

COMPARAÇÃO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA E GASES ACIDIFICANTES NO USO DE DIFERENTES FONTES ENERGÉTICAS PARA SECAGEM DE GRÃOS

Breno de Almeida Marques

PPGERHA/UFPR – Centro politécnico, CP 19011 - Jd. das Américas - Curitiba/PR, 81531-990
engbrenomarques@yahoo.com.br

Marcelo Riso Errera

Departamento de Transporte/UFPR – Centro politécnico, CP 19011 - Jd. das Américas - Curitiba/PR, 81531-990
errera@ufpr.br

Resumo. Com a atual escala de produção de grãos no Brasil (em torno de 115 milhões de toneladas na safra 05/06), surgem algumas preocupações em relação à alta demanda térmica necessária para secagem destes grãos. Por exemplo, a demanda para secagem de soja e milho nas condições normalizadas no Brasil é da ordem de 30.000 TJ. Tal demanda é atendida, em grande parte, por lenha (85 a 90%), gerando impactos ambientais decorrentes da extração, transporte e das emissões atmosféricas da sua queima. No processo de avaliação potencial de redução de impactos ambientais entre diversas soluções energéticas para suprir tal demanda térmica, consideram-se várias tecnologias de conversão de energia e de combustíveis. Para a tecnologia atual de secagem de grãos, combustíveis e tecnologias de queima estão fortemente associadas. Em busca de um visão nacional da questão inciou-se estudando a pós-colheita de soja e milho no Estado do Paraná por ser um dos maiores produtores do Brasil. Assim este trabalho teve como objetivo: comparar quantitativamente, as emissões de gases de efeito estufa e gases acidificantes para secagem de grãos, utilizando gás natural (GN), lenha, biodiesel, óleo diesel e gás liquefeito de petróleo (GLP) em toda a cadeia de fornecimento de cada energético. Para isto, utilizou-se uma metodologia mundialmente reconhecida, Avaliação de Ciclo de Vida (ACV), associando as emissões de CO₂^{eq} e SO₂^{eq} na produção, transporte e uso final destes energéticos. Visitas técnicas foram realizadas para levantamento de dados do uso destes combustíveis em unidades de secagem. Os principais resultados alcançados neste trabalho, apresentados em tabelas e gráficos comparativos, demonstram que as emissões de CO₂^{eq} foram menores para os combustíveis renováveis (considerando o seqüestro de CO₂ na fase de produção), já as emissões de SO₂^{eq} foram menores para o GN. Estes resultados confirmam a necessidade de uma análise criteriosa na escolha de combustíveis para geração de energia térmica para o processo de secagem de grãos.

Palavras chave: secagem; avaliação de ciclo de vida; impactos ambientais; pós-colheita de grãos; sustentabilidade

1. Introdução

Atualmente o Brasil desponta como segundo maior produtor mundial de grãos, ficando atrás apenas dos Estados Unidos. A produção consolidada da safra 04/05 foi de 113 milhões de toneladas e de aproximadamente 115 milhões para a safra 05/06. O Estado do Paraná (escolhido para esta análise) desponta como segundo maior produtor de soja (9,5 milhões de toneladas) e maior produtor de milho do Brasil (8,3 milhões de toneladas) na safra 04/05.

Toda a produção de grãos deve passar por um pré-processamento, para que adquiram a qualidade necessária para exportação, comercialização, extração de óleo, entre outros processos de transformação. As principais etapas desta fase do processamento são: pré-limpeza, secagem, limpeza e armazenamento para realização daqueles processos ao longo do ano.

A questão primordial do pré-processamento é a alta demanda por energia térmica para secagem dos grãos - esta etapa é fundamental para redução da umidade dos grãos oriundos do campo. Somente após a secagem, os grãos podem ser armazenados sem perda de qualidade.

Segundo a EMBRAPA (2004) os grãos devem ser colhidos com umidade de 18 e 24% para soja e milho, respectivamente, e devem ser secos até uma faixa de 13 a 14% de umidade para que possam ser armazenados por longos períodos. Futuramente, quando os grãos são direcionados diretamente para a extração de óleo, a umidade residual deve ser em torno de 10%.

A demanda térmica para secagem de grãos no Brasil é de aproximadamente 30.000 TJ, o que seria suficiente para ferver cerca de 10 trilhões de m³ de água. O fato agravante é que esta demanda é atendida em quase sua totalidade por queima direta de lenha (90%). O restante é suprido por outros combustíveis como gás natural (GN), gás liquefeito de petróleo (GLP), resíduos de madeiras e outras formas de biomassa residuais complementares (Errera *et al.*, 2002).

No processo de avaliação potencial de redução de impactos ambientais entre diversas soluções energéticas para suprir tal demanda térmica, consideram-se várias tecnologias de conversão de energia e de combustíveis. Para a tecnologia atual de secagem de grãos, combustíveis e as respectivas tecnologias de queima estão fortemente associadas.

