

# **O Potencial do Mercado de Crédito de Carbono nas Indústrias Sucroalcooleira do Estado do Mato Grosso do Sul**

Josiane Gomes da Silva  
Prof. Dr. Edson Talamini

## **Resumo**

Diante da problemática do aquecimento global, surgiu o Protocolo de Quioto que, consiste em um acordo, entre vários países do mundo para redução de gases de efeito estufa. Com objetivo de viabilizar tal acordo foram criados mecanismos, entre os quais se destaca o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, que proporciona aos países em desenvolvimento reduzirem suas emissões e gerar créditos de carbono, podendo ser comercializado com os países industrializados que tem metas de redução. Com isso, surge uma oportunidade as indústrias sucro-alcooleiras, através da co-geração de energia elétrica com o bagaço de cana-de-açúcar (fonte renovável de energia). Dentro deste contexto, o presente trabalho buscou avaliar o potencial do setor sucroalcooleiro do estado de Mato Grosso do Sul em aumentar sua receita participando do mercado de carbono. Dados coletados por meio de um questionário aplicado nas usinas, juntamente com a pesquisa literária possibilitaram a projeção estimada de redução de 643.200 toneladas de CO<sub>2</sub>, para o estado. Com base nesse cenário o setor sucro-alcooleiro sulmatogrossense seria capaz de gerar uma receita esperada de aproximadamente US\$12,8 milhões em 2009; US\$16 milhões em 2010 e US\$20,5 milhões em 2011.

**Palavras-chave:** MDL; Co-geração de energia; Sulcroalcooleiro; Crédito de Carbono.

## **1. Introdução**

Desde meados do século XIX a humanidade vem sendo alertada sobre uma séria ameaça para o planeta, o Aquecimento Global. As descobertas científicas evidenciam que esse aquecimento é proveniente da emissão e concentração excessiva na atmosfera dos principais gases: o vapor d'água, o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o metano (CH<sub>4</sub>), e o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), denominados Gases de Efeito Estufa (GEE). A maior responsável por essas emissões é a ação humana associada à queima de combustíveis fósseis, atividades industriais e a mudança no uso do solo (ALCÂNTARA; LOPES, 2007).

A preocupação com essa ameaça levou cientistas e líderes mundiais a buscarem alternativas para reduzir as emissões dos GEE, e o cumprimento de diversas conferências para criação de acordos e leis que pudesse proporcionar tal objetivo. Em 1992 durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente, realizada no Rio de Janeiro foi proposto a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (CQNUMC), um acordo assinado por 175 países e mais a União Européia adotando diversos compromissos exclusivos de redução de GEE devido suas responsabilidades históricas (ARAÚJO, 2007).

Porém, maior ênfase é dada à Conferência das Partes (COP-3) realizada em Quioto, Japão em dezembro de 1997. Durante sua realização chegou-se ao consenso sobre os princípios e os mecanismos que seriam consolidados em um documento que ficou conhecido como Protocolo de Quioto (SISTER, 2007). Segundo Rocha (2003) o Protocolo estabelece que países industrializados devam reduzir suas emissões em 5,2% abaixo dos níveis observados em 1990 entre 2008-2012 (primeiro período do compromisso). Surgindo assim os

Mecanismos de Flexibilização, dentre os quais se destaca o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

O MDL consiste no conceito de que em cada tonelada de CO<sub>2</sub> deixada de ser emitida, ou retirada da atmosfera por um país em desenvolvimento, poderá ser negociada no mercado mundial através de Certificados de Emissões Reduzidas (CER), também conhecido como “crédito de carbono” (ROCHA, 2003). Segundo dados da Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima – CIMGC, a predominância das atividades de projeto de MDL no Brasil, está no setor energético, no qual o país detém a mais eficiente e econômica tecnologia de produção de etanol (combustível renovável) produzido a partir da cana-de-açúcar. Destaca-se assim, o setor sucroalcooleiro e a importância do bagaço de cana-de-açúcar como um resíduo que permite a auto-suficiência energética das usinas e até a produção de excedentes energéticos para comercialização (PEREIRA, 2007).

De acordo com Pereira (2007), a Região Centro-Oeste do Brasil, especialmente o Estado do Mato Grosso do Sul, apresenta condições favoráveis ao desenvolvimento da cadeia produtiva do açúcar e álcool, especialmente no que diz respeito à produção vegetal da cana-de-açúcar e a sua transformação em nesses produtos finais. Dentre os principais fatores estão: a proximidade aos grandes centros consumidores (São Paulo, por exemplo), as possibilidades em termos de logística, os preços inferiores do fator terra se comparado a estados de outras regiões, pela disponibilidade de áreas agriculturáveis, presença de climas adequados e incentivos fiscais.

O crescimento do setor torna-se a cada ano mais visível, por exemplo, em 2004 havia nove indústrias sucroalcooleiras em operação no estado, e atualmente já são vinte usinas operando, porém já está projetada até 2012 a instalação de mais nove unidades (ÚNICA 2009). Dados da Biosul- Associação dos Produtores de Bioenergia do Mato Grosso do Sul (2009), mostra também o aumento da produção de cana-de-açúcar no estado, o qual aumentou de quatorze milhões de tonelada na safra de 07/08 para dezoito milhões de toneladas colhidos na safra atual 2008/2009, e prevê para safra 09/10 uma produção estimada de trinta e um milhões de toneladas. Algumas iniciativas no desenvolvimento de projeto de MDL já podem ser percebidas na indústria sucroalcooleira, atualmente há 29 projetos de energia renovável através queima do bagaço de cana submetido e aprovado pela Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima que é a autoridade nacional designada para tal (MCT, 2009).

Como exemplo de projeto canavieiro pode ser citado o da Cia. Vale do Rosário, que além de ter obtido uma redução do custo de produção ao substituir a eletricidade convencional de custo elevado, por uma gerada através do bagaço (resíduo), obteve também um lucro marginal com taxa de retorno de 33% na negociação do Certificado de Emissão Reduzida - CER (ROCHA, 2003).

