

JOSE SAMUEL TORRES GARCIA

**PROJETOS DE MECANISMOS DE DESENVOLVIMENTO LIMPO NO SETOR  
SUCROALCOOLEIRO: UM LEVANTAMENTO EMPÍRICO**

CURITIBA  
2011

JOSÉ SAMUEL TORRES GARCIA

**PROJETOS DE MECANISMOS DE DESENVOLVIMENTO LIMPO NO SETOR  
SUCROALCOOLEIRO: UM LEVANTAMENTO EMPÍRICO**

Projeto apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de Especialista em Economia e Meio Ambiente, no Curso de Pós-Graduação em Economia e Meio ambiente, Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Orientador:  
PhD. Carlos Roberto Sanquetta

CURITIBA  
2011

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – CICLO DE UM PROJETO MDL.....	08
FIGURA 2 – CIRCULO VISTUOSO DO ETANOL.....	11

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>05</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>06</b>
	<b>2.1</b> <b>Objetivos Específicos.....</b>	<b>06</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>07</b>
	<b>3.1</b> <b>Mecanismos de Desenvolvimento Limpo - MDL.....</b>	<b>07</b>
	3.1.1 MDL no Brasil.....	10
	<b>3.2</b> <b>Setor Sucroalcooleiro .....</b>	<b>10</b>
	<b>3.3</b> <b>Cogeração.....</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO E RESULTADOS .....</b>	<b>18</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES.....</b>	<b>20</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>21</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Uma das formas de reduzir as emissões de carbono, um dos elementos causadores do efeito estufa, é a substituição dos combustíveis fósseis por outros recursos energéticos com menor índice de emissão de carbono por kWh consumido. Fato que ocorre com os recursos renováveis (biomassa, eólica, solar, etc).

O cultivo da biomassa, em específico a de cana-de-açúcar para fins energéticos, permite ao Brasil uma posição privilegiada no cenário mundial. No processo de cogeração, produção simultânea e de forma sequenciada de duas ou mais formas de energia a partir de um único combustível, o bagaço da cana-de-açúcar que é gerado em grande quantidade no processo industrial nas usinas sucroalcooleiras, integra-se de forma favorável a esse processo de geração de energia.

Aqui as usinas já se tornaram autosuficientes, gerando toda a energia necessária para suprir a sua demanda, utilizando o bagaço da cana. Em alguns casos, elas chegam a comercializar o excedente produzido.

Segundo o Ministério de Minas e Energia (2007), existem aproximadamente 3.000 MW instalados no setor sucroalcooleiro com cerca de 600 MW de excedentes para comercialização. A previsão é que até 2020 chegue a um valor de 12.000 MW instalados e podendo gerar até 8.000 MW de excedentes para a comercialização.

O setor sucroalcooleiro tem contribuído largamente para a redução das emissões dos Gases do Efeito Estufa (GEE) no Brasil, na substituição dos combustíveis fósseis tanto em automóveis quanto também na geração de eletricidade. Desta forma, contribuindo para a redução das emissões de gases do efeito estufa, as usinas sucroalcooleiras têm participado de projetos no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

O mercado de créditos de carbono torna atrativo os projetos de cogeração com bagaço de cana, contribuindo com o aumento da produção de energia renovável e a diminuição do uso de combustíveis fósseis.

O maior atrativo dos projetos de MDL é o aspecto financeiro. Porém, com o princípio da adicionalidade é possível não apenas gerar lucro, como também mitigar os efeitos nocivos da ação antrópica ao meio ambiente.

## **2. OBJETIVOS GERAIS**

O presente trabalho visa mostrar as oportunidades dispostas no setor sucroalcooleiro para o controle das emissões. Para isso, mostraremos o que já está sendo desenvolvido por usinas e a forma como estes projetos podem ser aproveitados nos projetos Mecanismos de Desenvolvimento Limpo, ferramenta criada para auxiliar no alcance das metas de redução de emissões estabelecidas no Protocolo de Kyoto.

### **2.1. Objetivos específicos**

Pesquisar os diferentes projetos de MDL que já estão implantados no setor sucroalcooleiro e também identificar os benefícios econômicos obtidos pelas usinas através destes projetos.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), um dos instrumentos estabelecidos pelo Protocolo de Quioto para que os países do Anexo I (países desenvolvidos signatários) reduzam suas emissões CO<sub>2</sub> em 5,2% em relação aos níveis verificados em 1990, propiciou a participação dos países não presentes anexo I (países em desenvolvimento) no mercado mundial de comércio de créditos de carbono.

Embora haja críticas quanto à real efetividade desse esquema de comércio em contribuir com a redução dos níveis de gases de efeito estufa emitidos para a atmosfera, o fato é que está em franca expansão o desenvolvimento de uma economia baseada em tecnologias e processos mais eficientes, do ponto de vista energético, e também menos poluentes, estimuladas pela implementação de políticas nacionais, voltadas à redução das emissões de CO<sub>2</sub> (LOHMANN, 2006).