Diversos impactos ambientais são observados na etapa de pós-colheita de grãos no Brasil. O total conhecimento dos impactos serão melhores identificados e avaliados através de metodologias como a ACV (Curran, 1996). Numa avaliação preliminar, observou-se que as emissões atmosféricas totais são os principais fatores.

Este artigo tem como principal objetivo: realizar uma comparação entre o uso de diversos combustíveis (GN, GLP, lenha, biodiesel B100, óleo diesel) para secagem de grãos na escala de produção de soja do Estado do Paraná. Avaliando a contribuição de cada um para o aquecimento global e precipitações ácidas. Para se atingir esses resultados seguiram-se os critérios da metodologia de avaliação de ciclo de vida (ACV), considerando a produção, transporte e uso final dos combustíveis supracitados.

Os resultados estão apresentados em gráficos e foram obtidos para um estudo de caso do Estado do Paraná, considerando sua atual escala de produção e mostraram que, se por um lado, as fontes renováveis de energia emitem menos gases de efeito estufa, por outro lado emitem mais gases acidificantes.

Ao estender os resultados para o resto do território brasileiro, deve-se considerar a disponibilidade e prática de exploração de lenha, a logística de distribuição dos combustíveis derivados de petróleo e o biodiesel, e as práticas operacionais e o estado de funcionamento dos secadores.

2. Secagem de grãos

O processo de secagem é interessante do ponto de vista operacional e de logística. Enquanto os grãos não devem permanecer por longos períodos com a umidade oriunda do campo, pois são passíveis de fermentação, respiração ou germinação, eles não podem ser manuseados e secos num processo muito rápido, porque podem sofrer injúrias mecânicas e térmicas.

A etapa de secagem deve ser bem planejada, para que as perdas de grãos seja a menor possível. Alguns estudos confirmam que as propriedades nutricionais dos grãos podem ser afetadas entre outros fatores por processos inadequados de secagem (Doretti et al., 2003; Heuert, 2004; Jayas e White, 2003).

Para que a atual produção de grãos seja seca de forma adequada e em tempo hábil, se faz necessário o uso de equipamentos, como por exemplo, secadores.

O secador mais utilizado no Brasil é o chamado tipo cascata (Figura 1). Eles são manufacturados com capacidades de secagem de 10 a 300 ton/h. Estes secadores possuem uma torre central montada pela superposição vertical de caixa de dutos. Uma caixa de duto é formada por dutos em uma fileira horizontal. O nome cascata é definido devido à característica do movimento da massa de grãos por entre os dutos. Cerca de 1/3 da altura da torre é destinado à câmara de resfriamento, cujo objetivo é retirar calor da massa de grãos, deixando-a com temperatura adequada para armazenagem. Muitos secadores aproveitam o ar que sai da seção de resfriamento, misturando-o ao ar de secagem (e.g., Silva, 2005).

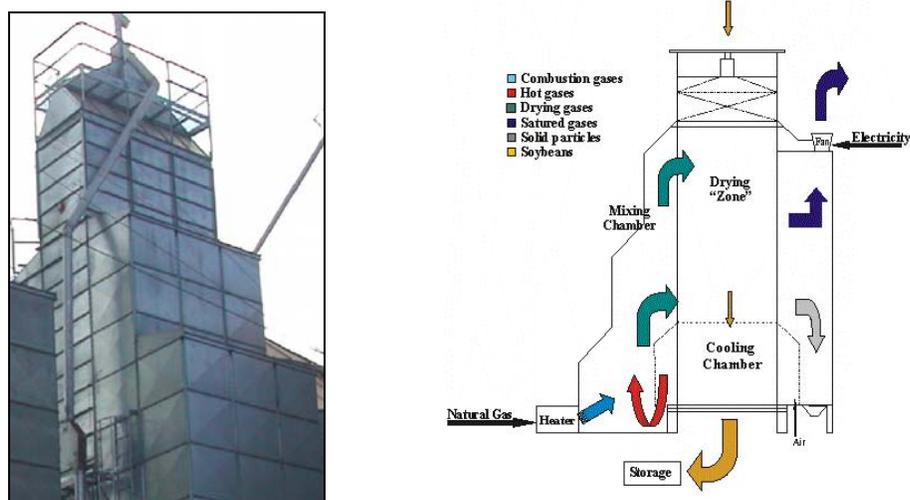


Figura 1. Secador de grãos do tipo Cascata (vista externa e esquemática)

O secador apresentado na Fig. 1 possui o fluxo de soja contínuo, ou seja, o grão entra úmido na parte superior e é descarregado seco e frio na parte inferior. Um dispositivo regula o fluxo de ar de acordo com a quantidade de umidade a ser retirada. A faixa de umidade retirada em cada passagem é da ordem de 5%, portanto, pode haver mais de uma passagem pela coluna do secador.

