



RAE-eletrônica

ISSN: 1676-5648

rae@fgv.br

Escola de Administração de Empresas de São

Paulo

Brasil

Diniz Junqueira, Marcelo Schunn

"ADICIONALIDADE" AMBIENTAL DO ÁLCOOL COMBUSTÍVEL: UM BENEFÍCIO AMBIENTAL
VERDADEIRO OU SOMENTE MAIS UMA MATRIZ ENERGÉTICA - UM ESTUDO DO CICLO DE
VIDA DESTE COMBUSTÍVEL

RAE-eletrônica, vol. 1, núm. 1, enero-junio, 2002, pp. 1-11

Escola de Administração de Empresas de São Paulo

São Paulo, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=205118143003>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

RAE eletrônica

“ADICIONALIDADE” AMBIENTAL DO ÁLCOOL COMBUSTÍVEL: UM BENEFÍCIO AMBIENTAL VERDADEIRO OU SOMENTE MAIS UMA MATRIZ ENERGÉTICA – UM ESTUDO DO CICLO DE VIDA DESTE COMBUSTÍVEL

Por

Marcelo Schunn Diniz Junqueira

RAE-eletrônica, Volume 1, Número 1, jan-jun/2002.

<http://www.rae.com.br/eletronica/index.cfm?FuseAction=Artigo&ID=1078&Secao=CIÊNCIA&Volume=1&Numero=1&A no=2002>

©Copyright, 2002, RAE-eletrônica. Todos os direitos, inclusive de tradução, são reservados. É permitido citar parte de artigos sem autorização prévia desde que seja identificada a fonte. A reprodução total de artigos é proibida. Os artigos só devem ser usados para uso pessoal e não-comercial. Em caso de dúvidas, consulte a redação: redacao@rae.com.br.

A RAE-eletrônica é a revista on-line da FGV-EAESP, totalmente aberta e criada com o objetivo de agilizar a veiculação de trabalhos inéditos. Lançada em janeiro de 2002, com perfil acadêmico, é dedicada a professores, pesquisadores e estudantes. Para mais informações consulte o site www.rae.com.br/eletronica.

RAE-eletrônica
ISSN 1676-5648

©2002 Editora: Fundação Getulio Vargas – Escola de Administração
de Empresas de São Paulo.


**F U N D A Ç Ã O
GETULIO VARGAS**

Escola de Administração
de Empresas de São Paulo

CIÊNCIA E TECNOLOGIA – “ADICIONALIDADE” AMBIENTAL DO ÁLCOOL COMBUSTÍVEL:
UM BENEFÍCIO AMBIENTAL VERDADEIRO OU SOMENTE MAIS UMA MATRIZ ENERGÉTICA –
UM ESTUDO DO CICLO DE VIDA DESTE COMBUSTÍVEL
Marcelo Schunn Diniz Junqueira

“ADICIONALIDADE” AMBIENTAL DO ÁLCOOL COMBUSTÍVEL: UM BENEFÍCIO AMBIENTAL VERDADEIRO OU SOMENTE MAIS UMA MATRIZ ENERGÉTICA – UM ESTUDO DO CICLO DE VIDA DESTE COMBUSTÍVEL

Marcelo Schunn Diniz Junqueira

Mestre em Administração de Empresas pela FGV-EAESP

E-mail: junqueira@eic-br.com

Endereço: Rua do Rócio, 423 sala 1803. São Paulo - SP, 04552-000

Interesse de pesquisa: Finanças, Desenvolvimento Sustentado e Mercado de Créditos de Carbono

RESUMO

O desafio atual sobre qual seria a melhor maneira de reduzir a emissão de gases de efeito estufa (GHGs), volta as atenções para o combustível renovável álcool. Este combustível foi a opção utilizada para diminuir os efeitos do choque do petróleo na economia durante a década de 70. Agora, ele apresenta-se como uma solução para diminuir as emissões de GHGs. Embora, qualquer projeto que vise redução nas emissões de GHGs, aplicado em países em desenvolvimento, esteja apto a receber o Certificado de Redução de Emissão (CER) e no futuro estes certificados poderão ser comercializados é obrigatório que todos os projetos devam ser adicionais em termos de redução de emissão de GHGs.