Cada Redução Certificada de Emissão (RCE) resulta da emissão evitada de 1 tonelada métrica de dióxido de carbono equivalente, calculada de acordo com o Potencial de Aquecimento Global (Global Warming Potential - GWP).

Basicamente então, o MDL é uma ferramenta que consiste na redução e negociação desta redução em alguns empreendimentos da emissão de gás carbônico na atmosfera. As RCEs, as quais devem promover o desenvolvimento sustentável, podem ser adquiridas em bolsas que comercializam os créditos de carbono, por países desenvolvidos para cumprir as metas estabelecidas no Protocolo de Kyoto (LOHMANN, 2006).

Para se estabelecer um projeto de MDL, segundo a Bolsa de Mercadorias e Valores Futuros (2007), os países em desenvolvimento devem cumprir uma série de procedimentos. A aprovação final é feita pela ONU, através do Conselho Executivo de MDL. Existem três projetos possíveis de entrarem na lógica do MDL:

- Fontes renováveis e alternativas de energia,
- Eficiência e/ou conservação de energia e

- Reflorestamento e o estabelecimento de novas florestas.

Para participar de alguma destas categorias, existem sete passos a serem cumpridos conforme apresentado na Figura 1.

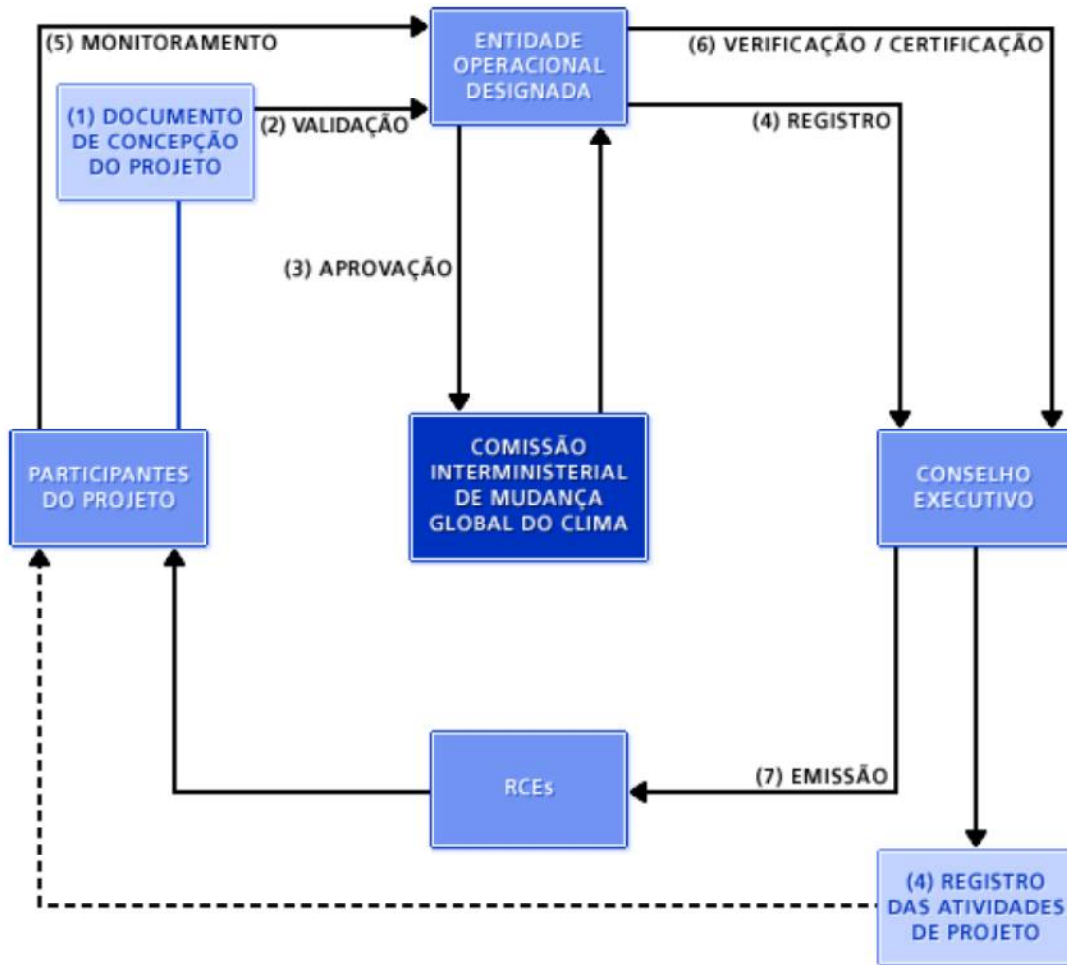


FIGURA 1: Ciclo de um projeto MDL

Fonte: BOLSA de Mercadorias e Valores Futuros, 2007.

Na configuração (1), é necessário desenvolver uma metodologia para monitorar o cumprimento da meta de emissão ou redução do carbono. Além disso, é preciso estabelecer a adicionalidade e a linha de base do projeto.

Para que um projeto seja adicional, deve-se constatar se as emissões antropogênicas dos gases de efeito estufa serão efetivamente menores em relação

à não existência do projeto. Ainda deve ser verificado se a retirada de gás carbônico da atmosfera será realmente maior do que no caso da ausência do projeto.