3. Avaliação de Ciclo de Vida

Em meados da década de 60 surgiu uma metodologia chamada Avaliação de ciclo de Vida (ACV), que em virtude da crise energética de 70 e da grande falta de banco de dados para pesquisa, foi pouco utilizada. Só na década de 90 esta metodologia ganhou força, devido entre outros fatores ao aumento das preocupações ambientais, melhoria do desempenho de computadores e aumento da disponibilidade de dados (Curran, 1996).

A ACV é uma metodologia que estuda todas as etapas do ciclo de vida de um produto ou processo, ou seja, permite associar todos os impactos ambientais desde a extração da matéria-prima para manufatura de um produto até o seu descarte para a natureza.

Os principais passos para realização de uma ACV são: definição do objetivo e escopo, análise de inventário (AI), avaliação dos impactos e análise de melhorias.

Segundo Koroneos *et al.* (2005), estes passos significam:

Definição do Objetivo e Escopo – definição e descrição do produto, processo ou atividade. Esclarecimento dos objetivos da análise e os aspectos que serão considerados e avaliados, bem como, os que não serão considerados por conta da falta ou dificuldade na obtenção de dados.

Análise do Inventário – Identificação e quantificação de todas as entradas e saídas das etapas do ciclo de vida do produto, ou seja, consumo de água e energia, geração e descarte de resíduos, entre outros.

Avaliação dos Impactos – nesta fase são considerados todos os efeitos sobre o meio ambiente e o homem, provocados pelos materiais usados e resíduos liberados, previamente identificados na análise de inventário.

Interpretação – após a análise dos impactos é selecionado o produto, processo ou serviço mais adequado do ponto de vista ambiental.

As etapas da ACV realizada neste trabalho foram simplificadas para que pudesse ser atingido o objetivo proposto neste trabalho.

4. Materias e métodos

Este artigo faz parte de um estudo da sustentabilidade energo-ambiental da agroindústria brasileira. O objetivo deste artigo não foi apresentar uma ampla e completa ACV, e sim o uso desta metodologia para obtenção dos indicadores quantitativos na principal fase do processo de pós-colheita de grãos, que é a secagem.

Algumas simplificações foram realizadas, entre elas, a desconsideração de alguns insumos da etapa de secagem. Assim, a Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) deste trabalho enfocou apenas o ciclo de vida dos combustíveis estudados até sua queima nos secadores. Nas avaliações dos impactos ambientais das emissões, observa-se que o efeito estufa da atmosfera e o potencial de chuva ácida são efeitos continentais a globais e que seus efeitos no meio ambiente são generalizados. Na pós-colheita de soja e milho observa-se pouca ou quase nenhuma emissão de particulados, pois na pré-limpeza há o aproveitamento das partículas sólidas para futura revenda e no secador de grãos, a própria massa de grãos realizar o abatimento do material particulado.

4.1. Definição do objetivo e escopo

Esta ACV teve como objetivo quantificar as emissões de gases de efeito estufa (GEE) e gases acidificantes associados à produção, transporte e uso final dos principais combustíveis (GN, GLP, lenha, biodiesel e óleo diesel) utilizados para geração de energia térmica na etapa de secagem de soja e milho no Estado do Paraná.

4.2. Definição da unidade funcional

A unidade funcional utilizada neste trabalho foi uma tonelada de grão (soja ou milho) seca, dentro das condições recomendadas pela EMBRAPA de limpeza, de taxa de resfriamento e de umidade final.

Segundo EMBRAPA (2004) a soja após ser colhida do campo com 18% de umidade deve ser seca até atingir os 13% de umidade, já o milho depois de ser colhido com 22 a 24%, também deve ser seco até a faixa dos 13%.

4.3. Identificação do sistema

A fase de pós-colheita de grãos é composta por várias etapas, dentre elas, pré-limpeza, secagem, limpeza e armazenamento. Este trabalho estuda detalhadamente a secagem de grãos (soja e milho) no Estado do Paraná.

A etapa de secagem demanda vários insumos conforme ilustra a Fig. 2. Os secadores para realizar a secagem artificial dos grãos nesta atual escala de produção brasileira, eletricidade para movimentação dos equipamentos (correias transportadoras, elevadores de caneca e ventiladores). Além disto, o outro importante insumo desta fase é o combustível utilizado para geração de energia térmica.

