

FLUXOS MÁSSICOS DE PRODUÇÃO DO COMPLEXO SUCROALCOOLEIRO BRASILEIRO PARA EXPORTAÇÃO PARA O JAPÃO

Armando Caldeira-Pires

Universidade de Brasília
Faculdade de Tecnologia
Departamento de Engenharia Mecânica
Campus Universitário Darcy Ribeiro
70910-900 – Asa Norte – Brasília – DF
armandcp@unb.br

Marcos Gonçalves Noleto

Universidade de Brasília
Faculdade de Tecnologia
Departamento de Engenharia Mecânica
Campus Universitário Darcy Ribeiro
70910-900 – Asa Norte – Brasília – DF
mnolet@gmail.com

Renata Maéry de Lima Mendonça

Universidade de Brasília
Faculdade de Tecnologia
Departamento de Engenharia Mecânica
Campus Universitário Darcy Ribeiro
70910-900 – Asa Norte – Brasília – DF
renata_maery@terra.com.br

Resumo: Atualmente fontes renováveis de energia são consideradas como uma alternativa a fontes convencionais. Nos últimos dez anos, com o dilema da poluição global, foi considerado como um fator mais positivo a favor do uso de fontes de energia renovável. Mesmo assim, a sua participação na matriz de energia primária mundial ainda não é significativa (menos que 2,5%). Neste artigo, é proposta a elaboração de determinação dos fluxos mássicos da produção do complexo sucroalcooleiro do Brasil destinado para exportação para o Japão. Mas para tal, primeiramente, foi determinado à extensão do agro negócio sucroalcooleiro. Tendo observado o seu panorama atual, faz-se um comparativo com os outros complexos (tendo como Japão o destino do produto final e comparando com os outros países da Ásia oriental) e um estudo detalhado dos fluxos mássicos a partir do uso do GaBi 4 (Programa de análise de ciclo de vida que permite calcular os impactos ambientais, econômicos e sociais de um determinado produto, recorrendo a planos, processos e fluxos). O Brasil é pioneiro na utilização em larga escala de combustível limpo e renovável. Produzidos em bases sustentáveis, o álcool é um combustível com a energia de biomassa que contribui para a redução do efeito estufa e diminuindo substancialmente a poluição do ar, minimizando os seus impactos na saúde pública. Portanto, é observado um exemplo concreto de desenvolvimento sustentável, combinando os seguintes fatores: melhoria no meio ambiente, exploração de vocações econômicas locais e geração descentralizada de emprego e renda. O governo japonês já se preocupa com a forma de provimento de energia. Seguindo o protocolo de Kyoto – o país está se comprometendo a reduzir gradualmente o nível de emissões de poluentes na atmosfera. Tanto que o Japão está adicionando 3% na gasolina vendida, tendo na diluição com o álcool uma forma de ter um impacto ambiental menor.

Palavras-chave: Análise de ciclo de vida (ACV), fluxo energético, dematerilização, comércio exterior, álcool.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente fontes renováveis de energia são consideradas como uma alternativa (Moreira, 2002) a fontes convencionais. Nos últimos dez anos, com o dilema da poluição global, foi considerado como um fator mais positivo a favor do uso destes. Mesmo assim, a sua participação na matriz de energia primária mundial ainda não é significativa (menos que 2,5%).

A pequena participação é fundamentada pela freqüente falta de competitividade comercial, exigindo mais adiante uma melhoria tecnológica para superar tal barreira. Todavia, vários estudos mostraram que atualmente há tecnologias para o uso de novas fontes e renováveis. Tais fontes competem economicamente com fontes convencionais. Quando barreiras econômicas estão presentes, é necessário prover incentivos. Seja por amplo uso, é possível reduzir custos.