A linha de base trata de estabelecer um cenário, o qual deve representar as emissões e reduções de gases de efeito estufa que ocorreriam caso o projeto não existisse.

A validação (2) ocorre quando do contrato com uma das empresas especializadas independentes reconhecidas pelo Conselho Executivo (CE) de MDL da ONU. Essa Entidade Operacional Designada (EOD) irá revisar o Documento de Concepção do Projeto (DCP), por meio da análise do projeto e outros documentos que sejam considerados importantes.

A aprovação (3) ocorre por meio da Autoridade Nacional Designada (AND), que possui o respaldo do governo do país para aceitar ou não o projeto no território. No Brasil, a AND é a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, que tem como atribuição verificar se os projetos estão consistentes com seu objetivo duplo: a) redução das emissões de GEE e/ou remoção de CO<sub>2</sub> atmosférico; e b) promoção do desenvolvimento sustentável. (BOLSA DE MERCADORIAS E VALORES FUTUROS, 2007).

As atividades de projeto podem ser inseridas em diferentes tipos de situações:

- Atividades submetidas,
- Atividades aprovadas,
- Atividades aprovadas com ressalva, ou
- Atividades em revisão.

Após a aprovação pela AND, o Comitê Executivo analisa o DCP e faz a aprovação formal. Assim, é feito o registro (4), que é a oficialização do projeto.

Após a aprovação do projeto pela entidade competente, a próxima etapa é o monitoramento(5). Nela, o proponente deve seguir todos os passos definidos na metodologia no DCP, e enviar relatórios à EOD.

A verificação (6) é uma auditoria periódica, na qual é feita a revisão e apuração da EOD, e o exame da execução do projeto para avaliar se o mesmo está coerente com a proposta inicial. Nesta fase, a EOD analisa as reduções das

emissões de gases de efeito estufa que ocorreram durante o período determinado para verificação da redução de emissões que efetivamente ocorreu. Se o projeto obtiver êxito, a EOD faz um documento escrito que certifica a viabilidade do projeto, garantindo que o mesmo conseguiu atingir a redução proposta no DCP.

Após a certificação, o proponente pode requerer a emissão de suas RCEs, as quais são feitas de acordo com a quantidade de gases de efeito estufa reduzidos ou removidos. O custo de emissão das RCEs varia de acordo com a média estimada anual de RCEs gerada pelo projeto, como na etapa do registro, e deverá ser pago sempre que houver uma nova emissão.

### *3.1.1. MDL no Brasil*

O Brasil apresenta aproximadamente 251 projetos no Conselho Executivo do MDL, sendo que, 113 registrados, 21 validados com pedido de registro e 117 em fase de validação (MCT, 2008b).

A região Sudeste é onde está a maior concentração destes projetos, devendo destaque as posições de São Paulo e Minas Gerais, com 24% e 14% respectivamente dos projetos apresentados.

Grande parte destes projetos encontra-se ligado as atividades referentes a energia da biomassa, hidroeletricidade, biogás de aterro e substituição de combustíveis fósseis.

Hoje, são mais de 45 projetos de MDL com bagaço de cana-de-açúcar tramitando pelo Comitê Executivo do MDL (UNEP-RISOE, 2008). Destes, 26 são registrados, um projeto foi rejeitado e um deles foi retirado. Os outros projetos encontram-se em fase de validação.

## **3.2. Setor Sucroalcooleiro**

O cultivo da cana no Brasil possui uma área de sete milhões de hectares, o que representa cerca de 2% de toda a terra arável do país. São feitas duas safras

por ano, e praticamente todas as regiões do país são cultivadas, exceto a região Norte. A região de maior e crescente produção é a Centro-Sul, que na safra 2008/2009 foi responsável por 88,7% da produção nacional - sendo os demais 11,3% na região Norte-Nordeste (UNICA, 2009).

No que diz respeito às emissões de gases de efeito estufa, a produção de álcool contribuiu para 0,1% da redução de emissões globais no ano de 2006. Segundo Souza e Macedo (2009), essa quantidade parece pequena, porém não é: estima-se que entre 2005 e 2009, a produção e uso do álcool brasileiro evitou a emissão de cerca de 60% de todos créditos de carbono gerados pelo MDL no mundo. A figura 2, demonstra a forma como essa emissão foi evitada.

