

6º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

O Processo produtivo do Etanol: Gestão das questões ambientais

AUTORES:

Michelle de Oliveira Salles¹, Adriano David Monteiro de Barros¹²³, Emerson Barros de Aguiar¹

INSTITUIÇÃO:

1. Unicoop/Faixa 2. Universidade Estadual da Paraíba 3. Universidade Federal da Paraíba

Este Trabalho foi preparado para apresentação no 6º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás- 6º PDPETRO, realizado pela Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás-ABPG, no período de 09 a 13 de outubro de 2011, em Florianópolis-SC. Esse Trabalho foi selecionado pelo Comitê Científico do evento para apresentação, seguindo as informações contidas no documento submetido pelo(s) autor(es). O conteúdo do Trabalho, como apresentado, não foi revisado pela ABPG. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões da Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás. O(s) autor(es) tem conhecimento e aprovação de que este Trabalho seja publicado nos Anais do 6ºPDPETRO.

O Processo Produtivo do Etanol: Gestão das Questões Ambientais

Abstract

The ethanol production process have become a major problem related to the environment because the production needs of large organizations in large quantities and in a way that provides greater productivity eventually reach so impacting the environment by destroying the natural resources, and thus accelerating the process of environmental destruction. The use of scientific papers and books, as well as statistical data, were of fundamental importance for the development work. This study aimed to expose aspects of ethanol production as a source of development of the country, however exposing factors that question the production of ethanol, including the impact on the environment, causing deforestation, water pollution, as well as soil.

Introdução

A transformação da cana-de-açúcar em álcool é feita pelas usinas. É um trabalho conjunto entre as áreas agrícolas e industriais e começa com a escolha das variedades de cana plantadas. Buscam-se, assim, maiores teores de açúcar nas variedades. Quanto maior a quantidade de açúcar, melhor será o álcool. A cana é pesada assim que chega à usina. Essa pesagem permite o controle agrícola, o pagamento do transporte e também a medida da sacarose, com a qual se define o pagamento. Após esse processo são retiradas as impurezas (terra e areia).

A cana-de-açúcar colhida manualmente segue para os picadores e desfibriladores, que preparam os caules para a moagem, aumentando o rendimento do caldo. No caso da cana colhida mecanicamente, o produto já vem picado. De um lado, sai o caldo, de outro, o bagaço. Cada tonelada de cana processada gera entre 240 e 280 kg de bagaço. Esse bagaço também é reaproveitado e segue para as caldeiras, para produzir vapor que aciona as turbinas, gerando auto-suficiência de energia. O excedente de energia pode ser vendido para outras usinas.

O caldo extraído recebe um tratamento químico e é, então, purificado por várias técnicas de filtração para formar o mosto. O mosto fica em fermentação nas dornas durante um tempo, que varia de 4 a 12 horas. Nessa fase, os açúcares são transformados em álcool. Ao terminar a fermentação, a mistura recebe o nome de vinho fermentado. O álcool deste vinho é recuperado pela destilação. A operação é realizada em colunas, onde são feitas as destilações propriamente ditas, e a retificação, que dá origem ao álcool hidratado (teor de 96 GL = Gay Lussac). Este álcool hidratado pode ser comercializado assim ou, ainda, passar por um processo de desidratação, para gerar o álcool anidro (aproximadamente 99,3 GL). Uma vez prontos, os alcoóis são armazenados em tanques aguardando sua comercialização.

Impactos Ambientais Provenientes do Setor Sucroalcooleiro

O despertar mundial sobre os aspectos ambientais e uma consciência ecológica aconteceram em 1968, com a realização, em Paris, da Conferência sobre a Biosfera. Em 1972 foi realizada também, em Estocolmo, a I Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, que fez com que ocorresse a inclusão da questão ambiental nas agendas oficiais internacionais. Em 1992 realizou-se no Rio de Janeiro uma Conferência sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, que resultou em documentos da

Agenda 21 e a Carta da Terra. Os desdobramentos dessas reuniões ocorrem no sentido de minimizar o processo de degradação ambiental.