ABSTRACT

The current challenge about what would be the best way to reduce emission of greenhouse gases (GHGs) drives attention to the renewable energy ethanol. It was used to minimise the effect of oil shock in the Brazilian economy during the 70's years. Now it seems a solution to diminish the emission of GHGs. Although a given project which reduce emission of GHGs, supported in a development country, should be able to receive Certified Emission Reduction (CER) and further this CER will be tradable it is mandatory that all project must be additional to reduce emission of GHGs. This study gathers information worldwide about what additional ethanol is in terms of reducing emission of GHGs.

PALAVRAS-CHAVE

“Adicionalidade”, Protocolo de Kyoto, energia renovável, álcool combustível, fotossíntese.

KEY WORDS

Additionality, Kyoto Protocol, renewable energy, ethanol, photosynthesis.

INTRODUÇÃO

Em 1992, no Rio de Janeiro, a “Cúpula da Terra” reuniu os negociadores de todo o mundo e assim 175 países (sendo 150 na presente data e demais posteriormente) assinaram a Convenção Quadro sobre Mudança do Clima (*United Nation Framework on Climate Change (UNFCCC)*). Esta convenção passou a ser válida na data de 21 de março de 1994, e já em setembro do mesmo ano os países desenvolvidos estavam enviando comunicações descrevendo suas estratégias para com a Mudança do Clima.

A Convenção sobre Mudança do Clima enfoca o problema de como as ações antrópicas afetam a forma na qual a energia solar interage com a atmosfera e escapa dela. Esta alteração na forma de interagir entre a energia solar e a atmosfera, embora ainda muita discutida em sua magnitude, resulta de uma mudança na concentração de certos gases chamados de Gases de Efeito Estufa (GHGs¹). Isto se aplica, principalmente, aos gases dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O), e provoca o aumento da temperatura no globo terrestre entre outros efeitos. Há ainda, o vapor d’água como gás de efeito estufa predominante na atmosfera, o qual não sofre efeitos das atividades do homem.

O Protocolo de Kyoto, estabelecido de acordo com o Artigo 17 da UNFCCC, onde participaram 10.000 delegados, observadores e jornalistas, adotou em consenso um comprometimento legal para uma redução na emissão de GHGs aos países industrializados do Anexo I da UNFCCC. O acordo prevê uma redução da ordem de 5,2% comparado à emissão que os países do Anexo I tinha no ano de 1990, e que deverá ser efetivada no período de 2008-2012. O compromisso estabelecido entre as Partes no Protocolo de Kyoto, mais uma vez, confirma a importância dada pela sociedade mundial à Mudança do Clima. Como visto por Makarim Wibisono²: “At Kyoto, the international community confirmed its recognition of the problem of climate change as one of the biggest challenges facing the world in the next century.” (WIBISONO, 1998, p. 9).

Tendo em vista que os custos de redução de emissões nos países do Anexo I serão, provavelmente, maiores que os custos de projetos nos países em desenvolvimento, e que os benefícios da redução beneficiam o planeta independentemente de onde forem implementados, o Artigo 12 do Protocolo de Kyoto abriu essa possibilidade como um mecanismo de flexibilização do Acordo. Desta forma, as reduções resultantes de projetos implementados nos países em desenvolvimento gerarão créditos que poderão ser apropriados pelos países do Anexo I para cumprimento de suas metas de redução. Este mecanismo de flexibilização é chamado *Clean Development Mechanism (CDM)* e com isto estabeleceu-se uma situação “ganha-ganha” para ambos os lados (GOLDEMBERG, 1998, p.12).

De acordo com o Protocolo de Kyoto, no Artigo 12 parágrafo 5 (c), fica estabelecido o CDM como reduções de emissão resultantes de projetos os quais devem ser certificados por entidades operacionais designadas pela Conferência das Partes, onde a participação seja voluntárias, com benefícios reais, mensuráveis e de longo prazo relacionadas com a mitigação da mudança do clima; tais

¹ Abreviação do inglês *Greenhouse Gases*

² Dr. Makarim Wibisono, Chairman of The Group of 77. Permanent Representative/Ambassador of The Republic of Indonesia to The United Nations.

CIÊNCIA E TECNOLOGIA – “ADICIONALIDADE” AMBIENTAL DO ÁLCOOL COMBUSTÍVEL:
UM BENEFÍCIO AMBIENTAL VERDADEIRO OU SOMENTE MAIS UMA MATRIZ ENERGÉTICA –
UM ESTUDO DO CICLO DE VIDA DESTE COMBUSTÍVEL

Marcelo Schunn Diniz Junqueira

reduções devem, ainda, ser adicionais as que ocorreriam na ausência da atividade certificada de projeto.