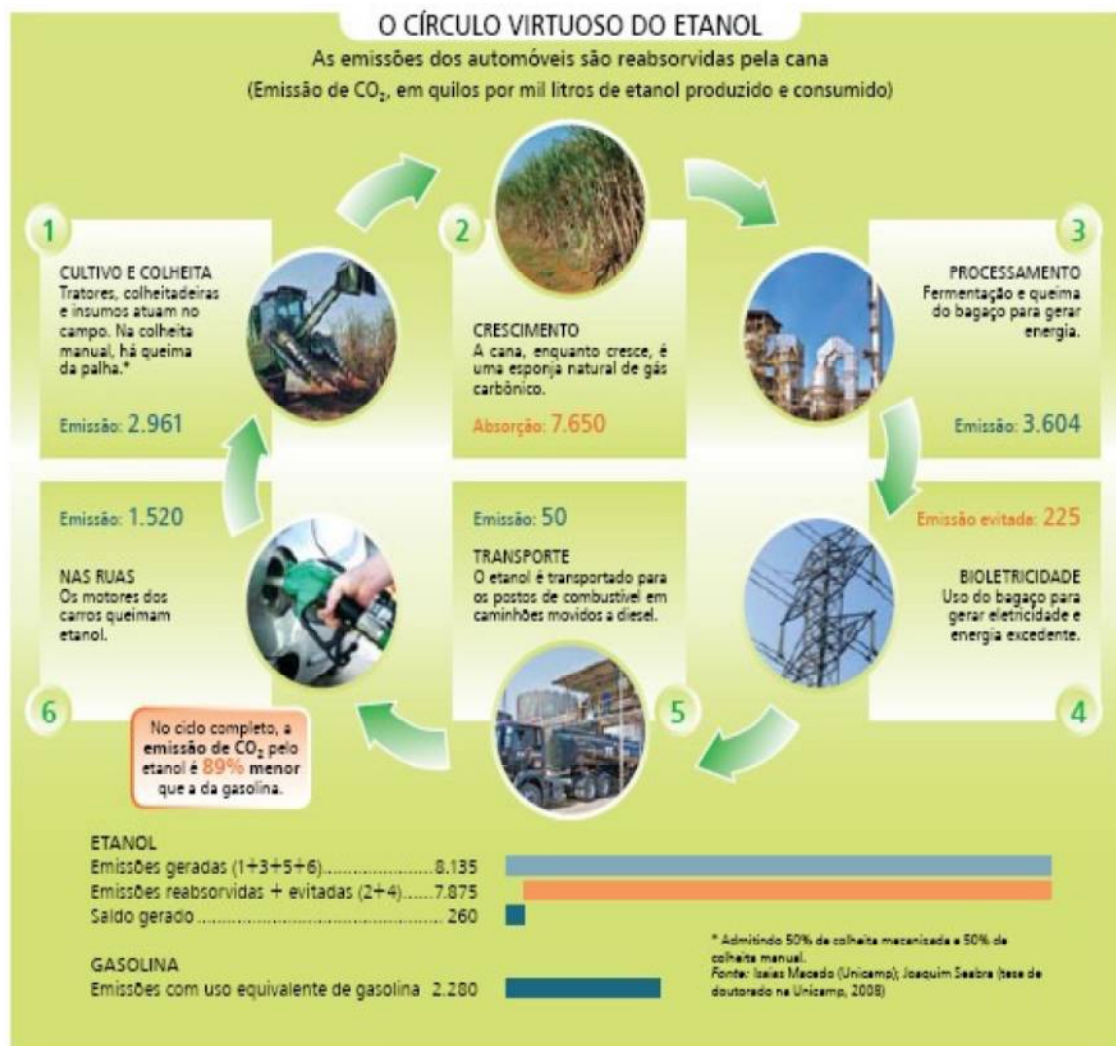


FIGURA 2: O círculo virtuoso do etanol  
Fonte: SOUSA, E. L.; MACEDO, I. C. 2009.

O processo produtivo da cana-de-açúcar possui algumas etapas, as quais são importantes para a compreensão do funcionamento do setor sucroalcooleiro. Após o preparo do solo e o plantio da cana, são feitos os tratamentos para prevenção de pragas. Depois, é aguardado o tempo de maturação, e é feita a colheita.

Após a colheita, a cana passa por um processo de limpeza, desfibramento e moagem, gerando como subprodutos o bagaço e o caldo de cana, sendo este último utilizado na produção de açúcar e álcool (OLIVEIRA, 2007).

Ainda segundo Oliveira (2007), a indústria de cana-de-açúcar é responsável pela produção de açúcar, álcool anidro (produto misturado à gasolina), álcool hidratado (para carros movidos a álcool), e uma pequena parcela de itens não-energéticos, como produtos de limpeza. Como subprodutos, são gerados melaço, torta de filtro, levedura, vinhoto, ponta de cana, palha e o bagaço, sendo somente estes dois últimos itens possuidores de potencial energético.

O bagaço é utilizado para diversos fins: adubo, ração animal, petroquímica, papel e celulose, carvão siderúrgico, entre outras. O bagaço também tem sido utilizado na confecção de materiais biodegradáveis em substituição ao polietileno, como em recipientes para mudas de plantas ou sacolas biodegradáveis. Porém, é seu potencial para geração de vapor e eletricidade que se destaca, sendo amplamente utilizado como combustível nas usinas. A palha está sendo estudada para que, nas próximas uma ou duas décadas, possa ser utilizada como combustível economicamente viável, pois seu poder calorífico é quase 70% maior que o potencial do bagaço (OLIVEIRA, 2007).