No setor empresarial, tem-se a Carta Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável (1996), que teve realização no mesmo ano da II Conferência Mundial da Indústria sobre a Gestão do Meio Ambiente. A carta empresarial reúne 16 princípios de gestão que expressam compromissos a serem assumidos pelas empresas, para o desenvolvimento de um plano de gestão ambiental.

As atividades de produção de cana são regulamentadas por um conjunto de leis, com freqüentes revisões devido, aos avanços tecnológicos e novas situações. Optou-se neste trabalho, tomando o caso da indústria canavieira do Brasil, por destacar e analisar os principais impactos positivos e negativos ao meio ambiente, considerados na produção agrícola em geral, relacionando-os com a produção industrial do etanol combustível e seu uso final.

Os principais impactos ambientais estão relacionados à energia, à água, aos materiais, ao ar, ao clima, às pragas, às doenças, aos agrotóxicos e fertilizantes, ao solo e à biodiversidade (AÇÚCAR ÉTICO, 2006).

O aumento da poluição pela cana-de-açúcar se dá através do uso, cada vez maior, de energia como, por exemplo, o uso de combustíveis fósseis poluentes. A indústria da cana-de-açúcar é auto-suficiente em energia e produz 9,7 TWh de energia mais a energia mecânica, representando 3% da eletricidade no Brasil.

O clima é prejudicado com as queimadas, devido principalmente às emissões dos gases do efeito estufa (GEE). A proposta que se tem atualmente sobre o assunto é que se deve diminuir gradativamente as queimadas para que a mão-de-obra seja absorvida e a mecanização implementada.

O solo é utilizado em 0,6% da área do Brasil para a cana. Metade desta porcentagem é utilizada para o etanol. Neste aspecto, a recuperação proveniente da cana é mais vantajosa que a de outros produtos agrícolas, pois as perdas de nutrientes são menores. A recente expansão da cana ocorreu em solos relativamente mais pobres, como é o caso dos cerrados que foram antropizados e, também, em pastagens. As perdas da cana por erosão são mínimas e sem a queima o solo pode melhorar as suas condições de forma mais rápida ainda.

É sabido que a agroindústria da cana tem evoluído muito na questão de sustentabilidade. Para outros mais realistas, a opinião sobre o setor é bem menos otimista, e estes alegam que as usinas continuam desmatando, plantando cana em áreas de preservação permanente (APP), dentre outras atividades nocivas ao meio ambiente. É evidente, pois, o desenvolvimento de princípios e critérios claros e precisos, necessários a uma certificação justa para com os trabalhadores, com o meio ambiente e com a sociedade (JANUZZI, 2008).

Smeets, Faaij e Levandowski (2004) ressaltaram dezesseis aspectos chaves para a compreensão da produção sustentável do etanol. Destes, trazemos á tona apenas os referentes às questões ambientais.

Uso da Água

Em geral, para esses mesmos autores, há água suficiente para fornecer todas as necessidades a longo prazo, previstos para as regiões Centro-Sul e no Brasil como um todo, mas a escassez de água local pode ocorrer como um resultado do mau uso desse recurso, bem como da sua poluição por vários setores, entre eles a agricultura e indústria, e/ou cidades. O uso da água para a produção do etanol a

partir da cana-de-açúcar é o principal problema. Esse processo requer tanta água que poderia levar a um esgotamento da água doce presente na terra.

Para produzir etanol, grandes partes de água são necessárias durante a conversão da cana em etanol. O uso total é calculado em 21m³/t cana, dos quais 87% é usada em quatro processos:

- Lavagem da cana;
- Evaporação;
- Fermentação;
- Arrefecimento.

Como resultado do progresso tecnológico e da legislação, a quantidade de água coletada para a produção de etanol tem diminuído consideravelmente durante anos recentes. No Brasil, legislações atuais têm sido implementadas para promover uma maior eficiência do uso da água.

Poluição da Água

Com relação à poluição da água, os autores comentam que a poluição da água pode ser resumida da seguinte forma: encontra-se basicamente na região Centro-Sul do Brasil e é um importante problema em algumas regiões e bacias hidrográficas, especialmente em locais onde poluentes de diferentes setores estão presentes. Não está disponível informação detalhada sobre o nível dessa poluição. No entanto, a partir de literatura geral, as principais fontes de água poluentes parecem ser de esgotos, vazamento de enchentes e desperdício industrial.