Atualmente os biocombustíveis são usados em conjunto com a gasolina - e diesel - em motores de combustão interna. É possível que motores sejam usados em certas aplicações ou em grandes frotas. Será benéfico se os novos combustíveis sejam semelhantes para, ou pelo menos compatível, com tipo de combustível utilizado hoje em dia estando de acordo com as especificações. A capacidade para misturar combustíveis de fontes alternativas com combustíveis convencionais já é uma realidade. E fazendo o uso da infra-estrutura, é dos meios mais efetivos para a aplicação dos biocombustíveis.

A disponibilidade de recursos de biomassa abrange atualmente na agricultura e silvicultura. Também, ultimamente, fontes de biomassa têm-se obtido de materiais não aproveitados em construção civil e indústrias de madeira. Na Figura 1 mostra de forma sumária os processos de conversão de biomassa atuais.

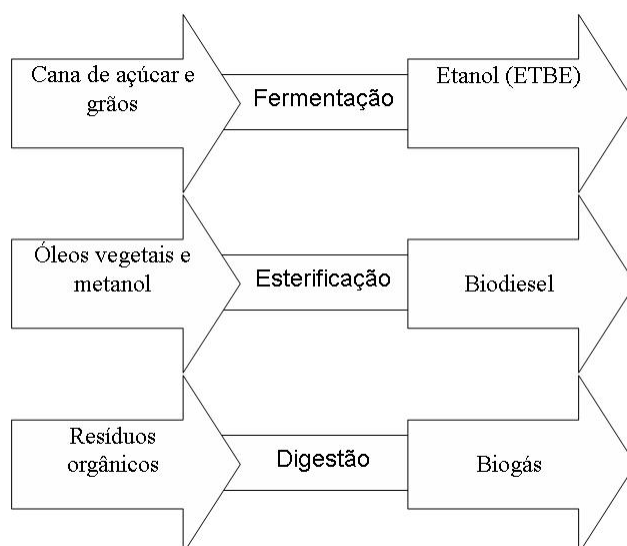


Figura 1: Processos de transformação de biomassa atuais.

Logo, combustíveis produzidos a partir de biomassa têm um alto potencial sendo que uma das principais vantagens é a redução de emissões de gases de estufa. Sendo assim, esta pode ser uma fonte de combustível segura, reduzindo gradualmente a dependência nas importações de petróleo, desenvolvendo uma reserva estratégica.

Apesar do fato que a biomassa para produzir eletricidade tem os maiores benefícios na questão de emissão de gases de estufa e que a biomassa aquecida é mais barata, os biocombustíveis de transporte têm a maior intensidade na geração de emprego. Também proporciona a única alternativa renovável para veículos existentes. Pelo menos até 2010, não haverá alguma concorrência para matéria-prima; os biocombustíveis dependem, principalmente, de colheitas agrícolas enquanto eletricidade e aquecedores dependem da queima de madeira e resíduos.

As energias alternativas renováveis (BiodieselBR, 2006) têm o potencial técnico de atender grande parte da demanda incremental de energia do mundo, independente da origem da demanda (eletricidade, aquecimento ou transporte). Há três aspectos importantes a salientar: a viabilidade econômica, a sustentabilidade de cada fonte e a disponibilidade de recursos renováveis para geração de energia, que variam entre as diferentes regiões do globo.

O Brasil é o país mais avançado, do ponto de vista tecnológico, na produção e no uso do etanol como combustível. Logo após vem os EUA e, em menor escala, pela Argentina, Quênia, Malawi e outros. A produção mundial de álcool aproxima-se dos 40 bilhões de litros, dos quais se presume que até 25 bilhões de litros sejam utilizados para fins energéticos. O Brasil responde por 15 bilhões de litros deste total. O álcool é utilizado em mistura com gasolina no Brasil, EUA, UE, México, Índia, Argentina, Colômbia e, mais recentemente, no Japão.

O álcool pode ser obtido de diversas formas de biomassa, sendo a cana-de-açúcar a realidade econômica atual. Investimentos prodigiosos estão sendo efetuados para viabilizar a produção de álcool a partir de celulose, sendo estimado que, em 2020, cerca de 30 bilhões de litros de álcool poderiam ser obtidos desta fonte, apenas nos EUA. O benefício ambiental associado ao uso de álcool é enorme, pois cerca de 2,3 t de CO₂ deixam de ser emitidas para cada tonelada de álcool combustível utilizado, sem considerar outras emissões, como o SO₂.