### **3.3. Cogeração**

A cogeração é a produção de duas ou mais formas de energia utilizando apenas um combustível. Comumente, utiliza-se o gás natural e/ou a biomassa para produzir eletricidade e energia térmica simultaneamente, mas há também outras possibilidades. A cogeração pode ser aplicada no setor sucroenergético na produção de bioeletricidade. Nesses casos, a energia térmica pode ser utilizada como fonte de calor nos processos industriais, enquanto a energia mecânica é transformada em

eletricidade com o uso de geradores (ASSOCIAÇÃO DA INDÚSTRIA DE COGERAÇÃO DE ENERGIA, 2009).

De acordo com a Associação da Indústria de Cogeração de Energia (2009), as principais vantagens da cogeração são: a diminuição do custo de energia (elétrica e térmica); a menor emissão de poluentes; o aumento da eficiência energética e da confiabilidade de fornecimento de energia; a melhor qualidade da energia produzida; a possibilidade de evitar custos para a transmissão e a distribuição da eletricidade; e por fim a criação de novos empregos e negócios.

Segundo Oliveira (2007), a cogeração traz benefícios para distintos setores: o setor elétrico, pela segurança energética derivada da possibilidade de geração de energia em tempos de seca; ao setor sucroalcooleiro, pela diversificação de sua produção; a sociedade, pelos benefícios sociais e ambientais. No que tange às vantagens sociais, com os investimentos em cogeração haverá o aumento de arrecadação de impostos, a dinamização do setor industrial brasileiro, a possibilidade de aumento de empregos na zona rural, entre outras. Já no quesito ambiental, o maior ganho se verifica pela redução de emissão de gases que provocam o efeito estufa, haja vista que a cogeração é uma energia renovável e substitui o uso de combustíveis fósseis.

A cogeração de energia com uso do bagaço para a auto-suficiência das usinas e destilarias é uma prática comumente adotada no setor sucroalcooleiro brasileiro há alguns anos. A produção de energia elétrica e eletromecânica servia para atender a demanda da usina, com poucas unidades trabalhando na geração de excedentes. Somente a partir do século XXI que esse quadro foi modificado, com o crescente aumento de usinas que produzem energia excedente para comercialização com distribuidoras, comercializadoras ou consumidores livres (OLIVEIRA, 2007).

De acordo com a Associação da Indústria de Cogeração de Energia (2009), existem cinco formas potenciais de se produzir projetos de crédito de carbono a partir da cana-de-açúcar, seus produtos e subprodutos. Primeiro, a extinção do uso de fogo para a colheita, o qual poderia gerar créditos de carbono indiretos, haja vista o aumento do volume do bagaço, das pontas e da palha, materiais necessários à cogeração de bioeletricidade. Segundo, o processamento da vinhaça por meio de biodigestores de tratamento anaeróbico e equipamentos

eletromecânicos, que aproveitariam o metano gerado durante o processo e serviriam à geração de bioeletricidade. Terceiro, modernizar as caldeiras de baixa pressão, alterando-as de 21 bar para 100 bar, tornando o potencial de créditos de carbono alto devido à utilização de caldeiras de alta pressão. Quarto, substituir o diesel pelo álcool nos automóveis, em especial nas frotas de ônibus. Quinto, reflorestar Áreas de Proteção Permanente (APPs), aproveitando sua biomassa na cogeração de bioeletricidade.

Oliveira (2007) demonstrou em sua pesquisa que a possibilidade de comercialização de créditos de carbono influencia as usinas novas a implementarem um sistema adequado para a cogeração. Apesar do papel coadjuvante do açúcar e álcool, a eletricidade pode representar de 25 a 40% do resultado do negócio. Além disso, há iniciativas que também incentivam os usineiros, como os leilões de crédito de carbono, nos quais o Banco Mundial (em parceria com a Associação da Indústria de Cogeração de Energia e a UNICA) financia uma parte das despesas da validação do projeto e assegura as vendas com um valor mínimo estabelecido.

#### 4. MATERIAL E MÉTODOS

A Usina Alta Mogiana foi fundada em 1983, no município de São Joaquim da Barra - SP, e atualmente faz parte do Grupo Linconl Junqueira, do qual fazem parte também as usinas Alto Alegre, Alta Floresta e Santo Inácio (USINA ALTA MOGIANA, 2010). Em 2002, quando o projeto foi implementado, a produção de energia excedente foi de 28.948 MWh, com a reforma de duas caldeiras de 21 bar para 42 bar cada e a obtenção de um turbo gerador de contrapressão de 25 MW. O salto de produção de energia aumentou de 12,5 MW em 2001 para 37,5 MW em 2002, sendo comercializado 28.948 MWh nesse último ano. Em 2003, foi instalada mais uma caldeira de 42 bar e o fornecimento de energia aumentou para 41.708 MWh (CONEJERO, 2006).

Além disso, foram tomadas medidas para redução do consumo de energia no processamento do açúcar em 19%. O processo de combustão do bagaço da cana-de-açúcar emite particulados que vão para a atmosfera; entretanto a Usina Alta Mogiana utiliza filtros e lavadores de gases a fim de conter as cinzas provenientes do bagaço queimado, e as utiliza como fertilizante. Para mitigar os impactos ambientais provenientes da construção das linhas de transmissão de energia, a empresa desenvolveu um projeto intitulado "Plano de Adequação Ambiental", que consiste na plantação de 100.000 mudas por ano em uma área total de 18.000 ha (ECOENERGY BRASIL, 2004).