No parágrafo anterior fica claro a necessidade de provar “adiconalidade” do projeto quando da certificação deste. O Professor José Goldemberg (1998) mostrou que muitos projetos podem ser considerados para estudo de CDM, entretanto a dificuldade recai sobre o fato de desconhecer “o que ocorreria na ausência de tal atividade?”. Sabendo-se qual a *baseline* para o projeto, poderemos estabelecer sua adiconalidade e consequentemente quantificar os *Certified Emissions Reduction* (CERs³) gerado pelo projeto (GOLDEMBERG, 1998, p. 20).

Com relação à projetos para credito de CDM, estes podem ser separados em projetos “*no regrets*”, onde sua viabilidade econômica justifica-se mesmo na ausência de CDM, o que os qualificaria como sem “adiconalidade” (GOLDEMBERG, 1998, p. 21), ou projetos “*regrets*”, nos quais as justificativas econômicas encontram respaldo em benefícios gerais, quantificados na forma de menor poluição do ar e os devidos impactos na saúde humana ou turismo. Estes são projetos com “adiconalidades” e passíveis de créditos (CERs) de CDM.

O termo “adiconalidade”, expresso no Artigo 12.5 (c) do Protocolo, levanta inúmeras questões as quais foram bem exploradas por Kevin A. BAUMERT (1998) do *World Resources Institute*. Dr. Baumert separou dois componentes do estudo de adiconalidade, um financeiro e outro ambiental. A adiconalidade ambiental é considerada a base para obtenção de créditos de CDM. Segundo Dr. Baumert, determinar a adiconalidade ambiental requer:

Um projeto de *baseline*, ou de referência, que estima o que ocorreria na ausência do projeto de CDM;

Métodos para estimar a emissão ou seqüestro de GHGs do projeto em questão;

Uma comparação quantitativa da emissão do projeto para com a projeção de emissão do projeto de *baseline*. A diferença entre as emissões do projeto e do *baseline* (o volume de GHGs abatidos) é o total de adiconalidade ambiental realizada pelo projeto de CDM (BAUMERT, 1998B, p. 188).

Um projeto nacional de uso do combustível renovável, como seja o etanol, deve passar por uma análise ampla de seus benefícios possíveis. Assim, vantagens sociais (saúde humana, emprego nacional, menos urbanização, etc..) e políticas (dependência externa na importação de combustíveis) devem ser mensuradas e contabilizadas como visto nos projetos “*regrets*” acima.

³ *Certified Emissions Reduction* (CERs) é o termo utilizado no Protocolo de Kyoto para designar os créditos de carbonos gerados por um projeto.

CONTEÚDO

O consenso sobre a importância do tema Mudança do Clima, direcionou a busca por alternativas energéticas que sejam “ambientalmente” amigáveis, isto é, um combustível com capacidade de gerar energia ao mesmo tempo em que minimize a emissão de gases de efeito estufa na atmosfera.

Contudo, a redução do consumo se combustível fóssil deve ser encarada como pré-requisito para o sucesso no controle do efeito estufa. De nada adianta acrescer o consumo de uma fonte energética alternativa e “ambientalmente” amigável, sem que haja a substituição total ou parcial do consumo de combustível fóssil. Caso contrário, haveria somente uma expansão energética “saudável” mas não haveria ganho na redução de emissões de GHGs.

Com vistas à uma solução para redução do consumo do combustível fóssil Petróleo, Peter BOHN (1993), do departamento de economia da Universidade de Estocolmo, fez um estudo contemplando os resultados de uma redução unilateral no uso deste combustível fóssil, por parte de algum país signatário da UNFCCC. Os resultados demonstram que somente a redução unilateral não é vantajosa para com as emissões globais. Inicialmente, os resultados de menor demanda localizada resultariam em deslocamento na curva de demanda e, consequente, queda no preço do combustível fóssil. Então, em uma segunda fase, o baixo preço aumentaria o consumo deste combustível fóssil em outra localidade, onde o consumo era contido pelo fator preço. Aparentemente, o uso de fonte energética, com adicionalidade ambiental, mostra-se financeiramente recompensadora diante da dificuldade imposta para efetivar a redução do consumo do combustível fóssil, como descrito por Peter Bohn, a seguir:

“[...] Among the policy alternatives for mitigating the price effects of reduced demand, reduce fuel consumption combined with buying or leasing fuel deposits to achieve a reduced supply is discussed in particular. This policy, which at first seems prohibitively costly, is shown to dominate the original policy approach under a fairly wide set of circumstance.” (BOHN, 1993, p.258)

O uso de combustível que agregue capacidade energética e adicionalidade ambiental, aparentemente, é a solução factível para atingir o desafio de reduzir a emissão dos GHGs pretendida no Protocolo de Kyoto. O álcool combustível já demonstrou ser uma energia tecnologicamente viável, haja visto que abastecia 90% dos veículos no Brasil em um passado recente.

A adicionalidade ambiental do álcool combustível é objeto de estudo em diversos trabalhos de muitas instituições através do mundo. A Iogen Corporation, juntamente com a Petro-Canada, ambas empresas canadenses, associaram-se, em um projeto denominado “Ethanol from Biomass Project”, com intuito de desenvolver tecnologia para produção de álcool (etanol) através de reação entre enzimas e fibras diversas da biomassa de resíduos agrícolas. O resultado da mistura do álcool à gasolina, como forma de redução na emissão de GHGs, são a comprovação de adicionalidade ambiental deste combustível, o que é descrito na Home Page do financiador – Climate Change Action Fund - deste projeto:

“With its enzyme technology expertise, Iogen will produce ethanol at a lower cost than the methane currently employed in Canada, which only utilizes wheat or corn. Iogen anticipates this technology will lead to the widespread use of 10 percent ethanol, blended with gasoline, as a motor vehicle fuel in Canada. With Iogen’s technology, every litre of ethanol substituted for gasoline will reduce CO₂ emissions by 70 to 90 percent compared to gasoline. Light duty vehicle could reasonably attain their proportionate share of national reduction if fuels including E10 (10% ethanol and 90%

CIÊNCIA E TECNOLOGIA – “ADICIONALIDADE” AMBIENTAL DO ÁLCOOL COMBUSTÍVEL:
UM BENEFÍCIO AMBIENTAL VERDADEIRO OU SOMENTE MAIS UMA MATRIZ ENERGÉTICA –
UM ESTUDO DO CICLO DE VIDA DESTE COMBUSTÍVEL
Marcelo Schunn Diniz Junqueira

gasoline) and E85 (85% ethanol and 15% gasoline) were into all of Canada’s gasoline by 2010 would result in a decrease of 3 megatons of CO₂ emissions per year.” (CLIMATE CHANGE ACTION FUND, 2000).

O estudo da adicionalidade ambiental do combustível álcool é confundido, muitas vezes, com o próprio ganho em redução de emissões proporcionado na queima do combustível no motor/uso final, ou seja, na emissão evitada pela substituição da gasolina, o que é confirmado na tabela (1), a seguir, das análises de emissões de veículos elaboradas pela Ford e Volkswagen. Entretanto, tal ganho é contabilizado quando analisamos o ciclo de vida da produção do álcool combustível. Dentro do ciclo de vida, a papel principal é desempenhado pela fixação fotossintética de carbono, o qual ocorre na planta durante o seu crescimento. O estudo de Isaías de Carvalho MACEDO (1998), revisado em março de 2000, demonstra que a fixação fotossintética de carbono corresponde à 694.7 Kg CO₂ por tonelada de cana-de-açúcar produzida. Feito o balanço entre CO₂ emitido durante o ciclo de produção/uso, considerando as etapas agrícola, industrial e queima nos motores; o álcool combustível propicia um ganho de **206.8 Kg CO₂ por tonelada de cana-de-açúcar** processada na industria (MACEDO, 2000, p.5). As etapas de queima do canavial, ainda em uso, e a queima do bagaço para geração de vapor/energia, constituem as maiores parcelas de emissão de CO₂ para a atmosfera, no ciclo de produção de uma usina de açúcar e álcool, de acordo com MACEDO (2000).