Apesar de todo o potencial para a co-geração, a partir do aumento da eficiência energética das usinas, a produção de energia elétrica é apenas uma das alternativas para o uso do bagaço. Também estão em curso pesquisas para transformá-lo em álcool (hidrólise lignocelulósica), em biodiesel, ou mesmo, para o seu melhor aproveitamento pela indústria moveleira e para a fabricação de ração animal.

2. METODOLOGIA

Neste artigo, é proposta a elaboração de determinação dos fluxos mássicos da produção do complexo sucroalcooleiro do Brasil destinado para exportação para o Japão. Mas para tal, primeiramente, foi determinado à extensão do agro negócio sucroalcooleiro. Depois de visto o seu panorama atual, faz-se um comparativo com os outros complexos (tendo como Japão o destino do produto final e comparando com os outros países da Ásia oriental) e um estudo detalhado dos fluxos mássicos a partir do uso do *GaBi 4* (Programa de análise de ciclo de vida que permite calcular os impactos ambientais, econômicos e sociais de um determinado produto, recorrendo a planos, processos e fluxos).

2.1. O agro negócio sucroalcooleiro

O agro negócio sucroalcooleiro (Procana.com, 2006) movimenta cerca de R\$ 40 bilhões por ano, com faturamentos diretos e indiretos, o que corresponde a aproximadamente 2,35% do PIB nacional, além de ser um dos setores que mais empregam no país, com a geração de 3,6 milhões de empregos diretos e indiretos. O Brasil é o maior produtor mundial de cana e açúcar e o principal país do mundo a implantar, em larga escala, um combustível renovável alternativo ao petróleo. Hoje o álcool é reconhecido mundialmente pelas suas vantagens ambientais, sociais e econômicas e os países do primeiro mundo estão interessados em nossa tecnologia. Este ano (Tabela 1) o Brasil deve obter mais de US\$ 3,5 bilhões em divisas com as exportações a partir de 14,3 milhões de toneladas de açúcar e 2,5 bilhões de litros de álcool.

Tabela 1: Cenário atual do agro negócio sucroalcooleiro (Procana.com, 2006).

Movimenta:	R\$ 40 bilhões
Representa:	2,35 % do PIB
Gera:	3,6 milhões de empregos
Envolve:	72.000 agricultores

Moe:	380 milhões de toneladas de cana
Produz:	24 milhões de toneladas de Açúcar
Produz:	14 bilhões de litros de Álcool
Exporta:	14,3 milhões de toneladas de açúcar
Exporta:	2,5 bilhões de litros de Álcool
Recolhe:	R\$ 12 bilhões em impostos e taxas
Investe:	R\$ 4 bilhões/ano
Compõem-se de:	334 Usinas e Destilarias (em operação + projetos)

2.2. Um comparativo com outros principais produtos agrícolas exportados

O agro negócio (MAPA, 2006) é responsável por 33% do Produto Interno Bruto (PIB), 42% das exportações totais e 37% dos empregos brasileiros. O PIB do setor ficou por volta de US\$ 180,2 bilhões em 2004, contra US\$ 165,5 bilhões alcançados no ano de 2003. Entre 1998 e 2003, a taxa de crescimento do PIB agropecuário foi de 4,67% ao ano. No ano passado, as vendas externas de produtos agropecuários renderam ao Brasil US\$ 36 bilhões, com superávit de US\$ 25,8 bilhões.

O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de vários produtos agropecuários. Está em primeiro lugar na produção e exportação de café, açúcar, álcool e sucos de frutas. Além disso, lidera o ranking das vendas externas de soja, carne bovina, carne de frango, tabaco, couro e calçados de couro. Milho, arroz, frutas frescas, cacau, castanhas, nozes, além de suínos e pescados, são destaques no agro negócio brasileiro, que emprega atualmente 17,7 milhões de trabalhadores somente no campo.