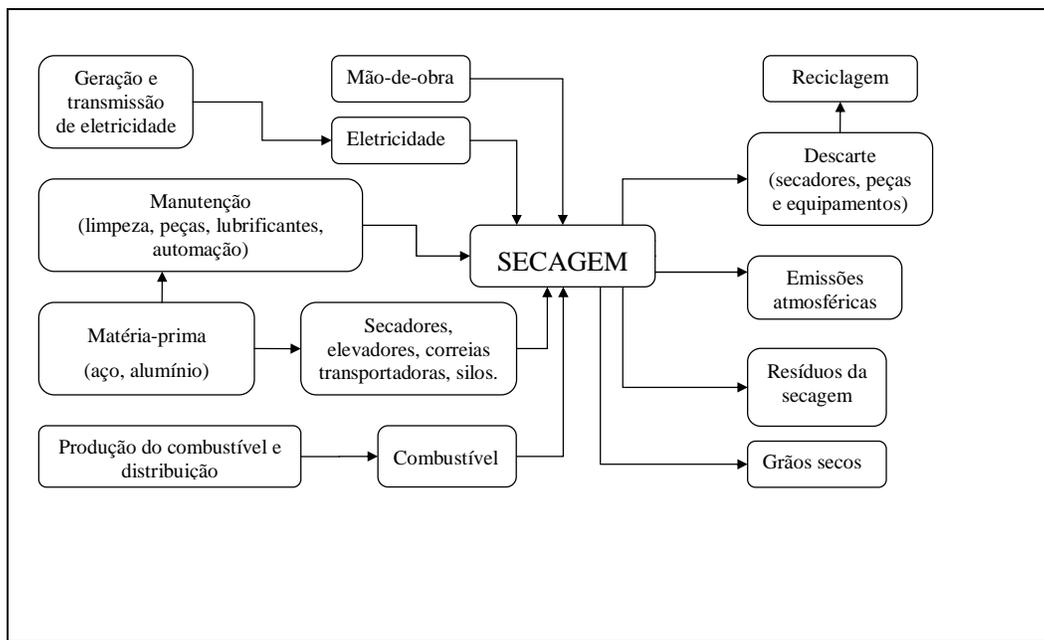


Figura 2. Principais entradas e saídas da etapa de secagem de grãos.

Como mostrado na Fig. 2 são diversas entradas e saídas da etapa de secagem, porém este artigo enfoca o uso de diferentes fontes energéticas e as emissões atmosféricas de GEE e gases acidificantes geradas pela combustão dessas fontes.

4.4. Definição da fronteira e do período

Este trabalho fez uma análise considerando a produção brasileira de soja e milho e considerou um período de análise de 21 anos.

Pelo fato da lenha ser o combustível mais utilizado para secagem de grãos, o período adotado corresponde a 3 ciclos de reflorestamento para se ter uma resposta mais realista em relação à sustentabilidade energo-ambiental. Prazos mais longos levariam a mais incertezas na previsão dos cenários de produção de grãos, logística e tecnologia de conversão de energia.

5. Descarte

O descarte dos equipamentos não foi relevante, uma vez que os secadores e equipamentos utilizados para secagem de grãos têm uma vida útil de cerca de 30 anos e são quase todos constituídos de aço.

No caso de chapas de aço que eventualmente possam ser trocadas, quando da ocasião de manutenção dos secadores, foram direcionadas para reciclagem em 100%.

6. Análise de inventário

Em função da delimitação do escopo desta análise em torno do ciclo de vida dos combustíveis utilizados para suprimento da demanda térmica na etapa de secagem, alguns insumos mostrados na Fig. 2 não foram considerados nesta análise de inventário.

Os dados utilizados neste trabalho foram pesquisados através de artigos científicos, catálogos de fabricantes de secadores de grãos, instituições e órgãos de pesquisa nacionais (e.g., EMBRAPA, CONAB, ANP) e internacionais (e.g., IPCC, UNFCCC), e informações das pesquisas de campo realizadas nos Estados do Mato Grosso do Sul e Paraná. Apesar do Estado do Mato Grosso do Sul (MS) não ter sido avaliado nesta análise os dados coletados neste Estado serviram para compor a base de dados deste artigo, uma vez que, as agroindústrias visitadas no MS têm características e porte semelhantes as do Paraná.

As pesquisas de campo foram realizadas em agroindústrias de diferentes capacidades de pré-processamento de grãos. Nestas visitas foram coletados dados referentes ao perfil energético de cada empresa, com ajuda de uma planilha de coleta de dados (Errera, 2005 e Marques, 2006). As principais informações colhidas foram: atividade principal, matéria-prima utilizada, umidade média de chegada e saída do produto, fonte e consumo de energia térmica para

secagem dos grãos, existência de áreas de reflorestamento, demanda contratada e consumo de energia elétrica, capacidade instalada de secagem e armazenamento.

Foram coletados na literatura brasileira dados de fatores de emissões das fontes energéticas estudadas neste artigo, entretanto em função da falta de dados na literatura nacional, principalmente a respeito de fatores de emissões de GEE e gases acidificantes dessas fontes, se fez necessário o uso de dados internacionais. Uma discussão detalhada é apresentada em Marques, 2006. Para efeito de adequação destes dados internacionais a realidade brasileira, foi realizada uma análise de sensibilidade, considerando variações nos dados em $\pm 10\%$.