Tabela 1. Emissões de carros à álcool como percentagem das emissões correspondentes dos carros à gasolina⁴

Poluente	Carro VW à Álcool	Carro Ford à Álcool
CO	43%	57%
HC	36%	76%
NOx	87%	79%
Chumbo	zero	zero

A adicionalidade ambiental do álcool (etanol), mesmo não considerando a alta taxa fotossintética proporcionada pela biomassa da cana-de-açúcar, é relevante quando comparada ao combustível fóssil gasolina. Estudos elaborados pelo Departamento de Energia (DOE) dos Estados Unidos da América, publicados no livro **Guidebook for Handling, Storing, & Dispensing Fuel Ethanol**, demonstram um ganho em redução de emissões de gases de efeito estufa para veículos com tecnologia recente (ano 1996) e que utilizam o mix conhecido por E85 que é um combustível com 85% de etanol, produzido com a matéria-prima milho, e 15% de gasolina. Como pode ser visto na transcrição abaixo:

Compared with gasoline-fueled vehicles, most ethanol-fueled vehicles produce lower carbon monoxide (CO) and carbon dioxide (CO₂) emissions and the same or lower levels of hydrocarbon (HC) and nonmethane hydrocarbon (NMHC) emissions; nitrogen oxide (NOx) emissions are about the same or even less. In recent tests, 1996 model Ford Taurus FFVs emitted 50% less NMHC and 35% less CO when running with E85 than when running with reformulated gasoline (RFG) (US DEPARTMENT OF ENERGY, 2000, p.6).

Uma ressalva sobre a diminuição de emissão de GHGs, no ciclo de produção do álcool, deve-se a ganhos que a introdução da colheita mecanizada permite, haja visto a não necessidade da queima prévia

⁴ The Brazilian Ethanol Producers Special Committee “Ethanol, the Renewable and Ecologically Safe Solution”, São Paulo, junho 1985.

CIÊNCIA E TECNOLOGIA – “ADICIONALIDADE” AMBIENTAL DO ÁLCOOL COMBUSTÍVEL:
UM BENEFÍCIO AMBIENTAL VERDADEIRO OU SOMENTE MAIS UMA MATRIZ ENERGÉTICA –
UM ESTUDO DO CICLO DE VIDA DESTE COMBUSTÍVEL

Marcelo Schunn Diniz Junqueira

do canavial com a introdução desta operação agrícola. Consequentemente, reduz-se a parcela das emissões na fase agrícola. A tese de doutorado, defendida na Universidade Estadual da Campinas (UNICAMP) pelo economista cubano Manual Valdés Borrero, citada no artigo: **Estudo mede impacto ambiental da atividade sucroalcooleira**, com autoria de Luciana CAVALINI (2000) no Jornal Gazeta Mercantil, indica que há um acréscimo de mecanização nos canaviais, como os citados 40% do canavial já colhidos sem queima prévia na Companhia Energética Santa Elisa, a qual é responsável por uma produção e industrialização de 7 milhões de toneladas de cana-de-açúcar no ano de 1999. Mesmo com isto, o economista confirma a importância desta etapa na emissão de CO₂: “ ‘Todas (usinas pesquisadas) mantêm queima da cana em pelo menos parte da área, atividade que ainda é a de maior impacto ambiental no processo’, diz Borrero” (CAVALINI, 2000, p.1).

A dificuldade em mensurar a adicionalidade ambiental do álcool combustível, não impede uma subjetiva compreensão de que este combustível trouxe mais vantagens do que desvantagens ao meio ambiente. Esta subjetividade foi utilizada como fator chave no julgamento do produtor rural Antônio Matheus Benelli, proprietário do Sítio Guaxupé em Sertãozinho. A ação judicial, movida pelo Ministério Público, devido a queima de cana-de-açúcar executada pelo produtor no ano de 1991, foi julgada improcedente pelo Tribunal de Justiça de São Paulo levando-se em consideração as vantagens ambientais do álcool combustível produzido com a matéria-prima cana-de-açúcar. No Acórdão, o desembargador Sérgio Pitombo, relator da decisão, reforça a importância do álcool combustível para o meio ambiente: “O Proálcool trouxe ao meio ambiente enormes benefícios. Diminuindo os níveis de chumbo na atmosfera paulista e do dióxido de enxofre”. O relator alerta: “Toda a fumaça é prejudicial, mas a pior delas são as derivadas de combustíveis fósseis” (CARMANHAN DA SILVEIRA, 2000).