Exportação brasileira do agronegócio

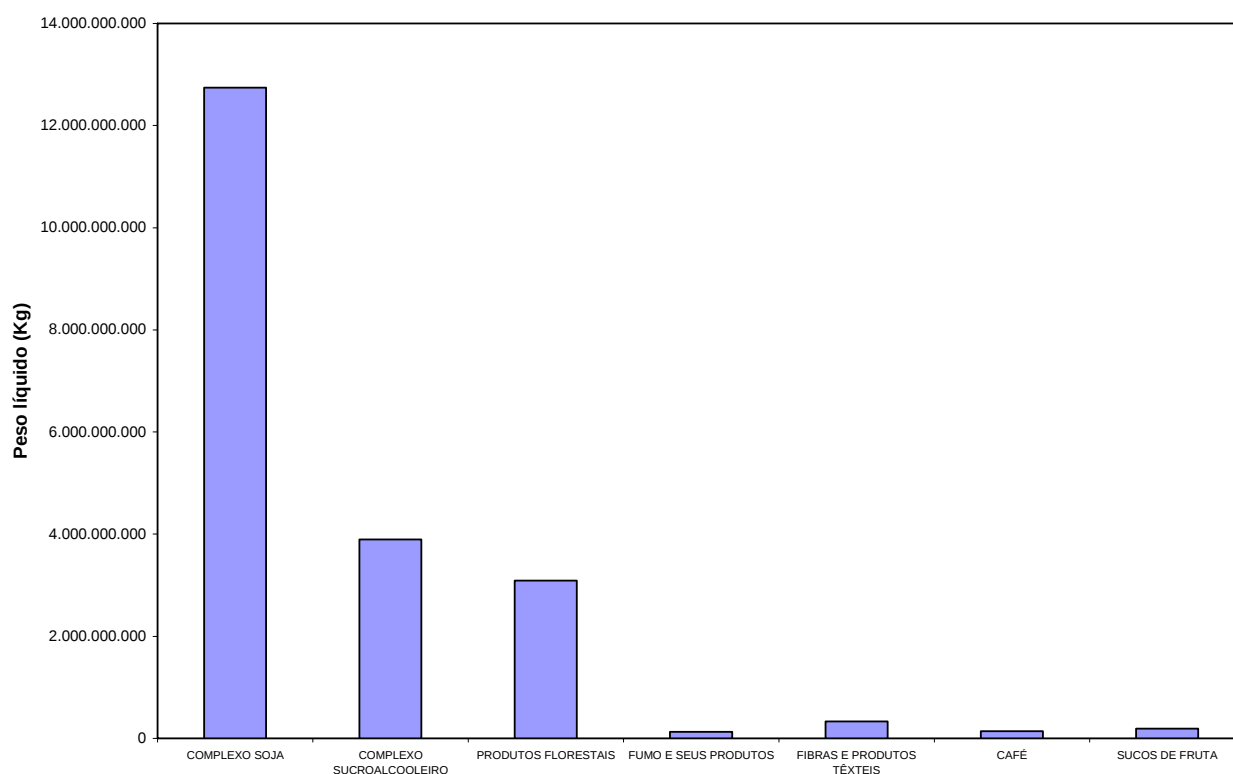


Figura 2: Exportação brasileira de agro negócio dos principais produtos agrícolas para a Ásia (MAPA, 2006).

O que se observa na Figura 2 que o complexo sucroalcooleiro ocupa a segunda posição na exportação dos principais produtos agrícolas perdendo apenas para o complexo de soja. O fato dos complexos de soja e sucroalcooleiro serem altamente produtivos se deve ao clima brasileiro ser diversificado, possuir chuvas regulares, energia solar abundante, possuir quase 13% de toda a água doce disponível no planeta e possuir extensas terras agricultáveis férteis e de alta produtividade.