A Tab. 1 mostra os valores dos fatores de emissões do ciclo de vida de cada combustível estudado neste trabalho.

Tabela 1. Fatores de emissões atmosféricas no ciclo de vida de cada combustível.

Produção do combustível								
GN	0,03 kg CO ₂ ^{eq} /m ³	$0,727 \times 10^{-4}$ kg SO ₂ ^{eq} /m ³						
Óleo Diesel*	120,0 kg CO ₂ ^{eq} /m ³	$6,490 \times 10^{-1}$ kg SO ₂ ^{eq} /m ³						
Lenha	1,230 kg CO ₂ ^{eq} /kg	nd						
GLP **	0,31 kg CO ₂ ^{eq} /m ³	$0,544 \times 10^{-3}$ kg SO ₂ ^{eq} /m ³						
Biodiesel B100	1,400 kg CO ₂ ^{eq} /kg	$3,297 \times 10^{-2}$ kg SO ₂ ^{eq} /kg						
Transporte do combustível (CO ₂ ^{eq} e SO ₂ ^{eq})								
Biodiesel B100	Para o transporte destes combustíveis foram utilizados caminhões tanques e carretas, abastecidos com óleo diesel, então o fator de emissão para CO ₂ ^{eq} e SO ₂ ^{eq} considerado foi o mesmo do uso final do diesel.							
Óleo Diesel								
Lenha								
GLP								
GN	0,164 kg CO ₂ ^{eq} /m ³	$0,570 \times 10^{-5}$ kg SO ₂ ^{eq} /m ³						
Uso final do combustível na secagem (kg/GJ)								
	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	CO ₂ ^{eq}	NO _x	SO _x	SO ₂ ^{eq}	MP
Biodiesel	50,53	0,01200	0,00400	54,33	0,074	nd	0,052	0,05140
GN	57,87	0,00092	0,00010	56,39	0,040	0,00024	0,028	0,00320
GLP	65,00	0,00094	0,00094	65,31	0,093	Traços	0,066	0,00284
Óleo Diesel	73,50	0,01100	0,00400	76,99	0,068	0,03400	0,082	0,09700
Lenha	83,72	0,00013	0,01800	84,14	0,058	0,00200	0,043	0,26000

nd – não disponível

* Diesel metropolitano

** 60% propano e 40% butano

B100, 100% biodiesel renovável de soja

FONTE: Marques (2006)

De acordo com a Tab.1, o fator de emissão de CO₂^{eq} para a lenha é maior, o que resultaria nas maiores emissões de GEE em comparação aos combustíveis fósseis, porém, ao se considerar o sequestro de carbono na fase de crescimento, as emissões líquidas de CO₂ são menores do que as dos combustíveis fósseis.

Os valores de CO₂^{eq} foram calculados a partir Potencial de Aquecimento Global, mundialmente conhecido como: GWP (Global Warming Potential), qual seja: CO₂^{eq} = 1CO₂ + 21CH₄ + 310N₂O (IPCC, 1997).

A Tab. 2 apresenta as quantidades das principais entradas e saídas expressas em unidade funcional da etapa de secagem.

Os valores referentes à lenha e biodiesel na Tab. 2 são as emissões líquidas de CO₂^{eq}, considerando o sequestro de carbono na fase de crescimento desses combustíveis.

Tabela 2. Quantificação das principais entradas e saídas da etapa de secagem em unidade funcional.

Etapa	Entradas	Quantidade	Saídas	Quantidade	
				kg CO ₂ ^{eq}	kg SO ₂ ^{eq}
			Resíduos da secagem	nc	nc
	Secadores	01	Descarte (manutenção)	nc	nc
	Combustível	m³	Emissões atmosféricas		
Secagem	GN	5,586	Emissões atmosféricas	14,1	0,00820
	Lenha⁽¹⁾	0,033	Emissões atmosféricas	9,60	0,01492
	Biodiesel⁽²⁾	0,008	Emissões atmosféricas	4,50	0,01515
	GLP	2,390	Emissões atmosféricas	18,2	0,02046
	Óleo diesel	0,006	Emissões atmosféricas	18,9	0,02499
	Eletricidade	0,44 kWh	Emissões atmosféricas	2,06	0,00050

nc – não considerado

(1) – eucalipto

(2) B100,100% biodiesel renovável de soja

FONTE: Marques (2006)

As emissões líquidas das fontes renováveis mostradas na Tab.2 foram obtidas a partir do balanço de carbono com base nas informações da literatura, de acordo com a metodologia adotada em Marques (2006).

