora voltada para bio-energia, ora para alimentos, em terras que demonstrem viabilidade de ambas as produções. Nesse rol de recomendações é importante, também, que se acompanhe a evolução da produtividade agrícola, intensa nas últimas décadas, e que pode diminuir a necessidade de expansões adicionais.

Van Thuijl *et al.* (2006) percebe os países do Leste Europeu atrasados nas políticas de implementação dos bio-combustíveis, especialmente a Polônia onde a instabilidade das regras para o setor ocasiona um desestímulo, na medida em que decisões de investimento de médio e longo prazo são prejudicadas. Para os casos da Holanda, Reino Unido e Malta os autores entendem que apenas uma política de longo-prazo viabilizaria o uso de bio-combustíveis nesses países, pois políticas de subsídios e isenções tarifárias seriam anti-econômicas. De um modo geral, porém, ainda percebem, para o contexto europeu, um mercado bastante fechado face às oportunidades que o mercado oferece, além de notarem uma ausência de coordenação entre os agentes envolvidos na cadeia.

A energia que provêm da biomassa já representa uma parcela importante da matriz energética dos países em desenvolvimento e, especialmente, das áreas rurais desses. Contudo, a produção local de bio-combustíveis pode acrescentar vantagens competitivas na utilização destes nas áreas rurais, desde que a implementação técnica seja adequada e conte com auxílio financeiro externo à região. Isso é principalmente válido para os continentes asiático e africano, muito embora nas áreas mais pobres da América este argumento também seja válido (DEMIRBAS *ET AL*., 2007). Os alvos a serem perseguidos no futuro, assim, incluem

permanente desenvolvimento de opções tecnológicas e a criação de um mercado internacional de biomassa (FAAJI, 2007).

Jull *et al.* (2007) também destaca a necessidade de garantir um suprimento adequado de matérias-primas e sua análise concentra-se nos instrumentos institucionais. A coordenação entre os diversos elos da cadeia deve ser ancorado, segundo o estudo, via amarras institucionais. Outro avanço possível seria a certificação da produção de bio-combustíveis, atestando práticas ambientais e trabalhistas adequadas e agregando valor no momento da comercialização.

Naquilo que diz respeito ao uso da terra e uso do solo, o incremento planejado do consumo de biomassa como combustível nos países da União Européia leva Mathews (2007) a concluir um Brasil produzindo biomassa seria insuficiente, sendo necessário mais do que uma dezena deles. Mais do que forças de mercado, portanto, seriam necessários ferramentas que possibilitem o acesso aos mercados pelos países em desenvolvimento, com o objetivo de manter-se um provimento regular. Portanto, a criação de um mercado de combustíveis renováveis e a rediscussão das alíquotas são idéias viáveis e que deverão entrar na agenda, exigindo o estabelecimento daquilo que o autor denomina de “biopacto”.

O problema da competição entre culturas voltadas para a bioenergia e produção de alimentos no Nordeste é tratado por Azar *et al.* (2000). A alternativa para o conflito colocado pelo autor é dedicar as áreas degradadas ao plantio de recursos para a bioenergia. Para os autores o atual preço da terra na região não é suficiente para desencorajar as companhias a adquirirem as terras consideradas boas, além de notarem que áreas como o sul da Bahia, com solos ricos, atualmente encontram-se utilizadas para pastagens.

Polagye *et al.* (2006) sugere o aproveitamento da biomassa contida em árvores com diâmetros pequenos, considerando, ainda, que a retirada destas eliminaria a possibilidade de incêndios florestais, envolvendo assim um duplo dividendo envolvido. Na seqüência, é demonstrada a viabilidade técnica e econômica do processo. Diríamos, em acréscimo, que o processo apresenta um triplo dividendo, já que além dos dois citados, a produção de biomassa dessa forma complementa a produção agrícola destinada a produção de biomassa, poupando extensão de terras.

Sob o ponto de vista do transporte das áreas exportadoras de energia para as áreas demandantes, é necessária uma logística adicional no sentido de evitar perdas e reduzir o custo. Dessa forma, a possibilidade de uso localmente seria reduzida via estabelecimento de um mercado. Nesse sentido, a produção sul-americana, realizada a um custo menor, possui vantagens sobre, por exemplo, a produção norte-americana e do Leste Europeu (HAMELINCK *ET AL*., 2005).

Como se pode perceber a literatura relativa ao tema destaca com bastante ênfase o aproveitamento das potencialidades locais. Este, não coincidentemente, é um dos pontos que mais recebem destaque no conceito de desenvolvimento sustentável, a partir de CMDE (1987).Todavia, a tendência para o mercado de bio-combstíveis, em que pesem todos os seus problemas parece ser a de alcance de um mercado mundial, especializando regiões produtoras e regiões consumidoras, contrariando, portanto, a própria essência do desenvolvimento sustentável.