A geração de empregos (Piacente e Piacente, 2003) (agrícolas e industriais) tem sido um dos pontos mais fortes da indústria da cana. Há grandes diferenças regionais e as características do emprego têm evoluído nos últimos dez anos; mas o fato é que o programa do álcool tem ajudado a reverter a migração para as áreas urbanas, fixando o trabalhador rural no campo com renda e trabalho digno, melhorando a qualidade de vida em muitas localidades, atingindo atualmente cerca de 1,5 milhões (600 mil empregos diretos e 900 mil empregos indiretos). Considerando as funções menos remuneradoras (trabalhadores rurais), o salário médio mais os benefícios chegam a US\$ 291,00 por mês, ou seja, cerca de 3,35 vezes o salário mínimo estabelecido por lei brasileira.

2.2.1. O intercâmbio Brasil – Japão

O intercâmbio comercial entre Brasil e Japão (MAPA, 2006) manteve-se relativamente estável na última década, situando-se entre 5 e 6 bilhões de dólares e com saldo equilibrado entre os dois países. Em 2005, porém, o Brasil exportou US\$ 3,476 bilhões, valor inédito no comércio entre os dois países, assegurando ao Brasil o superávit da relação comercial (US\$ 73 milhões), fato não ocorrido desde 1996. Em comparação ao ano de 2004, as exportações cresceram 25,6%.

Quanto às importações, estas atingiram, em 2005, US\$ 3,403 bilhões, uma elevação de 18,6% em relação a 2004, quando alcançaram US\$ 2,869 bilhões.