7. Análise de impactos

Os principais impactos ambientais associados ao uso de combustíveis para secagem de grãos apontados por esta análise são as emissões atmosféricas de gases de efeito estufa (GEE) e gases acidificantes.

As emissões de GEE podem causar danos ao meio ambiente de caráter global através do aumento do efeito estufa - que contribui para o aumento da temperatura média do planeta. Entre os principais impactos do aquecimento global, está o potencial de derretimento das calotas polares, mudanças em ciclos hidrológicos e acentuação de eventos meteorológicos, que ao final pode interferir no equilíbrio dos ecossistemas naturais e antrópicos (e.g., IPCC, 2006).

Já em relação aos gases acidificantes, quando em presença de vapor d'água, reagem dando origem aos ácidos nítrico, nítrico, sulfúrico e sulfuroso, os quais são responsáveis pelas precipitações ácidas. Os principais impactos dessas precipitações são: a acidificação de lagos e a corrosão de prédios e monumentos dos ambientes antrópicos.

8. Resultados e discussões

Este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa sobre os impactos associados às emissões de GEE e gases acidificantes na fase de pós-colheita da agroindústria brasileira visando avaliar sua sustentabilidade energético-ambiental. Nesta fase são apresentados os resultados obtidos para um estudo de caso aplicado no Estado do Paraná, considerando a atual produção de soja e milho do Estado.

O Estado do Paraná foi escolhido para aplicação deste estudo de caso, por ser o segundo maior produtor de soja e primeiro produtor de milho do Brasil e por ter o maior parque de processamento do Brasil (ABIOVE, 2005).

Os resultados foram submetidos a uma análise de sensibilidade, através da variação de alguns parâmetros coletados em $\pm 10\%$. Esta análise serviu para equalizar uma possível diferença entre os dados nacionais e internacionais. Os parâmetros variados foram os fatores de emissões da produção, transporte e uso final e a eficiência do gerador de calor para cada combustível avaliado.

O estudo de caso realizado neste trabalho considerou a safra consolidada 04/05, de acordo com os levantamentos da CONAB.

O Estado do Paraná teve uma produção de 9.541.300 e 8.344.200 milhões de toneladas para soja e milho, respectivamente.

Neste cenário considerou-se que toda a produção de grãos do Estado fosse seca por um dos seguintes combustíveis: GN, GLP, biodiesel, lenha, óleo diesel.

A Fig. 3 apresenta os cálculos das emissões de GEE, considerando o ciclo de vida de cada combustível e o resultado da análise de sensibilidade dos resultados.

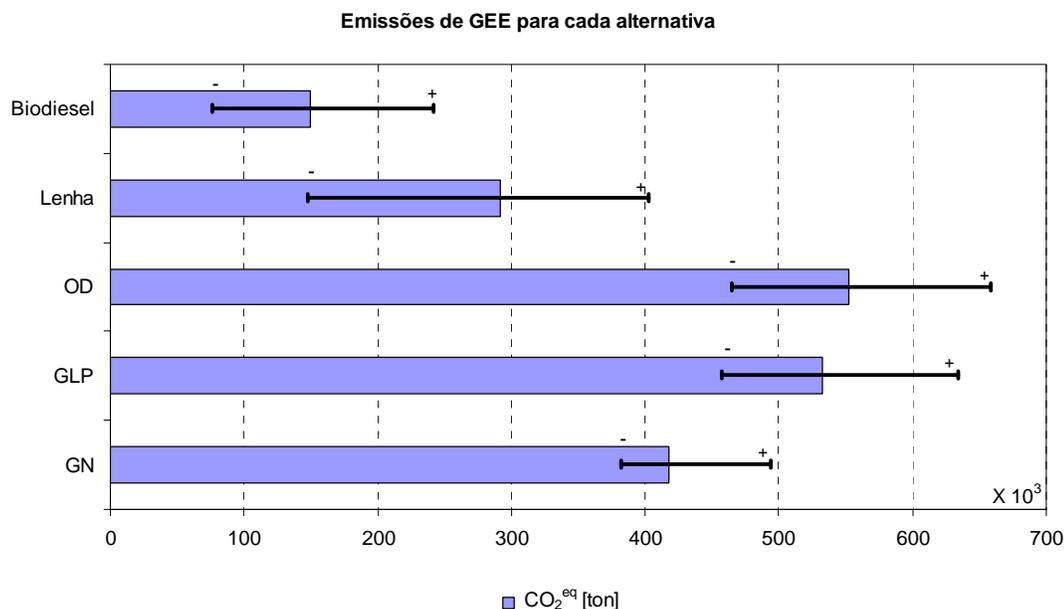


Figura 3. Emissões de GEE das alternativas propostas para o estudo de caso do Estado do Paraná.