5. COMENTÁRIOS FINAIS

Esta breve revisão apontou os problemas e os potenciais associados à produção dos bio-combustíveis. O assunto justifica-se em função do *boom* vivenciado por essa indústria, o que muitas vezes faz-nos cegos ao principio da precaução.

Embora do ponto de vista ambiental a adoção em larga escala dos bio-combustíveis apresente vantagens ambientais, estas não são tão grandes quanto o imaginado. Isto se deve, em grande medida, ao fato de que os vários processos envolvidos na produção destes ocasionam a emissão de gases do efeito estufa. O atual direcionamento do esforço de P&D, com potencial para mitigar o problema todavia, pelo quadro 1, não abarca esta consideração como principal.

Em paralelo, há severas dúvidas sobre se o uso em larga escala dos bio-combustíveis poderá abdicar do uso de terras potencialmente agricultu̇ráveis em grande quantidade. Nesse sentido, o impacto sobre o preço dos alimentos e sua conseqüência sobre segurança alimentar é um elemento de preocupação. A tecnologia poderia, de fato, incrementar a produtividade, mas provavelmente incorporaria mais elementos químicos, contribuindo para diminuir o abatimento de emissões líquidas. Soluções alternativas, como o aproveitamento de recursos florestais e áreas marginais são possíveis, mas dependeriam de estímulos de mercado.

Nesse particular, até o momento, os estímulos financeiros concentram-se na comercialização no varejo e no incentivo ao produtor, ignorando problemas importantes como a logística de transporte e/ou armazenamento, ou ainda a integração entre os elos das cadeias de produção.

É preciso considerar, adicionalmente, que no nível das negociações internacionais de comércio, faz-se necessária a demonstração, por parte dos países em desenvolvimento, que a produção de bio-combustívis não irá avançar sobre terras hoje ocupadas por florestas. Adicionalmente, a liberação do comércio internacional de bio-combustíveis e suas respectivas alíquotas poderão exercer um papel preponderante na decisão de novos investimentos e, como conseqüência, na especialização produtiva de algumas regiões.

Desse modo, percebemos que os bio-combustíveis apresentam uma série de vantagens, mas também um elenco considerável de desvantagens para as quais existem soluções ao alcance, mas que não tem sido notadas com a devida atenção.

REFERÊNCIAS

ADEEB, Z. Glycerol delignification of poplar wood chips in aqueous medium. **Energy Educacional Science Technologies,** , vol.13, pp.81–88, 2004.

AZAR, C.; E.D. LARSON. Bioenergy and land-use competition in Northeast Brazil. **Energy for Sustainable Development**, vol. IV, nº 3, 2000.

BATHIA, R. Energy and Agriculture in Developing Countries. **Energy Policy**, pp. 330-334, Agosto,1985.

BERNARD, F. & PRIEUR, A.. Biofuel market and carbon modeling to analyse French biofuel policy. Energy Policy, vol. 35, pp. 5991-6002, 2007.

BERNDES, G. & HANSSON, J.. Bioenergy expansion in the EU: Cost-effective climate change mitigation, employment creation and reduced dependency on imported fuels. Energy Policy, vol. 35, pp. 5965-5979, 2007.

BERNETTI, I. & FAGARAZZI, C. & FRANTINI, R.. A methodology to analyse the potential development of biomass energy sector: an application in Toscany. Forest Policy and Economics, vol. 6, pp. 415-432, 2004.

BRANNLUND, R. & KRISTROM, B.. Too hot to handle? Benefits and costs of stimulating the use of biofuels in the Swedish heating sector. Resource and Energy Economics, vol. 23, pp. 343-358, 2001.

CARRARETTO, C. & MACOR, A. & MIRANDOLA, A. & STOPPATO, A. & TONON, S.. Biodiesel as alternative fuel: Experimental analysis and energetic evaluations. Energy, vol. 29, pp. 2195-2211, 2004.

CMDE - COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. Nosso Futuro Comum. Rio de Janeiro : Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1987.

DA COSTA, R.C.. Potential for producing biofuel in Amazon deforested areas. Biomass and Bioenergy, vol.26 , pp. 405-415 , 2004.

DAUTZENBERG, K. & HONF, J.. Biofuel chain development in Germany: Organization, opportunities and challenges. Energy Policy, vol. 36, pp. 485-489, 2008.

DEMIRBAS, A.. Progress and recent trends in biofuels. Progress in Energy Science and Combustion Science, vol. 33, pp. 1-18, 2007.