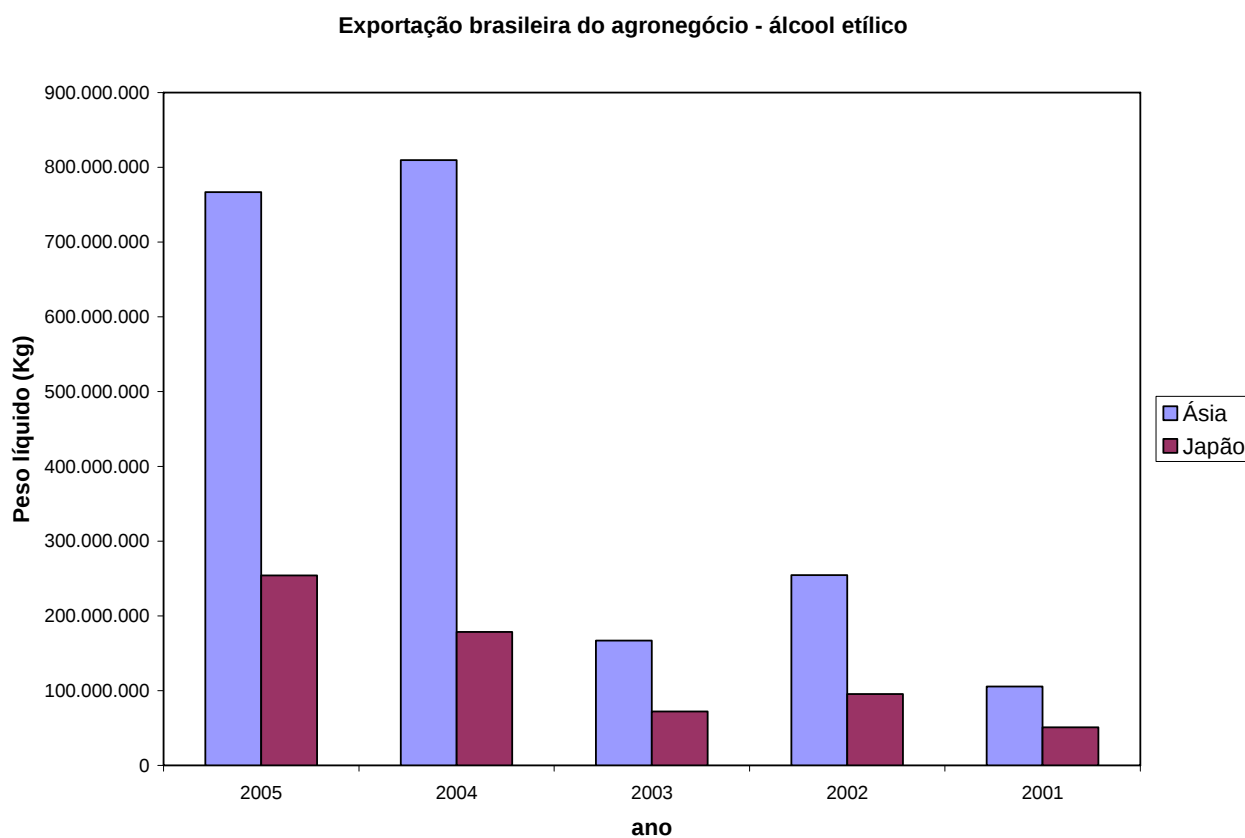


Figura 3: Exportação brasileira do agro negócio de álcool para a Ásia e Japão – comparativo (MAPA, 2006).

O interesse japonês em misturar 3% de etanol na gasolina vendida no país aumentou porque o Japão precisa desenvolver formas mais limpas de energia para cumprir o Protocolo de Kyoto - os países que fazem parte desse acordo se comprometem a reduzir gradualmente o seu nível de emissão de gases poluentes na atmosfera. O crescimento no consumo de álcool no Japão é observado nitidamente entre os anos de 2004 e 2005 na Figura 3.

2.3. Fluxos mássicos de etanol de cana

Utilizando os dados do Ministério da Agricultura, pode-se realizar junto com o programa *GaBi* 4 uma avaliação do ciclo de vida (ou fluxos de produção) do etanol, desde a plantação da cana-de-açúcar até a exportação de álcool (desde a aquisição da matéria-prima, passando por produção, uso e disposição), ou seja, “do berço ao túmulo”.

O *GaBi* 4 é um software de análise e otimização de produtos utilizando avaliações de ciclo de vida (ACV), permitindo calcular os impactos ambientais, econômicos e sociais, recorrendo a planos, processos e fluxos. É uma ferramenta para endereçar a necessidade para administração de dados de sustentabilidade e avaliação na organização, estabelecimento, processo ou nível de ciclo de vida de produto. As categorias gerais de impactos ambientais são consideradas pelo *GaBi* 4 incluindo o uso de recursos, a saúde humana e as consequências ecológicas como se observa na Figura 4.

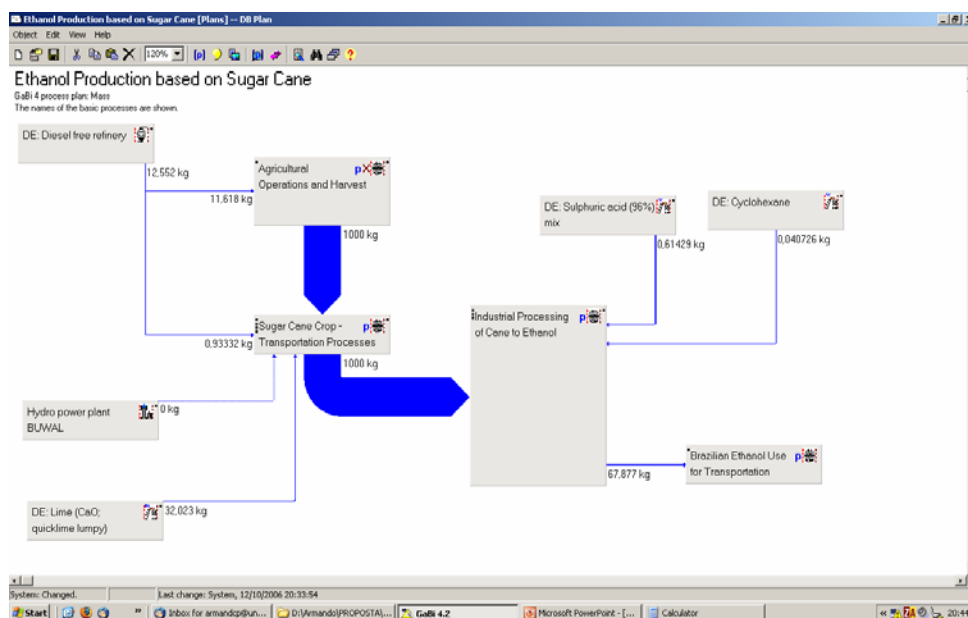


Figura 4: Produção de etanol baseado na monocultura da cana-de-açúcar.