Nesse contexto, de expansão da atividade sucroalcooleira no Estado do Mato Grosso do Sul e das possibilidades de obtenção de ganhos com a implementação de projetos de MDL, questiona-se: qual o potencial de ganho financeiro da indústria sucroalcooleira sul-matogrossense por meio da implementação de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo? O objetivo do presente artigo é avaliar o potencial da indústria sucroalcooleira do Estado do Mato Grosso do Sul em gerar ganhos financeiros via a implementação de projeto de MDL. Neste estudo, será analisado especificamente o potencial derivado da comercialização de créditos de carbono por meio da co-geração de energia a partir da queima do bagaço da cana-de-açúcar.

A co-geração além de contribuir para prevenir perdas causadas por uma possível crise energética no país poderá diminuir a pressão pública recebida a cerca dos problemas socioambientais causados durante a produção de seu produto principal, e ainda proporcionar uma aumento na receita através da comercialização dos créditos de carbono. Diante dessa

perspectiva o conhecimento do ganho financeiro desse mercado poderá impulsionar as iniciativas e investimentos das empresas do setor na implementação de MDL's. Portanto, o presente estudo se justifica pela possibilidade de avaliar o ganho financeiro potencial via MDL's, atraindo novos recursos para o estado e região e sinalizando para o desenvolvimento de políticas públicas que ampliem a adoção de tais práticas.

Além desta seção introdutória, o artigo em questão apresenta a seção seguinte com abordagens teóricas utilizadas. Na terceira seção é descrito aspectos do método e dos procedimentos utilizados na execução do presente estudo. Os resultados obtidos estão apresentados e discutidos na quarta seção. E por fim, as principais conclusões resultantes da pesquisa são descritas na quinta seção.

## **2. Revisão de Literatura**

Esta seção aborda quatro pontos importantes relacionados ao Mercado de Crédito de Carbono. O primeiro tópico apresenta brevemente as possíveis causas do Aquecimento Global e a busca de alternativas para amenizá-lo. Dentre essas alternativas destaca-se o Protocolo de Quioto, sua definição e os mecanismos criados a partir dele para viabilizar as metas de reduzir o aquecimento. O segundo tópico traz o conceito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL, e os segmentos de mercado que podem se beneficiar com o uso desse mecanismo, bem como as diretrizes para sua implementação. No tópico seguinte é discutido o crescimento das usinas de açúcar e álcool no estado, descreve a co-geração de energia, e as possibilidades que o setor sucroalcooleiro tem de gerar auto-suficiência energética, comercializar energia excedente, e aumentar sua receita através de créditos de carbono. Por fim, no último tópico é definido o mercado de carbono e apresenta as principais instituições que comercializam as Reduções Certificadas de Emissões - RCEs, bem como a estimativa do aumento da receita resultante de maiores investimentos em tecnologias no processo de co-geração nas indústrias sucroalcooleiras.

### **2.1 Aquecimento Global e Protocolo de Quioto**

Desde a Revolução Industrial a concentração de dióxido de carbono na atmosfera aumentou aproximadamente 30%. A emissão de outros gases causadores do efeito estufa também vem crescendo ao longo das últimas décadas, gerando assim um aumento da temperatura terrestre (ZANETTI, 2006). Embora o clima sempre varie naturalmente, a velocidade e a intensidade observadas no aumento da temperatura nos últimos tempos são incompatíveis com o tempo necessário à adaptação natural da biodiversidade e dos ecossistemas (SISTER, 2007).

Entre os efeitos adversos do aquecimento global destacam-se: a redução nas reservas naturais de água potável; a redução da produção agrícola; o aumento de inundações devido ao aumento do nível do mar; o aumento da mortalidade humana por estresse devido ao calor; e, um número crescente de pessoas expostas a doenças transmissíveis por vetores, como malária e dengue, e pela água, como cólera (CHANG, 2004). Na tentativa de evitar tais consequências governos e cientistas, liderados pelas Nações Unidas, tem se empenhado na busca de soluções para o aquecimento.

Segundo Rocha (2003), para tratar do problema do efeito estufa e suas possíveis consequências sobre a humanidade, foi estabelecida em 1992, durante o Rio-92, a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, como meta propôs ações para os países industrializados (que assinaram o protocolo de quioto) estabilizarem suas emissões de GEE. A partir desse acordo, ocorreram várias reuniões com as partes envolvidas,

denominadas Conferências das Partes (COP). Dentre o conjunto de reuniões, a Conferência das Partes realizada em Quioto (Japão) foi a mais importante do ponto de vista de resultados práticos, pois foi nessa conferência que, diante da pressão pública em relação ao meio ambiente, vários governos assinaram o acordo que ficou conhecido como Protocolo de Quioto.

Araujo (2007) definiu o protocolo de Quioto como sendo um acordo internacional independente, porém, ligado ao tratado anterior que acrescentou novos compromissos, mais fortes e muito mais complexos e detalhados do que os da CQNUMC. O Protocolo estabeleceu metas de controle nas emissões dos gases causadores do efeito estufa, comprometendo os 39 países desenvolvidos signatários do documento a reduzir, no período de 2008 a 2012, em 5,2% a emissão de dióxido de carbono e outros gases nocivos, tendo como base o índice global registrado em 1990 (ZANETTI, 2006).

Com a intenção de viabilizar o alcance das metas de redução, assegurando, ao mesmo tempo, uma transação economicamente viável para a adoção dessas medidas, o Protocolo de Quioto previu em seu texto três mecanismos de flexibilização (SISTER, 2007). Os mecanismos são: a Implementação Conjunta (*Joint Implementation*), o Comércio de Emissões (*Emissions Trading*) e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL (*Clean Development Mechanism* – CDM). Em conjunto, os três mecanismos de flexibilização possibilitaram a criação e o desenvolvimento de um mercado de carbono (GODOY; PRADO, 2007). O último originou-se de uma proposta da delegação brasileira durante uma das Conferências das Partes (COP) e somente esse mecanismo permite a participação dos países em desenvolvimento na negociação de créditos de carbono (ALCANTARA, 2007). Por esta razão, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo será priorizado neste estudo e alguns dos seus aspectos mais relevantes são apresentados na seção 2.2.