O extremo negativo representado pelo “-” na Fig.3 mostra as menores emissões atmosféricas, ou seja, se existisse uma diferença nos dados dos fatores de emissões em -10% e uma diferença nas eficiências dos geradores de calor em +10%. Já o extremo representado pelo “+”, ilustra as maiores emissões atmosféricas, considerando uma diferença de +10% nos fatores de emissões e de -10% nas eficiências dos geradores de calor.

Nota-se na Fig. 3 que as emissões de GEE das fontes renováveis (lenha e biodiesel B100) são menores em comparação aos combustíveis de origem fóssil. Isto se deve ao potencial de seqüestro de carbono da lenha e biodiesel durante a fase de crescimento das culturas.

O potencial de impacto ambiental das emissões atmosféricas pelo seu potencial acidificante é ilustrado na Fig. 4. Os resultados das emissões são computados em SO₂^{eq}.

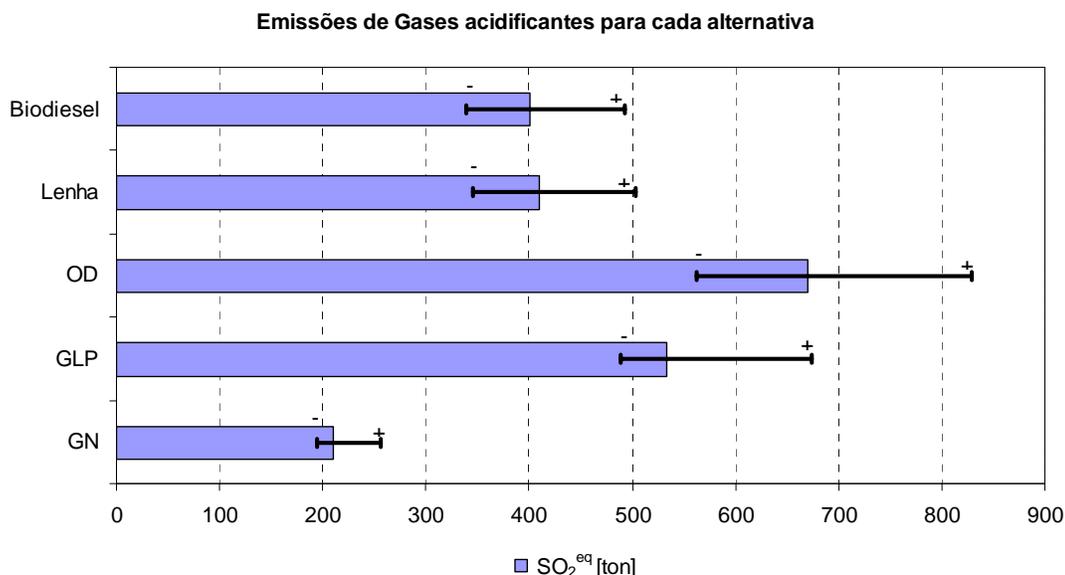


Figura 4. Emissões de gases acidificantes das alternativas propostas para o estudo de caso do Estado do Paraná.

Observa-se na Fig. 4 que as emissões dos gases acidificantes foram menores para o gás natural em comparação as emissões das fontes renováveis de energia.

Ao comparar as Figuras 4 e 5 abre-se a questão da necessidade de uma melhor ponderação sobre o potencial de impacto ambiental dos diversos combustíveis e respectivas tecnologias. Os combustíveis de origem fóssil, indubitavelmente teriam maior efeito de aquecimento global, porém um deles, gás natural apresenta o melhor desempenho quanto a emissões de potencial acidificante. A ponderação dos impactos ainda deve considerar a renovabilidade da lenha e do biodiesel B100.

6. Conclusões

Com este trabalho pode-se notar que qualquer combustível utilizado para suprimento da demanda térmica na secagem de grãos na atual escala de produção, apresenta um grande potencial de impactos ambientais associados às emissões atmosféricas (Gases de efeito estufa e acidificantes), originadas na queima destes combustíveis.

Neste sentido, é importante que se realizem ações e estudos com intuito de diminuir a atual demanda térmica, não através da redução da produção de grãos ou pela secagem inadequada, mas sim por medidas que visem o uso racional dos combustíveis, aumentando a eficiência e a racionalidade dos secadores e a redução dos impactos ambientais associados à secagem de grãos.

Assim, espera-se que em um futuro próximo a matriz energética brasileira possa ser mais bem estruturada, de maneira a atender sustentavelmente os diversos ramos da economia, como no caso da agroindústria.

7. Agradecimentos

Aos colegas do grupo GEANEX da UFPR pela ajuda na aquisição de dados para este trabalho e discussões pertinentes e a CAPES pelo fomento de bolsa de mestrado ao primeiro autor.

Este estudo também contou com apoio parcial da FINEP-CTPETRO e Petrobras através do projeto Agrogás II (convênio: 01.04.0703.00).