O projeto da Usina Alta Mogiana foi desenvolvido pela Ecoenergy Brasil em 2001, e possui duração de dez anos. Em 2002, ainda frente às incertezas do negócio, o Banco Mundial forneceu uma carta de intenção de compra de todas as RCEs geradas, com previsão de remoção de 78.285 tonCO<sub>2</sub>e até 2008. O preço da tonelada de CO<sub>2</sub>e foi negociado em US\$ 5,5, o que geraria um lucro adicional de US\$ 430.567,5 à usina. Até 2009 foram responsáveis pela redução de aproximadamente 84.165tonCO<sub>2</sub> (GAMBA, 2008).

A Usina Zilor possui quatro unidades no interior de São Paulo, as quais foram adequadas em 2000 para produzir energia limpa e renovável por meio do bagaço e palha da cana-de-açúcar. O projeto de MDL para cogeração de energia a

partir de biomassa foi lançado em 2001. Na safra 2008/2009 a empresa produziu, além da energia necessária para sua auto-suficiência, a quantidade excedente de 440.900 MWh provenientes das unidades São José e Barra Grande. De acordo com o Relatório de Sustentabilidade Zilor, na safra 2007/2008, a comercialização de energia elétrica proveniente da biomassa gerou um lucro adicional de R\$ 1,6 milhão, enquanto na safra 2008/2009, a contribuição financeira foi de R\$ 435 mil. As emissões evitadas em 2008/2009 foram de 64.970 toneladas de CO<sub>2</sub>, o que seria correspondente à emissão causada por aproximadamente 35 mil pessoas.

As expectativas a respeito da comercialização de energia elétrica são otimistas: com a conclusão do projeto de expansão de produção de energia nas unidades que ainda não geram excedentes, estima-se que o projeto de MDL forneça entre 2009 e 2012 cerca de 110 MW, o que corresponde a uma contribuição financeira adicional de R\$ 5,3 milhões por ano à empresa. Dessa forma, somadas todas as unidades, a expectativa é de fornecer energia para uma cidade de 529 mil habitantes – considerando o consumo de 1 MWh por ano por pessoa (ZILOR ENERGIA E ALIMENTOS, 2010).

A Usina Cerradinho, localizada em Catanduva - SP, foi fundada em 1973 e é autosuficiente em energia desde o final dos anos 1970. Em 2001 mesmo antes da entrada em vigor do Protocolo de Kyoto em virtude da preocupação com as mudanças climáticas, a Usina Cerradinho contratou a empresa Ecoenergy para desenvolver um projeto de MDL baseado na cogeração de energia por meio da cana-de-açúcar.

Em 2002, a empresa implementou sua primeira unidade com cogeração de energia elétrica, com projeto financiado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), totalizando 25 MW de capacidade instalada. Em 2005 foi inaugurado o segundo projeto, com capacidade de 75 MW – correspondente ao consumo de uma cidade de 120 mil habitantes. O projeto elaborado pela Ecoenergy visava reduzir 260 kg de CO<sub>2</sub> para cada MW de energia excedente. Em 2005, foi aprovado pela Comissão Interministerial para Mudança do Clima, garantindo inclusive a retroatividade dos créditos a partir de 2002, ano do início das atividades de cogeração.

Entre 2002 e 2006, a quantidade de emissão de CO<sub>2</sub> evitada foi de 63.221 toneladas, e os créditos de carbono foram comercializados com um banco holandês.

Em 2008, a geração total de energia comercializada foi de 129.454 MWh, correspondentes à redução de 35.221 toneladas de emissão de CO<sub>2</sub>. Em 2006, foi inaugurada mais uma unidade, em Potirendaba – SP, a qual recentemente recebeu aprovação do BNDES para implantar a cogeração de energia, operando com a capacidade de 35 MW (USINA CERRADINHO, 2010).

A Usina Cresciumal faz parte da LCD-SEV, uma associação formada em 2009 pela LCD Bioenergia e a Santelisa Vale, que possui treze usinas sucroalcooleiras. A LCD-SEV é a segunda maior empresa de energia renovável no mundo e exporta anualmente cerca de 1.000 GWh de energia elétrica. Desde 2001, suas unidades já comercializaram certificados de carbono que totalizam uma redução de 403 mil toneladas de gases de efeito estufa da atmosfera (LCD-SEV, 2010).