## **2.2 MDL – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo**

O MDL envolve a criação e implantação de projetos para diminuir e eliminar a emissão de GEE nos países em desenvolvimento, os quais poderão ser financiados por países desenvolvidos em troca de créditos para serem abatidos dos seus compromissos de redução de emissão (BARBIERI; RIBEIRO, 2007).

Como critérios para que um projeto seja enquadrado como MDL, o artigo 12 do Protocolo de Quioto define:

- a. a contribuição para o desenvolvimento sustentável do país hospedeiro;
- b. participação voluntária no projeto; redução das emissões de gases de efeito estufa que devem ser adicionais às reduções que ocorreriam na ausência do projeto; e,
- c. a atividade do projeto deve resultar em benefícios reais, mensuráveis e de longo prazo relacionados com a mitigação das mudanças climáticas (LORA, 2008).

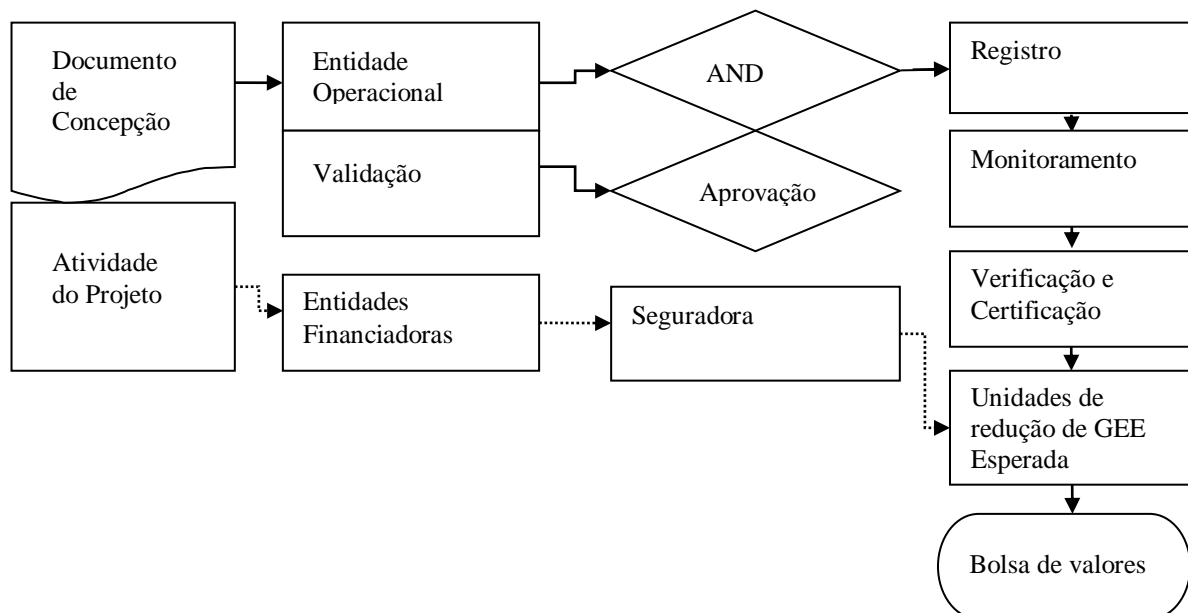
Segundo Conejero (2006), o MDL, além de criar incentivos econômicos para a redução de emissões, irá promover a transferência de tecnologias limpas dos países desenvolvidos para os países emergentes e aumentará o fluxo de investimentos externos diretos viabilizando o desenvolvimento sustentável no país anfitrião. Em contrapartida as oportunidades de redução de GEE têm um menor custo nesses países, aumentando assim a eficiência econômica dos países industrializados para alcançar as metas imposta pelo Protocolo de Quioto.

Dentre os segmentos de mercado que se beneficiarão com o comércio de crédito de carbono, Araújo (2007), cita:

- projetos de recuperação de gás de aterro sanitário, de gás de auto fornos, biodigestor e outros gases;
- energias limpas (biomassa, PCHs, eólica, solar, etc.);
- troca de combustíveis (óleo x gás, biomassa, etc.);
- eficiência energética e eficiência em transporte (logística);
- melhorias/tecnologias indústrias: cimentos, petroquímicas e fertilizantes;
- projetos florestais (reflorestamento ou florestamento).

Para o cálculo dos créditos (reduções de emissões) que serão gerados pelo projeto utiliza-se a “linha de base” ou “cenário de referência”, que corresponde ao nível atual e a projeção do volume de GEE que ocorreriam na ausência da implantação do projeto. O prazo de duração de um projeto de MDL é no máximo de 30 anos sem a possibilidade de renovação, no caso de projetos de florestamento e reflorestamento, e até no máximo dez anos para outros setores de atividades (GODOY; PRADO, 2007).

Para que as atividades de projetos de MDL resultem em reduções certificadas de emissões (RCEs) devem, necessariamente, passar pelas sete etapas do ciclo do projeto: elaboração de documento de concepção de projeto (DCP), usando metodologia de base e plano de monitoramento aprovados; validação (verifica se o projeto está em conformidade com a regulamentação do Protocolo de Quioto); aprovação pela Autoridade Nacional Designada – AND, que no Brasil é a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima – CIMCG (verifica a contribuição do projeto para o desenvolvimento sustentável); submissão ao Conselho Executivo para registro; monitoramento; verificação e certificação, e emissão de unidades segundo o acordo de projeto, após aprovação em todas as etapas a empresa detentora do projeto recebe o CER´s( Certificado de Emissão Reduzida ), o qual dá direito a créditos de carbono que poderão ser comercializados na bolsa de valores (MCT, 2009). Na figura 1 tem-se o fluxograma que demonstra as etapas do ciclo do projeto descritas acima.



**Figura 1 – Fluxo de credenciamento de um projeto de MDL.**

Fonte: Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT, 2009).