Na Tabela 1 são apresentadas as quantidades de fungicidas, inseticidas, acaricidas e defensivos agrícolas consumidos em 1999 e 2003.

TABELA 1: Quantidade de fungicidas, inseticidas, acaricidas e defensivos agrícolas consumidos em 1999 a 2003

	ANO	CANA-DE-AÇÚCAR	CAFÉ	CÍTRICOS	MILHO	SOJA
Fungicidas	1999	0,00	1,38	8,94	0,00	0,00
	2003	0,00	0,66	3,56	0,01	0,16
Inseticidas	1999	0,06	0,91	1,06	0,12	0,39
	2003	0,12	0,26	0,72	0,18	0,46
Acaricidas	1999	0,05	0,00	16,00	0,00	0,01
	2003	0,00	0,07	10,78	0,00	0,01
Defensivos agrícolas	1999	0,03	0,06	0,28	0,05	0,52
	2003	0,04	0,14	1,97	0,09	0,51

Fonte: Modificado de Macedo (2005).

Uso da Terra, Questão Florestal e Biodiversidade

O impacto direto sobre a biodiversidade relacionada à produção da cana-de-açúcar é limitada, porque a produção da cana substitui principalmente pastagens e/ou alimentos vegetais e a sua produção tem lugar distante dos principais biomas do Brasil (Floresta Amazônica, Cerrado, Mata Atlântica, Caatinga, Campos Sulinos e Pantanal). O montante da colheita na região Centro-Sul da região aumentou de 2,8 Mha em 1993, para 4,2 Mha, em 2003, e está previsto um aumento de cerca de 50% para 2010 (GOLDEMBERG, 2005).

Queima da Cana

A meta do setor sucroalcooleiro é reduzir os custos de colheita manual e as despesas de transporte. A queima de cana tem sido gradualmente diminuída em São Paulo. De 82% da área colhida pela queima em 1997, passou-se para 63% da área colhida em 2004. A extinção da queima da cana (passagem do corte manual para a colheita mecânica) tem impactos negativos e positivos. O impacto negativo é a redução dos empregos. Com isso, há uma implicação social. Para Smeets (2006), os impactos positivos são relacionados ao meio ambiente. São esses:

- A redução das emissões, que são potencialmente nocivas à saúde humana;
- A redução de danos à infra-estrutura e às florestas;
- A redução das taxas de erosão do solo;
- A redução das emissões dos gases do efeito estufa provenientes da queima de cana.

A queima de cana resulta em emissões gasosas que são potencialmente prejudiciais para a saúde humana, tais como os gases CO (monóxido de carbono), CH₄(metano), compostos orgânicos não-metano e outras partículas. Essa queima também está relacionada a um aumento de ozônio na atmosfera (SMEETS, 2006).

Na fase agrícola, Ometto afirma que a queimada da cana elimina a palha, uma matéria orgânica que ajudaria na recuperação do solo. Queimando a cana, perde-se também a sacarose, que é o açúcar produzido pelas plantas. Com menos sacarose, a quantidade de açúcar e álcool é diminuída.

Na etapa industrial, há geração de um consumo excessivo de água, uma vez que a cana queimada passa por um processo de lavagem. Além disso, a vinhaça poderia gerar um biocomposto e, junto com outros resíduos, melhorar sua aplicabilidade, que não sua aplicação in natura.

No que diz respeito à parte econômica, além da maior produtividade, haveria benefícios sociais. “Se não existisse a queimada, haveria uma demanda para a criação de empregos 50% maior, mantendo a produtividade do corte queimado manual” (OMETTO, 2005). Isso se deve ao número de áreas onde as máquinas não conseguem trabalhar – aproximadamente 50% do solo dedicado à cultura no Brasil– e também à necessidade de mais pessoas para cortar a cana crua manualmente (seria necessário a contratação do triplo de pessoas para o trabalho, bem como um pagamento diferenciado e utilização de equipamentos de proteção adequados à atividade).

Metodologia

Trata-se de uma revisão de literatura, realizada no período de Setembro de 2010 à Março de 2011, na qual foram consultados livros e periódicos da Biblioteca da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) campus de João Pessoa - PB e Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), campus de Campina Grande – PB, artigos em revistas eletrônicas especializadas em meio ambiente, assim como, realizada uma busca de artigos científicos nos bancos de dados da Scielo.