A metodologia utilizada no cálculo da adicionalidade ambiental, influencia o resultado final da quantificação desta adicionalidade. Como já citado, a fixação fotossintética de carbono pela planta é a grande vantagem do combustível renovável. Entretanto, durante produção de álcool há emissão de GHGs tanto na fase agrícola como industrial. As emissões consideradas como liberadas (outputs), em contraposição ao carbono retirado pela fotossíntese (inputs), resultam em um efeito positivo de balanço, isto é, maior emissão do que seqüestro de carbono⁵, segundo Joaquim HECK (1999, p. 70). Este efeito não-adicional é calculado por HECK como sendo emissão de 17,06 Kg de CO₂ por tonelada de cana-de-açúcar processada na indústria sucroalcooleira. O autor faz uma ressalva, já que em sua análise não é considerado o ganho em resíduos deixados no solo. Além do mais, nesta análise, se deveria incluir a emissão de GHGs evitada com o uso da energia gerada por vapor através da queima do bagaço nas caldeiras, haja visto que o óleo combustível, de origem fóssil, seria a opção substituta em uma indústria de açúcar. Ainda mais, o uso final do álcool combustível em substituição da gasolina não foi analisado como adicionalidade, já que o estudo limitou-se ao balanço de carbono internos da usina de açúcar e álcool em questão, a Usina Vale do Rosário.

Os estudos diversos sobre a adicionalidade do combustível renovável etanol, levam a conclusão de que há uma adicionalidade ambiental, até mesmo porque o processo de fotossíntese é bem conhecido no meio agronômico, e o carbono, indubitavelmente, faz parte da estrutura química das plantas. O Departamento de Energia (DOE) dos Estados Unidos da América, também, confirma o ganho ambiental do bio-combustível etanol, como visto a seguir:

⁵ O termo *seqüestro de carbono* é utilizado para caracterizar a retirada de carbono da atmosfera.

CIÊNCIA E TECNOLOGIA – “ADICIONALIDADE” AMBIENTAL DO ÁLCOOL COMBUSTÍVEL:
UM BENEFÍCIO AMBIENTAL VERDADEIRO OU SOMENTE MAIS UMA MATRIZ ENERGÉTICA –
UM ESTUDO DO CICLO DE VIDA DESTE COMBUSTÍVEL
Marcelo Schunn Diniz Junqueira

If used in place of fossil fuels, it is clear that biofuels could reduce net transportation CO₂ emissions. For example, researchers at the Department of Energy's National Renewable Energy Laboratory (NREL) recently evaluated a hypothetical industry in the year 2010 that produced ethanol from energy crops. CO₂ emissions were traced from the growing, harvesting, and transport of biomass to its conversion into ethanol, its distribution and use, to evaluate and compare its environmental impact to that of reformulated gasoline. The results of the analysis led researchers to conclude that ethanol manufactured from energy crops and containing 5% gasoline denaturant **would generate 90% less net CO₂ emissions** than reformulated gasoline (O'LEARY, 1999).

A adicionalidade, como visto no caso americano, não está relacionada somente ao álcool combustível 100%, ou seja o álcool hidratado. A mistura de álcool anidro com a gasolina, atualmente utilizada na proporção de 25% no Brasil, agrupa ganho ambiental medidos em redução de emissão de GHGs, além de eliminar a emissão de chumbo tetraetila. Partindo desta premissa, alguns estudos estão sendo conduzidos no sentido de analisar o ganho ambiental da mistura de diesel ao álcool. Apresentado no US BRAZIL ASPEN GLOBAL FORUM (1999, p.38), o projeto de mistura de álcool-diesel do município de Campo Grande, Estado do Mato Grosso do Sul, estima um ganho de 77 Kg de carbono (aproximadamente 212 Kg CO₂) por metro cubico de combustível (8% de álcool, 2,6% de aditivo vegetal e 89,4% diesel), este dado é confirmado pelas avaliações do Centro Nacional de Estudo sobre Biomassa (CENBIO).

Finalizando, a adicionalidade ambiental do álcool combustível, produzido com a matéria-prima cana-de-açúcar, está diretamente relacionada ao elemento gás carbono que participa da estrutura da planta e que é retirado da atmosfera através da fotossíntese. Entretanto, a quantificação dos volumes de ganho ambiental, para cada diferente uso e/ou mistura a qual é submetida o álcool (etanol), deve ser objeto de maiores estudos.