### 2.3 Co-geração de energia na Indústria Sucroalcooleira do Mato Grosso do Sul

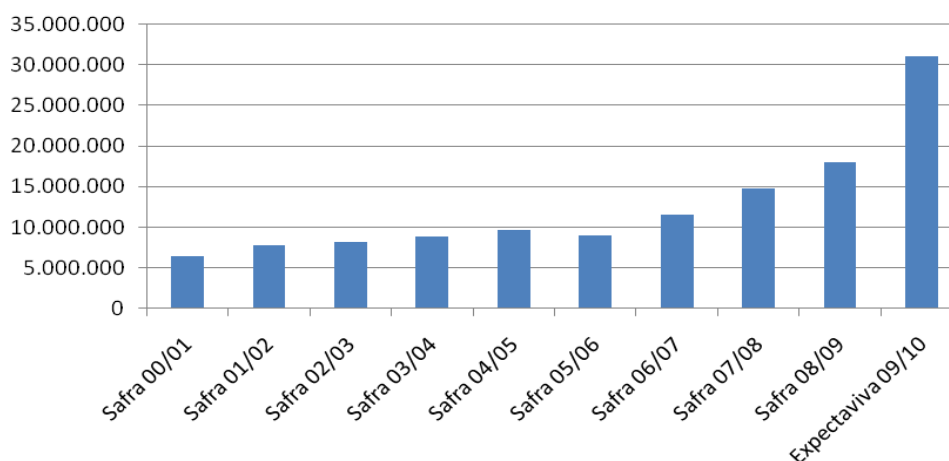
A Co-geração é definida pela ANEEL na Resolução 235/2006, art 3º como o “processo operado numa instalação específica para fins da produção combinada das utilidades calor e energia mecânica, esta geralmente convertida total ou parcialmente em energia elétrica, a partir da energia disponibilizada por uma fonte primária” (ANEEL, 2006). No Brasil, existe um potencial expressivo para geração de energia elétrica a partir da biomassa, chamada de “Bioeletricidade”, a qual tem previsibilidade e qualidade de oferta assegurada, agregando valor à indústria canavieira, com benefícios econômicos, ambientais e sociais (QUEIROZ, 2008).

O processo de co-geração na indústria sucro-alcooleira ocorre da seguinte forma:

“No setor sucro-alcooleiro a matéria-prima do bagaço da cana é queimado numa caldeira, que gera energia térmica em forma de vapor d’água. Numa turbina essa energia é transformada em mecânica e, no gerador, em energia elétrica - É a tecnologia da co-geração. Já existem tecnologias mais sofisticadas, de alta pressão, condensação e gaseificação, de custos elevados, que permitem utilização maior do bagaço para co-gerar a eletricidade” (NAGAMATSU; FEDICHINA, 2007).

Segundo Souza (2002), gerar eletricidade por meio do bagaço de cana, não somente provê a auto-suficiência energética durante a safra como também proporcionam excedentes que, desde 1987, já vem sendo comercializados junto ao setor energético. Oliveira (2007), descreve eletricidade excedente como sendo a diferença entre a geração elétrica, que pode ser obtida pela plena utilização da capacidade instalada do auto produtor e o seu próprio consumo.

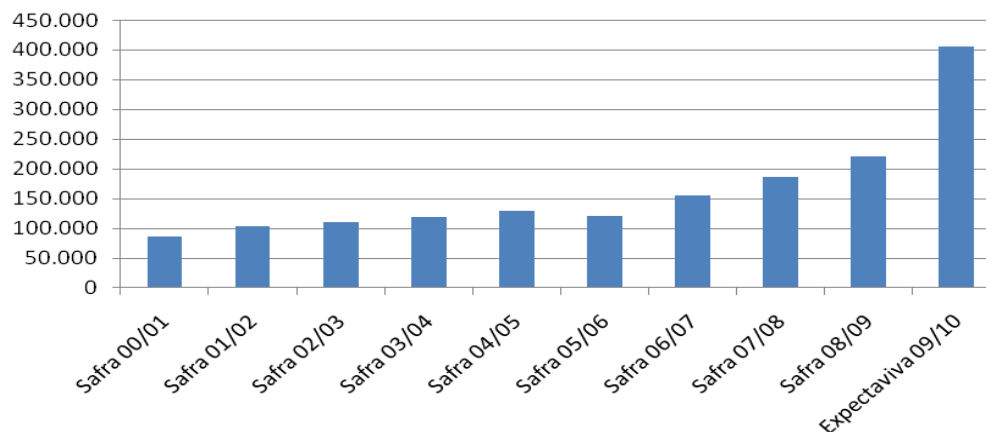
Os dados fornecidos pela Biosul (2009) comprovam o crescente aumento da produção de cana de açúcar no estado de Mato Grosso do Sul. Conforme ilustrado na Figura 2, a produção de cana no estado no período de 2000 até 2009. Iniciou com mais de 6,5 milhões de toneladas e aumentou gradualmente nos anos seguintes, havendo somente uma pequena queda na safra de 2005/2006, voltando a subir consideravelmente nas safras seguinte. Atualmente a expectativa da Biosul para safra do próximo ano deverá chegar 31 milhões de toneladas de cana-de-açúcar.



**Figura 2 - Evolução da produção de cana-de-açúcar no estado do Mato Grosso do Sul (em milhões de toneladas)**

Fonte: Biosul (2009), adaptado pela autora.

Na Figura 3 pode-se constatar que a pequena diminuição da produção que ocorreu na safra 2005/2006 se deu a redução 9 mil hectares de área plantada de cana. Porém nas safras seguinte aumentaram-se as áreas de plantação de cana, e estima-se que no próximo ano deverá ultrapassar 400 mil hectares.



**Figura 3 – Evolução de área plantada de cana-de-açúcar no estado do Mato Grosso do Sul (mil hectares)**

Fonte: Biosul (2009), adaptado pela autora.

Diante da análise dos dados é possível visualizar o potencial que as usinas do estado do Mato Grosso do Sul tem em gerar o bagaço-de-cana, já que o mesmo resulta da moagem de toda a cana produzida. E através desse resíduo da cana, que o setor sucroalcooleiro tem a oportunidade de ampliar a co-geração de energia.

Além de reduzir os custos com energia elétrica à co-geração traz benefícios ao meio ambiente, por substituir o combustível fóssil por combustível renovável, proporcionando a oportunidade de executar projetos de MDL e gerar RCE's (Certificados de Emissões Reduzidas) para empresas do setor sucroalcooleiro (OLIVEIRA, 2007). Ou seja, o mercado de co-geração elétrica através do bagaço de cana está intrinsecamente ligado ao mercado de carbono, pois diminui consideravelmente as emissões de gases de efeito estufa (JESUS; NEVES, 2006).