Com essa ACV é possível no auxílio:

- na identificação de oportunidades para melhorar os aspectos ambientais do produto em vários pontos de seu ciclo de vida;
- na tomada de decisões na indústria, organizações governamentais ou não-governamentais (por exemplo, planejamento estratégico, definição de prioridades, projeto ou reprojeito de produtos ou processos);
- na seleção de indicadores pertinentes de desempenho ambiental, incluindo técnicas de medição;
- no *marketing* (por exemplo, uma declaração ambiental, um programa de rotulagem ecológica ou uma declaração ambiental de produto).

3. CONCLUSÕES

É proposta aqui, sob uma perspectiva de desenvolvimento ambiental, uma idéia de harmonização a partir de três elementos básicos: Economia, ambiente e sociedade.

O Brasil, devido à agroindústria canavieira, é pioneiro na utilização em larga escala de combustível limpo e renovável. Produzidos em bases sustentáveis, o álcool é um combustível com a energia de biomassa que contribui para a redução do efeito estufa e diminuindo substancialmente a poluição do ar, minimizando os seus impactos na saúde pública. Portanto, é observado um exemplo concreto de desenvolvimento sustentável, combinando os seguintes fatores: melhoria no meio ambiente, exploração de vocações econômicas locais e geração descentralizada de emprego e renda.

Porém, durante o processo de produção, têm-se a produção da vinhaça (Piacente e Piacente, 2002). É um produto resultante da destilação e fermentação da cana de açúcar no processo de fabricação de álcool, também pode originar-se como subproduto da produção de açúcar sendo eliminada no processo de cristalização do caldo da cana. Logo, é o principal subproduto da agroindústria canavieira por ser um elemento da produção altamente poluidor e apresentar-se em grande volume, dificultando seu transporte e eliminação. No entanto, uma aparente solução para o descarte racional da vinhaça é a fertirrigação, ou seja, a utilização desse produto rico em matéria orgânica in natura aplicada em áreas de plantio de cana.

Uma solução para a eliminação da vinhaça é a combustão direta ou incineração total da vinhaça (processo no qual consiste na queima da vinhaça e na recuperação econômica de alguns sais como o potássio que posteriormente pode ser reutilizado nas práticas de fertilização da lavoura canavieira). Esse método apresenta basicamente três benefícios, elimina por completo esse efluente poluente, possibilitando a recuperação econômica de alguns sais para posterior uso agrícola e possibilita a geração de energia a partir da queima.

Outro produto da produção, o bagaço, já tem um impacto diferente. O bagaço da cana de açúcar é um subproduto do processo de extração do caldo. Seja este para a produção de açúcar ou de álcool. A principal característica do bagaço é o seu teor de fibra, uma vez que a quantidade de bagaço que se obtém por unidade de massa de cana depende do teor de fibra. Em comparação a outros resíduos da agroindústria, o bagaço é considerado um subproduto nobre. Utiliza-se na geração de calor para os processos de industrialização do açúcar e do álcool. Com o desenvolvimento da máquina a vapor, seu uso intensificou-se e o conceito de cogeração, se desenvolveu paralelamente às inovações tecnológicas.

Os estudos realizados utilizando o bagaço nas próprias usinas com finalidade de geração de energia elétrica são muitos e apontam sempre para a ampliação dos sistemas de cogeração já instalados. Requer a substituição de caldeiras que trabalham em baixa pressão por equipamentos mais modernos, melhorando a eficiência das turbinas, ampliando a oferta de geradores de eletricidade a vapor.