Artigo recebido em 04/07/2002. Aprovado em 07/11/2001.

CIÊNCIA E TECNOLOGIA – “ADICIONALIDADE” AMBIENTAL DO ÁLCOOL COMBUSTÍVEL:
UM BENEFÍCIO AMBIENTAL VERDADEIRO OU SOMENTE MAIS UMA MATRIZ ENERGÉTICA –
UM ESTUDO DO CICLO DE VIDA DESTE COMBUSTÍVEL
Marcelo Schunn Diniz Junqueira

BIBLIOGRAFIA:

- BAUMERT, Kevin A. The Clean Development Mechanism: Understanding Addicionality. In: BAUMERT, Kevin A. WERKSMAN Jake, et al. *Clean Development Mechanism: Draft Working Papers*. World Resources Institute, 1998, Executive Summary, p. 5-7.
- BAUMERT, Kevin A. Understanding Addicionality. In: GOLDEMBERG, José e REID, Walter. *Promoting development while limiting greenhouse gas emission: Trends & Baselines*. World Resources Institute, 1998, Methodological Issues, p. 187-200.
- BOHN, Peter. Incomplete Cooperation to Reduce CO₂ Emissions: Alternative Policies. *Journal of Environmental Economics and Management*, Departamento de Economia da Universidade de Estocolmo, Suécia, 24, 258-271 (1993).
- CARMANHAN DA SILVEIRA, Gaspar. Tribunal de justiça condena promotoria a pagar honorários. *Revista do Agricultor*, Guaíra, p. 20-21, março, 2000.
- CAVALINI, Luciana. Estudo mede impacto ambiental da atividade sucroalcooleira. *Gazeta Mercantil*, Ribeirão Preto, 3 de fevereiro de 2000. Nº 298, Interior Paulista, p. 1
- CLIMATE CHANGE ACTION FUND. Ethanol from Biomass Project. *Government of Canada*. 2000. Endereço Eletrônico: http://www2.climatechange.gc.ca/ccaf/show_e.cfm?id=57.
- ENERGIA, Efeito estufa condena economia baseada em carvão e petróleo. *Folha de São Paulo*, São Paulo, 02 jul. 1999. Especial ANO 2000 água, comida e energia, p. 8.
- GOLDEMBERG, José, REID, Walter. Greenhouse Gas Emissions and Development: A Review of Lessons Learned. In: GOLDEMBERG, José e REID, Walter. *Promoting development while limiting greenhouse gas emission: Trends & Baselines*. World Resources Institute, 1998, Introduction, p. 11-27.
- HECK, Joaquim. *Evaluating Clean Technology Strategies in the Brazilian Sugar-Ethanol Industry*. Londres : Imperial College of Science, Technology and Medicine, 1999. 186p. (Dissertação, Mestrado, Administração de Empresas).
- HOUGHTON Sir John. Teto de Zinco Quente. *Exame/The Economist*, São Paulo, Ano 33 No. 26, p.132-133, Dezembro de 1999.
- MACEDO, Isaías de Carvalho. O ciclo da cana-de-açúcar e reduções adicionais nas emissões de CO₂. In: SEMINÁRIO FONTE DE RECURSOS PARA PROJETOS: O CDM, 2000, Escola de Administração de Empresas de São Paulo / FGV, 8p.
- MACEDO Isaías de Carvalho. Greenhouse Gas Emissions and Energy Balances in Bio-Ethanol Production and Utilization in Brazil. *Biomass and Bioenergy*, Great Britain, Vol. 14. No. 1 p.77-81, 1998.

CIÊNCIA E TECNOLOGIA – “ADICIONALIDADE” AMBIENTAL DO ÁLCOOL COMBUSTÍVEL:
UM BENEFÍCIO AMBIENTAL VERDADEIRO OU SOMENTE MAIS UMA MATRIZ ENERGÉTICA –
UM ESTUDO DO CICLO DE VIDA DESTE COMBUSTÍVEL
Marcelo Schunn Diniz Junqueira

MACEDO Isaías de Carvalho. The Sugar Cane Agro-Industry - Its Contribution to Reducing CO2 Emissions in Brazil. *Biomass and Bioenergy*, Great Britain, Vol. 3. No. 2 p.77-80, 1992.

MAGALHÃES, João Paulo de Almeida et al. *Proálcool: Uma Avaliação Global*. Rio de Janeiro: Xenon Editora e Produtora Cultural Ltda, 1991. 195p.