## 2.4 Mercado de Crédito de Carbono

O mercado de crédito de carbono permite a transação de RCE's, pois tal documento representa que determinado projeto de MDL efetivamente reduziu emissões em determinada quantidade de CO<sub>2</sub> (OLIVEIRA, 2007). A comercialização desses certificados é realizada tanto no mercado à vista, através das Bolsas internacionais localizadas na Europa e Estados Unidos, como no mercado de balcão, que ocorre sem intermediação da Bolsa (ALCÂNTARA, 2007). Os valores de créditos de carbono negociados por contrato podem variar de US\$ 3,00 a US\$ 15,00/t CO<sub>2</sub> evitado. Quanto menor o risco do registro da redução de emissão por parte do comprador, maior o preço pago na transação. (OLIVEIRA, 2007).

Segundo Godoy e Prado Jr. (2007), destaca-se algumas das mais relevantes instituições que participam do mercado de carbono: Bolsa Mercantil & Futuros/Bovespa (BM&F/Bovespa), Banco Mundial, *Chicago Climate Exchange*. A BM&F/Bovespa registra eletronicamente informações relacionadas aos projetos de MDL, e os investidores pré-selecionados divulgam suas intenções de compra/venda de RCE's.

O Banco Mundial tem participação ativa no mercado de carbono através de seus fundos de captação de recursos, financiando muitos projetos de redução de emissões dos

países em desenvolvimento. A *Chicago Climate Exchange* (CCX) promove um comércio eletrônico de negociações, é uma bolsa que resultou da associação de empresas de diversos setores com objetivo de negociar créditos de carbono (GODOY; PRADO JR. 2007).

O aumento gradual dos excedentes de energia é obtido principalmente com a elevação dos níveis de pressão, efetuando a troca de turbinas de múltiplos estágios quem permitem uma economia considerável de vapor que expande nas turbinas geradoras aumentando a eletricidade gerada. (LORA, 2008 *apud* ANDRADE; CANELLAS, 2007).

Na Tabela 1 é apresentada uma simulação por meio da qual se pode observar que a aquisição de equipamentos novos e modernos de queima de bagaço e a utilização complementar da palha elevam os níveis de pressão das caldeiras geradoras de vapor (bar) e aumentam a potência dos turbo geradores (MW). Com a geração de mais energia excedente obtém-se maiores RCEs, resultando em receitas adicionais ao setor sucroalcooleiro à medida que estas sejam comercializadas.

**Tabela1: Reduções Certificadas de Emissões (RCEs) potenciais**

Tecnologia	Combustível	MW médio	Reduções estimadas de emissões (tCO <sub>2</sub> e/ano)	Valor obtido em RCE's (€ 15,20/RCE)
40 bar	Bagaço	607	1.404.593	21.349.814
65 bar	Bagaço	1.434	3.319.946	50.463.179
92 bar	Bagaço	1.654	3.830.707	58.226. 746
65 bar	Bagaço e palha	2.812	11.230.534	170.704.117
92 bar	Bagaço e palha	3.055	12.199.443	185.431.534

Fonte: Lora (2008)

Na seção 2 deste artigo foram discutidos aspectos relacionados ao Mercado e Crédito de Carbono a partir de uma revisão da literatura acessada. Buscou-se destacar aquelas variáveis que apresentam relação com o objetivo deste estudo, facilitando assim a definição das estratégias e a construção do mecanismo de coleta de dados. Na seção a seguir é apresentado o método e os procedimentos adotados para a realização do estudo.

### 3. Método e Procedimentos

Para este trabalho foi feito uma análise bibliográfica através de uma pesquisa exploratória que segundo Severino (2007), busca levantar informações sobre determinado objeto, delimitando assim um campo de trabalho, mapeando as condições de manifestação desse objeto. Materiais digitais, constituído de teses e dissertações e alguns sites governamentais sobre o assunto, foram utilizados em maior parte para obtenção de informações para a pesquisa.

Diante dos resultados obtidos foi formulado um questionário que, segundo Marconi e Lakatos (2006), é um instrumento de coleta de dados constituído por uma série ordenada de perguntas, que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do entrevistador. Tal questionário foi encaminhado por correio eletrônico aos supervisores da indústria de vinte unidades sucroalcooleiras, as quais segundo dados da Biosul (2009) estão instaladas no estado do Mato Grosso do Sul. O objetivo do questionário foi avaliar e estimar o potencial do mercado de carbono para o setor sucroalcooleiro sulmatogrossense ao identificar dentre as unidades instaladas quais estão produzindo energia com co-geração através do bagaço de cana, e se essa energia é utilizada somente para o auto-consumo ou se a produção ultrapassa o



consumo, proporcionando assim, oportunidade de exportá-la para fora da unidade produtiva da usina.

Diante de uma afirmação presente no questionário procurou-se identificar quais das unidades estão investindo em tecnologia de produção para maximizar a potencialidade da bioeletricidade. Buscou-se extrair informações sobre o conhecimento dos gestores das unidades em estudo, a cerca dos projetos de MDL, identificar as unidades que estariam iniciando projetos para obtenção de CER's, comercializando créditos de carbono, e a receita obtida com a comercialização desses créditos. Um questionário também foi aplicado ao diretor executivo da Biosul para a obtenção de dados sobre a plantação e produção de cana-de-açúcar no Estado do Mato Grosso do Sul nos dez últimos anos, com o objetivo de avaliar a evolução do setor sucroalcooleiro na região.

Devido à dificuldade para o retorno do questionário o mesmo foi reencaminhado duas vezes para todas as usinas do estado, e diversos contatos foram realizados por telefone reforçando a importância da coleta das informações descritas acima. Fez-se necessário também a visita a uma das unidades de Ponta Porã para que a coleta de dados fosse efetivada.