Outro ponto importante é o seguinte: o governo japonês já se preocupa com a forma de provimento de energia. Seguindo o protocolo de Kyoto – o país está se comprometendo a reduzir gradualmente o nível de emissões de poluentes na atmosfera. Tanto que o Japão está adicionando 3% na gasolina vendida, tendo na diluição com o álcool uma forma de ter um impacto ambiental menor.

4. REFERÊNCIAS

- Moreira, J. R. (2002). Policies for promotion of new and renewable sources of energy. CENBIO, 1–26.
- BiodieselBR (2006). Portal do biodiesel. BiodieselBR, Disponível em:<<http://www.biodieselbr.com>>. Acesso em: 12 ago. 2006.
- Procana.com (2006). Portal do jornal da cana. Procana, Disponível em:<<http://www.jornalcana.com.br/conteudo/Conheca%20o%20Setor.asp>>. Acesso em: 11 set. 2006.
- MAPA (2006). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. MAPA, Disponível em:<<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 17 set. 2006.

- Piacente, E. A., Piacente, F. J. (2003). Agricultura para um desenvolvimento sustentável: cana-de-açúcar. 1-10.
- Piacente, E. A., Piacente, F. J. (2002). Desenvolvimento Sustentável na Agroindústria Canavieira: uma discussão sobre os resíduos. 1-13.

MASS FLUXES OF SUGAR-ALCOHOL BRAZILIAN COMPLEX PRODUCTION FOR EXPORTATION TO JAPAN

Armando Caldeira-Pires

Universidade de Brasília
Faculdade de Tecnologia
Departamento de Engenharia Mecânica
Campus Universitário Darcy Ribeiro
70910-900 – Asa Norte – Brasília – DF
armandcp@unb.br

Marcos Gonçalves Noleto

Universidade de Brasília
Faculdade de Tecnologia
Departamento de Engenharia Mecânica
Campus Universitário Darcy Ribeiro
70910-900 – Asa Norte – Brasília – DF
mnolet@gmail.com

Renata Maéry de Lima Mendonça

Universidade de Brasília
Faculdade de Tecnologia
Departamento de Engenharia Mecânica
Campus Universitário Darcy Ribeiro
70910-900 – Asa Norte – Brasília – DF
renata_maery@terra.com.br

Abstract: *Now renewable sources of energy are considered as an alternative to conventional sources. In the last ten years, with the dilemma of the global pollution, it was considered as a more positive factor in favor of the renewable use of sources of energy. Even so, the participation in the head office of world primary energy is not still significant (less than 2,5%). In this paper, the elaboration of determination of the mass flows of the production of the compound sucroalcooleiro of Brazil is proposed destined for export to Japan. Firstly, it was certain to the extension of the agriculture business sucroalcooleiro. Having observed the current panorama, a comparative one is made with the other compounds (tends like Japan the destiny of the final product and comparing with the other countries of oriental Asia) and a detailed study of the mass flows starting from Gabi's 4 use (Program of life cycle analysis that allows to calculate the environmental, economical and social impact of a certain product, falling back upon plans, processes and flows). Brazil is pioneering in the use in wide climbs of clean and renewable fuel. Produced in maintainable bases, the alcohol is a fuel with the biomass energy that contributed to the reduction of the greenhouse effect and reducing the pollution of the air substantially, minimizing their impacts in the public health. Therefore, a concrete example of maintainable development is observed, combining the following factors: improvement in the environment, exploration of local economical vocations and decentralized generation of job and income. The Japanese government already worries about the form of provision of energy. Following the protocol of Kyoto - the country is committing to reduce the level of emissions gradually of pollutant in the atmosphere. So much that Japan is adding 3% in the sold gasoline, tends in the dilution with the alcohol a form of having a smaller environmental impact.*

Keywords: *Life cycle assessment (LCA), energy flow, foreign trade, alcohol.*