8. Referências

- ABIOVE. Capacidade instalada de processamento de oleaginosas, 2005. Disponível em: <<http://www.abiove.com.br>> Acesso em: 05 mar. 2005.
- Curran, M. A. Environmental life cycle assessment. New York: MacGraw Hill. 1996.
- Doretti, L.; Ferrara, D.; Parvoli G.; Rella R.; Sturarro A. Chemical evidence and risks associated with soybean and rapeseed meal fermentation. Chemosphere 52, p. 1259-1262. 2003.
- EMBRAPA. Sistemas de produção5: tecnologia de produção de soja – Paraná 2005. Londrina : Embrapa Soja. 1ª Ed. 2004.
- Errera, M. R.; Stanesco G.; Filipini, F. A. Relatório parcial em tecnologia de processamento de soja e o potencial de integração de cogeração para o gás natural. Curitiba: UFPR, fev/2002. 83 p. (Finep/CTPETRO. Projeto 0660/01). Projeto concluído.
- Errera, M. R. Relatório Técnico sobre o projeto da planta de refino de óleo de soja (LaReGas) e da planta de cogeração Rankine e da Situação da tecnologia e da gestão energética atual do Paraná e do Mato Grosso do Sul, Relatório Parcial do Projeto Agrogás II, ref. 01.04.0703.00, FINEP-CTPETRO. 2005, 82 pp.
- Heuert, K. Grãos da semente ao consumo. Ano III, nº15, jun., 2004. p. 29-31.
- IPCC. Revised 1996 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: Reference Manual (Vol 3). IPCC National Greenhouse Gas Inventory Programme, 1997. Disponível em: <<http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/gl/invs5.htm>> Acesso em: 13 maio 2006.
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change, Full report on Impacts, Adaptation and Vulnerability, (http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg2/index.htm), 2001 Acesso em: 14 maio 2006.
- Jayas, D. S.; White, N. D. G. Storage and drying of grain in Canada: low cost approaches. Food Control 14, p. 255-261. 2003.
- koroneos, C.; Moussiopoulos, N.; Theodosiou, G. Alternative scenarios analysis concerning different types of fuels used for coverage of the energy requirements of a typical apartment building in Thessaloniki, Greece. Part II: life cycle analysis. Building and Environment 40, p. 1602-1610. 2005.
- Marques, B. de A. Considerações ambientais e exergéticas na fase de pós-colheita de grãos: estudo de caso do estado do Paraná. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) – Departamento de Hidráulica e Saneamento, Universidade Federal do Paraná.
- Silva, L. C. da. Secagem de grãos. Boletim Técnico: AG: 04/05. Departamento de Engenharia Rural, UFES. 2005.

9. Direitos autorais

The authors are the only responsible for the printed material included in this paper.

A COMPARISON OF THE GLOBAL WARMING POTENTIAL AND THE ACIDIFICANT POTENTIAL OF EMISSIONS OF DIFFERENT FUELS FOR GRAIN DRYING

Breno de Almeida Marques
PPGERHA/UFPR – Centro politécnico, CP 19011 - Jd. das Américas - Curitiba/PR, 81531-990
engbrenomarques@yahoo.com.br

Marcelo Risso Errera
UFPR - Centro politécnico, CP 19011 - Jd. das Américas. Curitiba/PR, 81531-990
errera@ufpr.br

Abstract

Today's large scale of grains yield in Brazil (near 115 millions of metric tones) raises concerns of the consequent large demand for thermal energy for grain drying in the post-harvest phase. For instance, to dry the crops of corn and soybeans in standardized conditions takes as much as 30,000 TJ. Mostly (90%) of the energy supply are met by wood burning of native wood and by silvicultural projects. There are, consequently, environmental impacts worth accounting for. Previous studies have shown that the atmospheric emissions are the most important due to large volumes of flue gas at the dryers (e.g., Marques, 2006). Thus, we focused the problem of emissions of greenhouse gases and gases associated with acidification of the environment. The different energy solutions for energy conversion and fuel were compared regarding its global warming potential and acidification potential along the entire energy supply chain up to burning of the fuels in the furnaces of the dryers. Wood (eucalyptus), biodiesel B100, natural gas, LPG and diesel oil were the fuels considered and their respective burning technologies. The method chosen to study the environmental

implications of the each one of the fuel was based on Life Cycle Assessment, widely known as LCA. Results were presented in tables and charts. They show lower GWP of the renewable fuels (when carbon sequestration and diesel for transportation were included) than the fossil fuels. On the other hand natural gas presented the lowest acidification potential (AP). These results support the necessity for balanced choosing of energy solutions for the generation of thermal energy in the post-harvest phase of corn and soybeans.

Keywords: grain drying, life cycle assessment, environmental impact, post-harvest of grains, sustainability