A partir das informações coletadas em diferentes fontes, os dados foram analisados e serviram de base para a prospecção de diferentes cenários relacionadas ao potencial de comercialização de créditos de carbono pela indústria sucroalcooleira do Mato Grosso do Sul. Mais especificamente, os cenários buscaram estimar potenciais ganhos financeiros que o setor poderia incorrer diante da implementação de projetos de co-geração como Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.

#### **4. Descrição e análise dos Resultados**

De acordo com dados fornecidos pelo gerente executivo da Biosul, Paulo Aurélio Vasconcelos, foi possível identificar e quantificar as usinas sucro-alcooleiras instaladas, e quais estão em plena operação no Estado do Mato Grosso do Sul. Foram identificadas vinte unidades e a respectiva cidade onde operam: Adecoagro Angélica (Angélica); Alcoolvale (Aparecida do Taboado); CBAA Sidrolândia (Sidrolândia); Dcoil (Iguatemi); Energética Santa Helena (Nova Andradina); Energética Vicentina (Vicentina); ETH Bioenergia (Eldorado); LDC Bioenergia (Maracaju); LDC Bioenergia-Passa Tempo (Rio Brillante); LDC Bioenergia – Rio Brillante (Rio Brillante); Safi- Brasil Energia S/A (Nova Alvorada do Sul); Usina Sonora (Sonora); Usinavi S/A – IBE (Naviraí); Vista Alegre Açúcar e Alcool (Maracaju); Iaco Agrícola S/A (Chapadão do Sul); Usina Laguna (Baitaporã); São Fernando Açúcar e Alcool (Dourados); Bungue- Monteverde (Ponta Porã); ETH Bioenergia – Sta Luzia I (Nova Alvorada do Sul).

De acordo com as informações coletadas na pesquisa, as vinte unidades pesquisadas desenvolvem projetos de co-geração para seu próprio consumo de energia. No entanto, dos vinte questionários aplicados nas usinas para identificar dentre outras informações a produção de energia co-gerada através do bagaço excedente, foi possível coletar dados somente de quatro unidades, as quais serão denominadas no presente artigo como Usinas A, B, C e D.

A Usina A produz 25 MW/h de energia excedente durante o período de safra, período que se estende desde maio até novembro, utilizando somente o bagaço de cana-de-açúcar como combustível. A unidade em estudo possui os seguintes equipamentos para produção da co-geração: turbina TGM 52,3 MW; gerador WEG 60mv A/FP 0,8-48MW; gerador de vapor e caldeira HPB SERMATEC 100 bar, 250t/h a 540°C.

A unidade comercializa seus excedentes no mercado livre, e pretende ampliar suas instalações para viabilizar um maior potencial de co-geração. O gestor dessa unidade tem

conhecimento de que os projetos de MDL por co-geração de energia elétrica através da queima do bagaço de cana-de-açúcar podem gerar créditos de carbono. Esta usina está em fase inicial de desenvolvimento do projeto de MDL. O gestor afirma que os fatores que influenciaram a decisão de desenvolvê-lo, além da geração de receitas através da comercialização dos créditos de carbono, se deram também pelo acesso a novas tecnologias e/ou investimentos, os quais proporcionaram a oportunidade de implementar projetos sustentáveis demonstrando assim uma preocupação da empresa com o meio ambiente. O fato de o projeto estar em fase inicial impossibilitou a negociação de créditos de carbono, bem como ainda não foi acertado o valor de venda do mesmo, porém tal valor já vem sendo analisado pelas partes interessadas.

Já a Usina B, apesar de possuir uma capacidade de 35 MW/h, com instalações preparadas para exportar energia, atualmente produz energia somente para auto-consumo. A justificativa para a perda de oportunidades nesse mercado de bioeletricidade, segundo informado através do questionário se dá pela ausência de uma linha de transmissão dessa energia da usina até a concessionária. O gestor sugere que o governo viabilize as modificações necessárias através de linhas de crédito destinadas para esse fim. Enquanto isso não acontece, a usina vende o bagaço de cana-de-açúcar excedente para outras usinas e empresas de biodiesel, as quais também utilizam para co-geração de energia elétrica.

As Usinas C e D se limitaram a responder apenas parte do questionário, informando que ambas produzem energia somente para auto-consumo. Porém, informaram que pretendem investir na ampliação de suas capacidades tecnológicas de produção para potencializar a energia co-gerada, possibilitando assim participar futuramente do mercado de bioeletricidade. No entanto, afirmam possuir ainda pouco conhecimento sobre o mercado de crédito de carbono.

#### 4.1 Potencial de geração de RCE pelo setor sucroalcooleiro no Mato Grosso do Sul

Por meio do processo de co-geração de energia elétrica excedente descrita na seção 2.3 e diante da informação de que a Usina A produz 25MW/h excedente e de que a Usina B tem capacidade de produzir 35MW/h, a Tabela 2 apresenta a simulação do potencial dessas unidades em reduzir a emissão de CO<sub>2</sub> na atmosfera. Esta simulação utilizou para o cálculo de conversão o índice estimado em 0,268tCO<sub>2e</sub>/MW/h adotado por Oliveira (2007).

**Tabela 2 – Emissões de CO<sub>2</sub> e evitadas, por safra/ano, baseado na potência excedente (MW)**

Usina	MW excedente	Horas(*)	MWh	Índice(**)	tCO <sub>2</sub> eq.ev.
A	25	4800	120.000	0,268	32.160
B	35	4800	168.000	0,268	45.024

(\*) período de safra =200 dias x 24 horas

(\*\*) toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente evitado - tCO<sub>2e</sub>

Fonte: Dados da pesquisa

A usina A poderá evitar a emissão de 32.160 tCO<sub>2</sub>, e a usina B se estivesse produzindo os excedentes que sua estrutura comporta, poderia evitar a emissão de 45.024 tCO<sub>2</sub>. A negociação de RCEs geradas por essas emissões evitadas poderiam proporcionar a essas usinas retornos financeiros significativos. Utilizando os valores dos créditos de carbono para o tipo de projeto em questão e a tendência para os próximos anos adotados por Oliveira (2007), tornou-se possível simular a receita anual que seria gerada pelas usinas demonstradas na Tabela 3.