DEMIRBAS, A. & DERMIBAS, I.. Importance of rural bioenergy for developing countries. Energy Conservation and Management, vol. 48, pp. 2386-2398 , 2007.

DEMIRBAS, A. & BALAT, M.. Recent Advances on the production and utilization trends of bio-fuels: A global perspective. Energy Conservation and Management, vol. 47, pp. 2371-2381, 2006.

DIAS, G.L.S.. Um novo desafio: o biodiesel. Estudos Avançados, vol. 21, pp. 179-183, 2007.

DOWNING, M & VOLK, T.A. & SCHIMIDT, D.A.. Development of a new generation cooperatives in agriculture for renewable energy research, development, and demonstration projects. Biomass and Bioenergy, vol.28 , pp. 425-434, 2007.

FAAIJ, A.P.C.. Bio-energy in Europe: changing technology choices. Energy Policy, vol. 34, pp. 322-342, 2006.

FAO – Organização das Nações Unidas pra Agricultura e Alimentação. First FAO Technical Consultation on BioEnergy and Food Security. Roma: FAO, 2007.

FORGE, F.. Biofuels – An Energy, Environmental or Agricultural Policy? Ottawa: Library of Parliament, Parliamentary Information and Research Service, 2007.

GOWEN, M.. Biofuels versus Fossil Fuels in developing countries: How green is the pasture? Energy Policy, pp.455-470 Outubro, 1989.

HAGERDAL, B.H. & GALBE, M. & GRAUSLUND, M.F.G. & LIDEN, G. & ZACCHI, G.. Bio-ethanol – The Fuel of Tomorrow From The Residues of Today. Trends in Biotechnology, vol. 24 , nº 12, 2006.

HAMELINCK, C.N. & SUURS, R.A.A. & FAAIJ, A.P.C.. International Bioenergy Transport Costs and Energy Balance. Biomass and Bioenergy, vol. 29, pp. 114-134 , 2005.

HUNG, W.T.. Taxation on vehicle fuels: its impacts on switching to cleaner fuels. Energy Policy, vol. 34, pp. 2566-2571, 2006.

HEILBRONER, Robert. A História do Pensamento Econômico. São Paulo: Nova Cultural, 1996.

HOBSBAWM, Eric. A Era dos Extremos. São Paulo, Companhia das Letras, 1995.

IGNACIUK, A. & VOHRINGER, F. & RUIJS, A. & VAN IERLAND, E.C.. Competition Between Biomass and Food Production in the Presence of Energy Policies: A Partial Equilibrium Analysis. Energy Policy, vol. 34, pp. 1127-1138, 2006.

ISLAM, A.K.M.S. & ISLAM, M. & RAHMAN, T.. Effective Renewable Energy Activities in Bangladesh. Renewable Energy, vol. 31, pp. 677-688, 2007.

JANULIS, P.. Reduction of Energy Conumption in Biodiesel Fuel Life Cycle. Renewable Energy, vol. 29, pp. 861-871, 2004.

JUGINGER, M. & FAAIJ, A.C.P. & VAN DEN BROEK, R. & KOOPMANS, A. & HULSCHER, W.. Fuel Supply Strategies For Large-Scale Bio-Energy Projects in Developing Countries. Electricity Generation From Agricultural and Forest Residues in Northeastern Thailand. Biomass and Bioenergy, vol. 21 , pp. 259-271, 2001.

JULL, C. & REDONDO, P.C. & MOSOTI, V. & VAPNEK, J.. An Overview of National Legal and Policy Frameworks for Bioenergy Production, Promotion and Use. Roma: FAO, 2007.

KLASS, D.L.. Biomass Energy in North American policies. Energy Policy, vol. 21, pp. 1035-1048, 1995.

KORBIZ, W. & FRIEDRICH, S.& WAGINGER, E. & WORGETTER, M. . Worldwide Review on Biodiesel Production. In: IEA Bioenergy Task 39, Subtask "Biodiesel", Viena: Austrian Biofuels Institute, 2003.

KRUSE, J. & WESTHOFF, P. & MEYER, S. & THOMPSON, W..Economic Impacts of Non Extending Biofuel Subsidies. The Journal of Agrobiotechnology Management & Economics, vol. 10, nº 2, pp. 94-103, 2007.

LANG, X. & DALAI, A.K. & BAKHSHI, N.N. & REANEY, M.J. & HERTZ, P.B.. Preparation and Characterization of Bio-Diesels From Various Bio-Oils. Bioresource Technology, vol. 80, pp. 53-62, 2001

LEITE, A. D.. A Energia do Brasil. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.