As palavras-chave utilizadas na busca foram: Meio Ambiente, Etanol, Produção, Desenvolvimento e Gestão. Assim foi realizada dentro da literatura especializada, em um total de 12 trabalhos que correlacionava ao processo de produção do Etanol e os impactos no meio ambiente.

Resultados e Discussão

É fundamental que haja uma matriz energética consistente e sustentável. O Brasil possui um cenário econômico favorável para se consolidar como líder na política de combustíveis. Essa matriz envolve muitos colaboradores: produtores, exploradores, refinadores, distribuidores, indústrias automobilísticas, consumidores, governo e sociedade (UNICA, 2009).

O Brasil possui muitos benefícios relacionados a esses fatores. Em termos de produção, sabe-se que uma tonelada de cana gera cerca de 320 kg de bagaço, dos quais 90% são usados na cogeração de energia. O interessante dessa produção é que coincide com a seca dos reservatórios das usinas hidrelétricas, possuindo, assim, um caráter complementar. Estima-se que até 2012, o potencial de cogeração de energia, com aproveitamento de 50% do bagaço, seja de 9 mil MV ou 8% da demanda nacional projetada (UNICA, 2008).

De acordo com a Portaria nº. 282/2008 do INMETRO é exigido que as usinas que desejem a certificação utilizem a biomassa como cogeração de energia. Assim, usinas que já participam desse processo estão um passo à frente em direção à certificação.

Há pouquíssimos registros de dados na literatura sobre as emissões gasosas e balanço energético, de maneira geral.

Os principais insumos energéticos estudados por Macedo (2004), na produção da cana-de-açúcar são:

- Operações na agricultura;
- Transporte;
- Fertilizantes;
- Herbicidas, pesticidas; e
- Equipamentos.

Dos estudos feitos por Macedo (2004) e Oliveira et al (2005), constatou-se que a principal diferença nos insumos energéticos observados é a utilização de gasóleo para operações agrícolas, para o qual, de acordo com Oliveira e colaboradores assumiu um valor de 23 GJ/ha, em comparação com 2,61 GJ/ha assumida por Macedo et al (2005). A Tabela 1 resume os valores mencionados.

TABELA 1: Diferenças dos inputs energéticos

INPUTS ENERGÉTICOS	GJ/HA (MACEDO ET AL 2004)	INPUTS ENERGÉTICOS	GJ/HA (OLIVEIRA ET AL 2004)
Operações da agricultura	2,61	Diesel e outras operações	23
Transporte	2,95		
Fertilizantes	4,57	Fertilizantes	4,78
Herbicidas, pesticidas	1,32	Herbicidas e inseticidas	1,99
Equipamentos	2,00		
		Trabalho	2,86
Totais	13,86	-----	35,98

Fonte: Modificado de Macedo et al (2005) e Oliveira et al (2005).

Nota-se que há uma diferença significativa nos valores de energia em GJ/ha entre os autores no que diz respeito às operações. Para Oliveira et al (2005) aparece o valor 23 GJ/ha. Isto acontece porque o valor referido é de *emergia* e não de energia. Esse é um novo conceito, classificado por Ometto (2005). *Emergia* pode ser definida como a energia solar total equivalente disponível de uma forma pode ser usada diretamente e indiretamente. Expressa o custo de um processo ou um produto em energia solar energia equivalente.

Com relação à redução das emissões dos GEE, o etanol de cana-de-açúcar é geralmente considerado o mais eficiente dos biocombustíveis, atualmente, em produção comercial. Quando comparado com gasolina, a redução dos gases com efeito de estufa por quilômetro é estimada entre 85-90% (IEA, 2009).

Conclusões

Os aspectos ambientais das atividades produtivas constituem problemas para a empresa, que deve controlar seus processos produtivos e, muitas vezes, reformulá-los (por exemplo, a indústria dos pneumáticos). Caso os aspectos ambientais sejam controlados surgem impactos ambientais. Todas as empresas geram aspectos ambientais. Um resíduo pode ser causado pelo uso ineficiente de um equipamento, podem ser materiais gerados no processo que não podem ser reaproveitados, e podem ser aqueles itens provenientes do mau gerenciamento de recursos.