Analisando a Tabela 3, notam-se valores muito significativos, é visível a perda de oportunidade numa projeção para 2010, de aumentar receita em mais de US\$ 1 milhão da Usina B, já que essa ao contrário da unidade A ainda não explora seu potencial de co-geração excedente, impossibilitando assim a geração de créditos de carbono e sua posterior comercialização.

**Tabela 3. Projeção de retorno esperado em dólares (US\$) com a comercialização de RCE.**

Usina	tCO <sub>2</sub> e	\$ 20,00/(2009)	\$ 25,00/(2010)	\$ 32,00/(2011)
A	32.160	643.200,00	804.000,00	1.029.120,00
B	45.024	900.480,00	1.125.600,00	1.440.768,00

Fonte: Dados da pesquisa

Utilizando a Usina A como referência, considerando a possibilidade de todas as vinte unidades produzirem 25MW/h, e adotando valores de RCE´s baseado em médias de preços praticados no mercado de emissões internacional para os respectivos anos, citados por Oliveira (2007), simulou-se o potencial de redução de emissão de CO<sub>2</sub> das atuais indústrias sucroalcooleira sulmatogrossense, e projetou sua receita através do crédito de carbono, conforme demonstrado nas Tabelas 4 e 5, respectivamente:

**Tabela 4 – Emissões de CO<sub>2</sub>e evitadas, por safra/ano, baseado na potência excedente da usina A**

Usinas do MS	MW excedente	Horas(*)	MWh	Índice(**)	tCO <sub>2</sub> eq.ev.
20 unidades	500MW	4800	2.400.000	0,268	643.200

(\*) período de safra =200 dias x 24 horas

(\*\*) toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente evitado - tCO<sub>2</sub>e

Fonte: Dados da pesquisa

**Tabela 5. Projeção de retorno esperado em dólares (US\$), pelas usinas sulmatogrossense com a comercialização de RCE**

Usinas do MS	tCO <sub>2</sub> e	\$ 20,00/ (2009)	\$ 25,00/ (2010)	\$ 32,00/ (2011)
20 unidades	643.200	12.864.000,00	16.080.000,00	20.582.400,00

Fonte: Dados da pesquisa

A Tabela 4 apresenta uma redução estimada de 643.200 mil toneladas de CO<sub>2</sub> proporcionada pelas vinte usinas sucroalcooleiras instaladas no estado do Mato Grosso do Sul. No que refere-se à estimativa de receita, a Tabela 5 apresenta um aumento aproximado de US\$ 12,8 milhões em 2009, US\$ 16 milhões em 2010, podendo ultrapassar US\$ 20,5 milhões em 2011.

## 5. Considerações Finais

Com os resultados obtidos pelo estudo, pode-se constatar que o setor sucroalcooleiro está em intenso crescimento no Estado de Mato Grosso do Sul. Os dados apontam que a co-geração de energia excedente vem tornando-se cada vez mais atrativa, pois reduz a dependência de energia elétrica adquirida pelas usinas, diminui o acúmulo de resíduos, no caso do bagaço de cana-de-açúcar, e elimina a dependência de energia própria á base de combustível fóssil, além de gerar receitas com a comercialização da energia excedente.

Destaca-se também a importante participação da co-geração de energia elétrica na melhoria da qualidade ambiental ao reduzir a emissão de gases causadores de efeito estufa. Ao projetar-se a comercialização de créditos de carbono pela Usina B, diante do seu potencial de 35MW de produção de energia, pode-se constatar uma perda de oportunidade de geração

de receitas para a Usina. Já a Usina A utilizada nesse estudo como referencial, produz 25MW de excedente e está desenvolvendo o MDL com objetivo de dentre outro de obter retornos financeiros com o mercado de crédito de carbono e o aumento na comercialização de excedente de energia elétrica.

Com a contribuição do processo de co-geração de energia elétrica pela queima do bagaço de cana-de-açúcar na produção de excedentes de energia, foi possível estimar um potencial que a indústria sucroalcooleira instaladas e operando no Estado do Mato Grosso do Sul, tem de comercializar créditos de carbono, aumentando assim expressivamente sua receita. O projeto de MDL também pode atrair investimentos estrangeiros para o Estado na busca de potencializar a produção de energia excedente, com aquisição de equipamentos mais modernos, os mesmos podem também ser adquiridos através de políticas públicas desenvolvidas com objetivo de financiar tais investimentos.

Como limitação do presente trabalho pode ser apontada a dificuldade de acesso as informações mais precisas quanto à produção das usinas individualmente, devido a normas de sigilo estabelecidas pela diretoria das unidades. Trabalhos futuros podem incluir pesquisas sobre o aumento da capacidade da co-geração de energia utilizando juntamente com bagaço de cana a palha da cana no período de entre safra.

### Referências

ARAUJO, Antonio Carlos Porto. **Como comercializar crédito de carbono**. 5. ed. São Paulo: Trevisan, 2007. 48 p.

BARBIERI, Karen Simões; RIBEIRO, Maisa de Souza. Controladoria e Contabilidade em Prol do Desenvolvimento. In: CONGRESSO USP CONTROLADORIA E CONTABILIDADE, 7., 2007, São Paulo. **Mercado de Crédito de Carbono: Aspectos comerciais e contábeis**. São Paulo: USP, 2007. v. 1, p. 01 - 16. Disponível em: <<http://www.congressoeac.locaweb.com.br/artigos72007/68.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2009.

BIOSUL, Associação dos produtores de Bioenergia do estado do Mato Grosso do Sul. **Dados sobre cogeração de energia e usinas do estado do Mato Grosso do Sul**. [mensagem pessoal] Mensagem recebida por: <josyturis1@hotmail.com>. em: 21 set. 2009.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica - Aneel. Governo Federal. **Resolução Normativa nº 235 de 14 de novembro de 2006**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2006235.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2009.

BRASIL. Ministério de Ciência e Tecnologia. Governo Federal. **Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL): Status atual de atividades de projetos de MDL no Brasil e no mundo**. Disponível em: <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0206/206713.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0206/206713.pdf)>. Acesso em: 25 ago. 2009.