LETTENS, S. & MUYS, B. & CEULEMANS, R. & MOONS, E. & GARCIA, J. & COPPIN, P.. Energy Budget and Greenhouse Gas Balance Evaluation of Sustanaible Coppice Systems for Eletricity Production. Biomass and Bioenergy, vol. 24, pp. 179-197, 2003.

LEWANDOWSKI, I. & WEGER, J. & VAN HOOIJDOONK, A. & HAVLICKOVA, K. & VAN DAM, J. & FAAIJ, A.C.P.. The potential biomass for Energy Producing in the Czech Republic. Biomass and Bioenergy, vol. 30, pp. 405-421, 2006.

LI, X.. Diversification and Localization of Energy Systems for Sustainable Development and Energy Security. Energy Policy, vol. 33, pp. 2237-2243, 2005.

MACEDO, I.C.. Greenhouse Gas Emissions and Energy Balances in Bio-Ethanol Production and Utilization in Brazil. Biomass and Bioenergy, vol.14, nº 1, pp. 77-81, 1998.

MACEDO, I.C.. Situação Atual e Perspectivas do Etanol. Estudos Avançados, vol. 21, nº 59, pp.157-165, 2007.

MARTIN, Jean Marie. A Economia Mundial da Energia. São Paulo: Ed. Unesp, 1989.

MATHEWS, J.A.. Biofuels: A Biopact Between North and South Could Achieve. Energy Policy, vol. 35, pp. 3550-3570, 2007.

NEW SCIENTIST. How Biofuels Measure Up. 23 de setembro de 2006.

OCDE – Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico.Agricultural. Market Impacts of Future Growth in the Production of Biofuels. OCDE - Working Party on Agricultual Policies and Markets, 2006.

OMETTO, A.R. & RAMOS, P.A.R. & LOMBARDI, G.. The Benefits of a Brazilian Agro-Industrial Symbiosis System and the Strategies to Make it Happen. Journal of Cleaner Production, vol. 15, pp. 1253-1258, 2007.

OZTERTUK, H.H. & BASCETINCELIK, A.. Energy Exploitation of Agricultural Biomass Potential in Turkey. Energy Exploration & Exploitation, vol. 24, nº 1-2, pp. 95-111, 2006.

PIPPO W., A. & GARZONE, P. & CORNACCHIA, G.. Agro-Industry Residues Disposal: The Trends of Their Conversion Into Energy Carriers in Cuba. Waste Management, vol. 27, pp. 869-885, 2007.

POLAGYIE, B.L. & HODGSON, K.T. & MALTE, P.C.. An Economic Analysis of Bio-Energy Options Using Thinnings From Overstocked Forests. Biomass and Bioenergy, vol.33, pp. 105-125, 2007.

RAGAUSKAS, ARTHUR J. ET ALLI. The Path Forward for Biofuels and Biomaterials. Science, vol. 311, pp. 484-489, 2006.

REINJDERS, L. & HUIJBREGTS, M.A.J.. Life Cycle Greenhouse Gas Emissions, Fossil Fuel Demand and Solar Energy Conversion Efficiency in European Bio-Ethanol Production for Automotive Purposes. Journal of Cleaner Production, vol. 15, pp. 1806-1812, 2007.

ROTHKOPF, G.. A Blueprint for Green Energy in the America: Strategic Analysis for Brazil and the Hemisphere – Featuring The Global Biofuels Outlook 2007 . Washington, D.C.: Inter-American Development Bank, 2007. Disponível em: http://www.iadb.org/biofuels/.

ROZAKIS, S. & SOURIE, J.C.. Energy from agricultural biomass and effects on rural income in Thessalia, Greece in Zazueta, F.S. & Xin, J.S. (orgs.) Computers in Agriculture, pp. 300-305, 1998.

ROZAKIS, S. & SOURIE, J.C. & VANDERPOOTEN, D.. Integrated Micro-Economic Modelling to Support Public Decision Making: The Case of Liquid Bio-fuels in France. Biomass and Bioenergy, vol. 20, pp. 385-398, 2001.

RUSSI, D.. An Integrated Assessment of a Large-Scale Biodiesel Production in Italy: Killing Several Birds With One Stone? Energy Policy, Article in Press, Aceito em 15 de novembro de 2007.

SCHELL, C. & RILEY, C. & PETERSEN, G.R.. Pathways for Development of a Bio-renewables Industry. Bioresource Technology, Article in Press, 2007.

VAN THUIJL, E. & DEURWAARDER, E.P.. European Biofuels Policy in Retrospective. Energy Research Centre for Netherlands, Discussion Paper nº 16, 2006.