A utilização dos recursos naturais em abundância também é uma forma de impacto ambiental. O etanol combustível, por exemplo, apesar de ser uma *commoditie*, é também agressivo ao meio ambiente. Utilizava a muito tempo atrás, bastante água em seu processo produtivo. Hoje, após várias tecnologias de reuso da água, esse aspecto foi melhorado, e existem usinas que conseguem captar até 0,5m³ de água/tonelada de cana. A água é um dos principais insumos utilizados pelas indústrias. Estas a utilizam para enxágüe de produtos, n caso das indústrias de bijuterias, para lavagem de pisos, na cana de açúcar lava-se a cana no processo que é mecanizado. Quando a cana é colhida crua, e sem queima, essa etapa é extinta.

Conclui-se, que para as empresas, maiores custos em seus tratamentos são algumas consequências da falta de uma gestão adequada com relação a esse recurso. Medidas de Produção Mais Limpa (P+L) procuram controlar o lançamento dos rejeitos ao meio ambiente, evitando desperdícios e aumentando a eficiência dos processos, buscando alternativas de reuso e reciclagem. Com isto, a empresa traz adequação ambiental, redução de custos, melhoria da imagem da empresa junto aos *stakeholders* (colaboradores), e outros benefícios.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Unicoop e a Faísa, pelo apoio oferecido, para o desenvolvimento do trabalho.

Referências Bibliográficas

AÇÚCAR ÉTICO. **II Seminário Científico Brasileiro sobre as Problemáticas Sociais e Ambientais do Setor Canavieiro, 2005**, São Paulo: 2006. 468 p.

BRASIL. Instituto Nacional de Metrologia. (a). Portaria n.º 282, de 07 de agosto de 2008. Regulamento de Avaliação da Conformidade para Etanol Combustível. In: _____. **Serviço Público Federal**. Rio de Janeiro, 2008.

GOLDEMBERG, José. Pesquisa e desenvolvimento na área de energia. **Journal Article**. Mai 2005. Disponível em: < <http://biblioteca.universia.net> >. Acesso em: 10 jan. 2011.

JANUZZI, G. M. **Uso da água na produção de etanol de cana-de-açúcar**. Projeto Programa de Pesquisa em Políticas Públicas. Campinas: Unicamp, 2008. Disponível em: <<http://www.apta.sp.gov.br>>. Acesso em: 08 mai. 2009.

_____, M.W., FAAIJ, A.P.C., I. LEWANDOWSKI. **A quickscan of global bio-energy potentials to 2050 – an analysis of the regional availability of biomass resources for export in relation to underlying factors**. Utrecht University, March 2004.

MACEDO, I. C. **Balanço das emissões de gases do efeito estufa na produção e no uso do etanol no Brasil**. Governo do estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente. São Paulo, 2004.

MACEDO, I. C. Sugarcane's energy: twelve studies on Brazilian Sugarcane Agrobusiness and its Sustainability. **União da Agroindústria Canavieira de São Paulo**. p. 195. São Paulo, 2005.

OLIVEIRA, M. E. D., B. E.; VAUGHAN; RYKIEL, E. J. Ethanol as Fuel: Energy, carbon Dioxide Balances, and Ecological Footprint. **Bioscience**. v. 55, n. 7, p. 593-602. Califórnia, jul. 2005.

OMETTO, A. R. **Avaliação do ciclo de vida do álcool etílico hidratado combustível pelos métodos EDIP, exergia e emergia**. Tese de doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos (EESC). Departamento de Hidráulica e Saneamento. São Paulo, 2005.

SMEETS, E., JUNGINGER, M., FAAIJ, A. WALTER, A. DOLZAN, P. **Sustainability of Brazilian bio-ethanol**. Universiteit Utrecht, Copernicus Institute e Unicamp, 2006

UNICA. **Etanol e Biocoeletricidade: A cana-de-açúcar no futuro da matriz energética**. São Paulo, 2009a.

UNICA. **Setor Sucroenergético: Mapa da produção**. Disponível em: <<http://www.unica.com.br>>. Acesso em: 10 fev. 2011.