MEIRA FILHO, Luiz Gylvan. New Mechanisms Under the Kyoto Protocol: Ideas for implementation. In: CLIMATE CHANGE, 1, 1998, New York, USA. *Brainstorming Session Organized by The Group of 77*. New York: UNDP, 1998. p. 27-30.

MICHAELOWA, Axel, DUTSCHKE, Michael. Economic and Political Aspects of Baselines in The CDM Context. In: GOLDEMBERG, José e REID, Walter. *Promoting development while limiting greenhouse gas emission: Trends & Baselines*. World Resources Institute, 1998, Methodological Issues, p. 163-186.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO BRASIL. **Entendendo a Mudança do Clima**. 1995. Endereço eletrônico: <http://www.mct.gov.br/gabin/cpmg/climate/programa/port/begincon.htm>.

MORAES Marcia A. F. Dias de. Financiamento para a Agroindústria Canavieira: Mercado de Carbono e Recursos Externos. *Preços Agrícolas*, Piracicaba, Ano 14, No. 158, p.14-16, Dezembro 1999.

NOVAES Washington. Entre esperanças e ameaças. *O Estado de São Paulo*, São Paulo, 28 de Janeiro de 2000. Editorial, p.A2.

O’LEARY, Harzel R. *Biofuels as a Transportation Strategy for Mitigating Global Climate Change*. 1999. Endereço eletrônico: <http://bioenergy.ornl.gov/doeofd/biowin/strategy.html>.

SPETH, James G. Introductory Remarks: Highlights of The Introductory Remarks. In: CLIMATE CHANGE, 1, 1998, New York, USA. *Brainstorming Session Organized by The Group of 77*. New York: UNDP, 1998. p. 12.

SPETH, James G. Introduction. In: GOLDEMBERG, José e REID, Walter. *Promoting development while limiting greenhouse gas emission: Trends & Baselines*. World Resource Institute, 1998, Introduction, p. 9-10.

SUSTAINABLE ENERGY DEVELOPMENT. *The E7 Observer*. 17 ed. , 1998, 56p.

THE BUSINESS ROUNDTABLE. *The Role of Technology in Responding to Concerns About Global Climate Change*. Washington D.C., 1999, 70p.

UNFCCC. The Official Web Site of the Climate Change Secretariat. *United Nations Framework Convention on Climate Change* Endereço eletrônico: <http://www.unfccc.org/>

UNFCCC. *Full Text Of The Convention*. 1999. Endereço eletrônico: http://www.unfccc.org/resource/conv/conv_002.html.

CIÊNCIA E TECNOLOGIA – “ADICIONALIDADE” AMBIENTAL DO ÁLCOOL COMBUSTÍVEL:
UM BENEFÍCIO AMBIENTAL VERDADEIRO OU SOMENTE MAIS UMA MATRIZ ENERGÉTICA –
UM ESTUDO DO CICLO DE VIDA DESTE COMBUSTÍVEL
Marcelo Schunn Diniz Junqueira

UNFCCC. *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change*. United Nations Framework Convention on Climate Change, 1997. 24p. Endereço eletrônico: <http://www.unfccc.org/resource/docs/cop3/107a01.pdf>.

US BRAZIL ASPEN GLOBAL FORUM, 3, 1999, São Roque. *Potential Early-Start CDM Projects In Brazil: Alcohol-Diesel Oil Mix for Municipal Buses in Campo Grande city*. São Paulo: Câmara Americana de Comércio e Industria, 1999. p.41.

US DEPARTMENT OF ENERGY. *Guidebook for Handling, Storing, & Dispensing Fuel Ethanol*. 2000. 29p.

WIBISONO, Makarim. Introductory Remarks. In: CLIMATE CHANGE, 1, 1998, New York, USA. *Brainstorming Session Organized by The Group of 77*. New York: UNDP, 1998. p. 9-10.

WORLD RESOURCES INSTITUTE (WRI); FOUNDATION FOR INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL (FIELD); CENTER FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN THE AMERICAS (CSDA). *The Clean Development Mechanism, Draft Working Papers*. 1998, 84p.

WORLD RESOURCES INSTITUTE. *Green Ledgers: cases studies in corporate environmental accounting*. 1.ed., 1995, 181p.