BRASIL. Única - União da Indústria de Cana-de-açúcar. Governo Federal. **Nova entidade representará o setor sucroenergético em Mato Grosso do Sul**. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/noticias/show.asp?nwsCode=%7B62573287-CB38-40D5-8FA9-9A50202AE3DF%7D>>. Acesso em: 15 out. 2009.

BRASÍLIA. Ministério da Ciência e Tecnologia. Governo Federal (Comp.). **Mecanismo de Desenvolvimento Limpo: Status das atividades de projetos de MDL no Brasil e no Mundo**.

última compilação do site da CQNUMC. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/30317.html>>. Acesso em: 03 ago. 2009.

CHANG, Man Yu. **Sequestro florestal do carbono no Brasil: Dimensões políticas socioeconômicas e ecológicas**. 2004. 23 f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) - UFPR, Curitiba, 2004.

CONEJERO, Marco Antônio. **Marketing no mercado de créditos de carbono: um estudo exploratório**. 2006. 206 f. Dissertação (Mestrado) - Usp, Ribeirão Preto, 2006. Disponível em <[http://www.pensa.org.br/anexos/biblioteca/572007152424\\_Carbon\\_Dissertation\\_Conejero.pdf](http://www.pensa.org.br/anexos/biblioteca/572007152424_Carbon_Dissertation_Conejero.pdf)>. Acesso em: 30 jul. 2009.

FORTALEZA - CEARÁ. Carla Domingues Alcântara. Analista de Políticas do Ipece. **Potencial do Mercado de Crédito de Carbono no Ceará**. Texto de discussão. Disponível em: <[http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/textos\\_discussao/TD\\_41.pdf](http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/textos_discussao/TD_41.pdf)>. Acesso em: 10 mar. 2009.

GODOY, Sara Gurfinkel Marques de; PRADO JUNIOR, Fernando Amaral de Almeida. Mercado de Carbono. In: **GESTÃO DE CRÉDITOS DE CARBONO**, 1., 2007, São Paulo. **Panorama Mundial do Mercado de Crédito de Carbono**. 2007: Oficina Pensa, 2007. v. 1, p. 01 - 16.

JESUS, Diego Mangabeira de; NEVES, Marcos Fava. Questões Agrárias, Educação no Campo e Desenvolvimento. In: **XLIV CONGRESSO DA SOBER**, 44., 2006, Ribeirão Preto. **Canais que não funcionam: O caso da co-geração com uso do bagaço**. Ribeirão Preto: Usp, 2006. v. 1, p. 01 - 20. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/5/496.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2008.

LORA, Beatriz Acquaro. **Potencial de geração de créditos de carbono e perspectivas de modernização do setor sucroalcooleiro do estado de São Paulo através do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo**. 2008. Dissertação de Mestrado, USP, São Paulo.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de Pesquisa**. 6° São Paulo: Atlas, 2006. 289 p.

NAGAMATSU, Fabiano Akiyoshi et al. Globalização e internacionalização de empresas. In: **X SEMEAD**, 10., 2007, São Paulo. **A Co-geração de energia no setor sucroalcooleiro: desenvolvimento e situação atual**. São Paulo: Fea Usp, 2007. v. 1, p. 2 - 14. Disponível em: <<http://www.ead.fea.usp.br/semead/10semead/sistema/resultado/trabalhosPDF/390.pdf>>. Acesso em: 29 ago. 2009.

OLIVEIRA, Janaina Garcia de. **Perspectivas para a cogeração com bagaço de cana-de-açúcar: potencial do mercado de carbono para o setor sucroalcooleiro paulista**. 2007. 159 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos/universidade de São Paulo, São Carlos, 2007. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18140/tde-03052007-160128/>>. Acesso em: 03 ago. 2009.

PAOLIELLO, José Maria Morandini. **Aspectos ambientais e potencial energético no aproveitamento de resíduos da indústria sucroalcooleira**. 2006. 180 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual de São Paulo - Unesp, Bauru, 2006. Disponível em: <[http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetaileObraForm.do?select\\_action=&co\\_obra=125840](http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetaileObraForm.do?select_action=&co_obra=125840)>. Acesso em: 10 set. 2009.

PEREIRA, Marcelo Castro. **A expansão da cadeia sucroalcooleira em Mato Grosso do sul, Dinâmicas e determinantes.** 2007. 152 f. Dissertação de Mestrado em Agronegócios (Mestre) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2007.

QUEIROZ, Gil Mesquita de Oliveira Rabello. **Análise de dificuldades técnicas e econômicas na inserção da cogeração pelas usinas sucroalcooleiras.** 2008. 135 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia, Universidade Estadual de São Paulo-unesp, Ilha Solteira, 2008. Disponível em: <[http://www.dee.feis.unesp.br/pos/teses/arquivos/219-dissertacao\\_gil\\_mesquita\\_rabello\\_queiroz.pdf](http://www.dee.feis.unesp.br/pos/teses/arquivos/219-dissertacao_gil_mesquita_rabello_queiroz.pdf)>. Acesso em: 02 set. 2009.

ROCHA, Marcelo Theoto. **Aquecimento Global e o Mercado de Carbono: Uma aplicação do Modelo CERT.** 2003. 196 f. Tese (Doutor) - Curso de Agronomia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do Trabalho Científico.** 23° São Paulo: Cortez, 2007. 304 p.

SISTER, Gabriel. **Mercado de Carbono e Protocolo de Quioto: Aspectos Negociais e Tributação.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. 200 p.

SOUZA, Zilmar José de. Congresso Internacional sobre geração distribuída e energia no meio rural. In: 4° ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 4., 2002, Ribeirão Preto. **A Cogeração de energia no setor sucroalcooleiro: desenvolvimento e situação atual.** 2002: Universidade Federal de São Carlos, 2002. v. 1, p. 02 - 10. Disponível em: <<http://www.nipeunicamp.org.br/agrener/anais/2002/0007.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2009.

ZANETTI, Marcos Vinicius Machado. **Proposta para a implementação de projetos de cogeração em usinas de açúcar e álcool embasada nos conceitos de project finance .** 2006. 117 f. Graduação (Engenharia de Produção) - Curso de Engenharia de Produção, Escola Politécnica da Universidade de, São Paulo, 2006.