## 5. DISCUSSÃO E RESULTADOS

Dantas (2008) fez uma pesquisa para avaliar economicamente o investimento e retorno em projetos de MDL. Foi feita uma estimativa do fluxo de caixa, com a estimativa do custo do investimento, da projeção da receita obtida com a venda comercialização da energia, dos custos, despesas financeiras, etc., tomando como base um modelo de usina padrão com potência instalada de 36MW. Considerando que o custo de investimento estimado para uma planta de cogeração é de cerca de R\$3.000,00 por KW instalado, uma usina que possua uma capacidade excedente de comercialização de 30 MW terá um investimento de aproximadamente R\$108.000,00 para a construção de uma planta de tecnologia intermediária de cogeração. Utilizando dados do primeiro leilão de energia, ocorrido em 2007, com o preço da bioeletricidade sucroalcooleira de R\$150,00/MWh, foi adotado um intervalo de variação de cerca de 25%, devido às incertezas com relação ao preço para os anos seguintes. A pesquisa adotou como premissa para o financiamento 50% de investimento da própria usina, e 50% com capital proveniente de uma linha de crédito do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), com amortização em dez anos, com taxa de juros total de 8,05%. A taxa de câmbio adotada na estimativa foi de R\$ 2,00 por dólar e R\$ 2,70 por euro. A taxa de desconto considerada foi de 12%. Por fim, foi admitido o custo de U\$ 200.000 em investimentos para a comercialização dos créditos de carbono (DANTAS, 2008).

Baseado no trabalho de Dantas, em uma situação hipotética da venda da bioeletricidade com as características acima, o resultado demonstrou que:

- No caso da comercialização de excedentes de energia elétrica sem os créditos de carbono, a Taxa Interna de Retorno (TIR) seria de 5,85% e o Valor Presente Líquido (VLP) de R\$43.380.247,96.
- No caso da comercialização de excedentes de energia elétrica com a comercialização dos créditos de carbono antes de registrar o projeto no Comitê Executivo do MDL, com o preço de 5 euros por RCE, a TIR seria de 6,83% e o VLP de R\$33.438.813,39.

- Com a comercialização de excedentes de energia elétrica e comercialização dos créditos de carbono ao preço de 15 euros por RCE ao longo da vida do Projeto, a TIR seria de 6,90% e o VLP de R\$36.264.875,54. No mesmo caso, porém com o preço de 25 euros por RCE, a TIR seria de 7,58% e o VLP de R\$31.553.024,24.

Apesar do resultado positivo com relação aos investimentos relativos aos créditos de carbono, a análise dos indicadores demonstra que os investimentos em plantas de cogeração mais eficientes são inviáveis economicamente. Porém, o autor acredita que é preciso considerar que há diferentes tecnologias de cogeração sucroalcooleira que podem gerar quantidades distintas de energia excedente, bem como investimentos variados. E que “tecnologias que anteriormente eram inviáveis economicamente já são viáveis e outras que ainda são inviáveis se tornarão viáveis num futuro próximo com o aumento das receitas e a redução dos custos de investimento” (DANTAS, 2008).

As informações provenientes da pesquisa de Dantas nos levam à conclusão de que pode ser satisfatório às usinas participar de projetos de MDL para comercialização da energia excedente. E que cabe a cada empresário analisar a viabilidade do investimento em plantas de cogeração com tecnologias mais ou menos eficientes. O crescente aumento de investimentos feitos pelas usinas, como demonstrado anteriormente, aliado ao aumento de leilões de energia – que contam cada vez mais com um número maior de empresas participantes -, nos levam a inferir que os resultados para os empresários têm sido benéficos. Entretanto, como vimos, ainda há barreiras a serem enfrentadas para a expansão da implementação da cogeração de energia no setor sucroalcooleiro.

## **6. CONSIDERAÇÕES**

Buscando o desenvolvimento sustentável, identificamos a capacidade que a cogeração tem em contribuir para a preservação ambiental. Ela beneficia não somente o usineiro com a comercialização do crédito de carbono e a energia excedente, mas também a sociedade em geral, por meio da geração de renda para o país e a utilização de uma forma de energia renovável que reduz a possibilidade de apagões e não utiliza combustíveis fósseis.

Além de se mostrar uma resposta as questões do aquecimento global, o MDL se mostra uma ferramenta importante no setor financeiro. Ajuda os países desenvolvidos a cumprirem suas metas de redução com um menor custo de abatimento e também atrai aos países em desenvolvimento a entrada de recursos financeiros e tecnologia.

Com todos estes fatores podemos dizer que a cogeração é um aliado importante ao setor sucroalcooleiro com relação aos projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo que são interessantes no ponto vista financeiro aos usineiros. Fator que ainda é o determinante na implementação de um projeto sustentável.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO DA INDÚSTRIA DE COGERAÇÃO DE ENERGIA. Disponível em: <<http://www.cogensp.com.br>>. Acesso em: 22 mar. 2011.

BOLSA de mercadorias e valores futuros. Disponível em: <<http://www.bmf.com.br/portal/pages/MBRE/mecanismo.asp>>. Acesso em: 20 maio 2011.

BOLSA de valores de São Paulo. Disponível em: <<http://www.bovespa.com.br/wrs/formConsultaNoticias.asp?CodNot=90&CodSOEM=23>>. Acesso em: 20 maio 2011.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. CONPET – Programa Nacional da racionalização do uso dos derivados de petróleo e de gás natural. **Glossário de termos para entender o Protocolo de Quioto**. Brasília, 2007. Disponível em: <<http://www.conpet.gov.br/quioto/glossario.php>>. Acesso em: 20 maio 2011.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Status atual das atividades de projeto do MDL no Brasil e no mundo. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/30317.html>>. Acesso em: 11 out. 2010.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio. Disponível em: <[www.desenvolvimento.gov.br/arquivo/ascom/imprensa/20041202MBREFinal.pdf](http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivo/ascom/imprensa/20041202MBREFinal.pdf)>. Acesso em: 5 maio 2011.

Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima - CIMGC. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/4016.html>>. Acesso em: 14 fev. 2011. **CLIMATE CHANGE SECRETARIAT (UNFCCC). UN Climate Change Conference in Cancun delivers balanced package of decisions, restores faith in multilateral process**. Disponível em:

<[http://unfccc.int/files/press/news\\_room/press\\_releases\\_and\\_advisories/application/pdf/pr\\_20101211\\_cop16\\_closing.pdf](http://unfccc.int/files/press/news_room/press_releases_and_advisories/application/pdf/pr_20101211_cop16_closing.pdf)>. Acesso em: 21 dez. 2010.

COCAL ENERGIA RESPONSÁVEL. Disponível em <<http://www.cocal.com.br/>>. Acesso em: 21 dez. 2010.

COMISSÃO MUNDIAL PARA O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum**. 2. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991.

CONEJERO. **Marketing de créditos de carbono: um estudo exploratório**. 2006. 209 f. Dissertação (Mestrado em Administração de Organizações) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2006.

DANTAS, G. A. **O impacto dos créditos de carbono na rentabilidade da cogeração sucroalcooleira brasileira**. 2008. 121 f. Dissertação (Mestrado em economia e política da energia e do ambiente) – Instituto Superior de Economia e Gestão, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2008.

ECOENERGY BRASIL. **Avaliação ambiental: projeto de cogeração com bagaço AltaMogiana**. v.2. Outubro 2004. Disponível em <[http://www.worldbank.org/servlet/WDSContentServer/WDSP/IB/2005/03/08/000012009\\_20050308150907/Rendered/INDEX/E10590v20Alta0Mogiana0EA014110.04.txt](http://www.worldbank.org/servlet/WDSContentServer/WDSP/IB/2005/03/08/000012009_20050308150907/Rendered/INDEX/E10590v20Alta0Mogiana0EA014110.04.txt)>. Acesso em: 27 de out. 2010.

GAMBA. **Aplicação do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo no Brasil: O caso do projeto de cogeração com bagaço Usina Alta Mogiana**. In: 15 Siicusp. São Paulo, 2008.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. About IPCC. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/>>. Acesso em: 9 mar. 2011.

LCD-SEV. Disponível em <<http://www.santelisavale.com.br/>>. Acesso em: 20 nov. 2010.

LOHMANN, L. **Carbon trading: a critical conversation on climate change, privatisation and power**. Uppsala: Dag Hammarskjöld Foundation, 2006. 360 p. (Development Dialogue, n. 48).

MACEDO, I.C. (Org.). **A energia da cana-de-açúcar: doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e sua sustentabilidade**. 2. ed. São Paulo: UNICA, 2007. 235 p.

OLIVEIRA, J. G. **Perspectivas para cogeração com bagaço de cana-de-açúcar: potencial do mercado de carbono para o setor sucro-alcooleiro paulista**. 2007. 160 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

PORTAL DO AGRONEGÓCIO. **Energia do bagaço de cana equivale à produção da Petrobrás**. Disponível em:

<<http://www.mojianaonline.com.br/index.php/agronegocios/450-energia-do-bagaco-da-cana-equivale-a-producao-da-petrobras.html>>. Acesso em: 27 nov. 2010.

SANTA ELISA. Disponível em: <<http://www.santaelisa.com.br/port/default.asp>>.

Acesso em: 22 dez. 2010.

SOUSA, E. L.; MACEDO, I. C. (Coord.). **Etanol e Bioeletricidade: a cana-de-açúcar no futuro da matriz energética**. Disponível em:

<[http://www.unica.com.br/downloads/estudsmatrizenergetica/pdf/MATRenerget\\_FI\\_NAL\\_WEB.pdf](http://www.unica.com.br/downloads/estudsmatrizenergetica/pdf/MATRenerget_FI_NAL_WEB.pdf)>. Acesso em 25 nov. 2010.

União dos Produtores de Bioenergia - UDOP. Disponível em:

<[http://www.udop.com.br/geral.php?item=mapa\\_bra](http://www.udop.com.br/geral.php?item=mapa_bra)>. Acesso em: 26 maio 2011.

United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC. Disponível em: <<http://cdm.unfccc.int/index.html>>. Acesso em: 22 jan. 2011.

União da Indústria da Cana-de-açúcar - UNICA. Disponível em: <http://www.unica.com.br>. Acesso em: 25 nov. 2010.

USINA CERRADINHO. Disponível em <<http://www.cerradinho.com.br/>>. Acesso em: 21 set. 2011.

ZILOR ENERGIA E ALIMENTOS. **Relatório de Sustentabilidade - safras 2007/2008 e 2008/2009**. Disponível em <<http://www.zilloren.com.br>>. Acesso em: 21 set. 2011.