

**Felipe Nunes de Lima<sup>1</sup>**

felipenl@oi.com.br

**Narã Vieira Vetter<sup>2</sup>**

naranvetter@gmail.com

**Yuri Franklin<sup>3</sup>**

yuri.fr@ig.com.br

**Luís Fernando S. Nuss<sup>4</sup>**

luisnuss@hotmail.com

**Guilherme Paiva S. Santos<sup>5</sup>**

guilherme.pss@terra.com.br

1-2 Associação Educacional Dom Bosco (AEDB), Faculdade de Engenharia de Resende - Resende, RJ, Brasil

3-4 Associação Educacional Dom Bosco (AEDB), Faculdade de Engenharia de Resende - Resende, RJ, Brasil

5 Associação Educacional Dom Bosco (AEDB), Faculdade de Engenharia de Resende - Resende, RJ, Brasil

## RESUMO

*O planeta se encontra num cenário de profundas transformações. As quais são decorrentes do aquecimento global impulsionado pela utilização de recursos energéticos não renováveis. O setor de Energia tem passado nos últimos anos por um processo de reestruturação a nível mundial, novas formas de produção de energia estão sendo desenvolvidas e provavelmente, em virtude de tais transformações, ainda não se tem uma visão completa do que irá ser dentro das próximas décadas. A energia, mais do que nunca, tornou-se um bem econômico decisivo no desenvolvimento econômico-social e por isso obriga os organismos internacionais, nacionais e locais a uma maior atenção às novas formas de negócio, à sua utilização eficiente e aos efeitos provocados pelas emissões de CO<sub>2</sub>. A política energética hoje em dia já não é um problema de âmbito de um só país, mas tem de ser sempre equacionada por grandes áreas econômicas e depois também a um nível global. Portanto uma primeira linha de orientação estratégica a seguir por uma nação que busca o desenvolvimento é uma atenção maior as questões referentes à obtenção e utilização de energia, orientação ao nível de gestão dos recursos e principalmente ao nível da implementação de ações operacionais neste terreno. A primeira preocupação tem contudo de ser colocada na garantia de abastecimento da energia aos consumidores, sem que possa haver hipótese de ruptura e para que isto não aconteça há um conjunto de medidas que têm de ser tomadas, das quais se destaca a questão do aprovisionamento de energia. Como o mercado único da energia está sendo construído desde a década de 1990, uma outra linha de orientação da política energética deverá ser a consolidação da presença no mercado mundial de novas fontes de energia. Dentro desse cenário de profundas transformações no que diz respeito à competitividade, consumo e produção de recursos energéticos, estruturamos uma pesquisa orientada para o tema reaproveitamento de energia, numa usina de cana de açúcar em Coruripe cidade situada a 131 Km de Maceió no no estado de Alagoas, nordeste brasileiro.*

Palavras-Chave: Usina açucareira. Energia Limpa. Tecnologia de energias.

## 1. INTRODUÇÃO

A penalização ambiental por efeito do CO<sub>2</sub> poderá vir a ser bem menor num futuro, onde haja taxas ambientais a pagar pela quantidade de CO<sub>2</sub> indevidamente produzida. Uma linha de orientação estratégica deverá ser a de garantir idênticas condições de acesso às mais diversas formas de energia em todo o país, permitindo mais rapidamente um descongestionamento de energia utilizada em grandes centros urbanos, estes que do ponto de vista energético, é um caos. Estas linhas de orientação estratégicas foram redefinidas num documento aprovado em Conselho de Ministros em Outubro de 2005. Esta nova orientação da

política energética dando maior importância à gestão pela procura de energia e respectiva adequação ao tipo de consumo, só será possível pela sensibilização dos consumidores locais com o objetivo de tornar os consumos mais regrados, com menor impacto na emissão de CO<sub>2</sub> e conseqüente impacto nas mudanças climáticas. Para tanto, podemos citar o exemplo seguido pelo Brasil no reaproveitamento do bagaço da cana. Nenhum país do mundo entende tanto de produzir álcool quanto o Brasil. Além das muitas condições naturais que colaboram para o sucesso do setor – clima e solo favoráveis, matéria-prima barata e terra disponível para o plantio – o país avançou muito em termos de tecnologia sucroalcooleira. Enquanto em outros países tudo o que se extrai da cana é açúcar, as usinas nacionais tiram açúcar, álcool e eletricidade da mesma planta. Não à toa, o custo do álcool brasileiro é metade do etanol à base de milho produzido nos EUA. Na maioria dos países produtores de açúcar, a extração do caldo da cana precisa ser feita até a última gota, para que se consiga produzir a máxima quantidade possível. Tanto esforço encarece o processo. Nesse caso, o melaço – resíduo concentrado que sobra depois de tirado o açúcar do caldo – só pode ser vendido separadamente, a um preço mais baixo que o do açúcar. O Brasil tem desenvolvido novas tecnologia para aproveitamento do bagaço da cana, parte que sobra da cana depois de passar pela extração, este é reutilizado para gerar energia elétrica para abastecer a própria usina de cana. A produção de energia elétrica tem como base a cana-de-açúcar; trata-se de uma fonte de energia de biomassa, cujo reaproveitamento produz energia elétrica limpa e renovável. Metade da energia elétrica produzida é direcionada para o consumo interno das unidades, basicamente acionando motores e iluminação. O excedente é encaminhado através das concessionárias de cada região, estas ficam responsáveis pela compra, distribuição e comercialização da energia elétrica. O que sobra pode ser vendido em leilões para a rede elétrica, o que acrescenta mais uma fonte de ganho para o produtor. Este tem se tornado muito interessante, pois a Aneel regulamentou a venda dessa energia há dois anos. O modelo tecnológico reflete o conhecimento acumulado tanto na parte agrícola quanto industrial ao longo dos anos. No Brasil temos a visão agrícola de trabalhar em largas escalas. O equipamento de alta tecnologia é caro, mas se você aplicar em grande quantidade, fica mais barato por tonelada de cana.

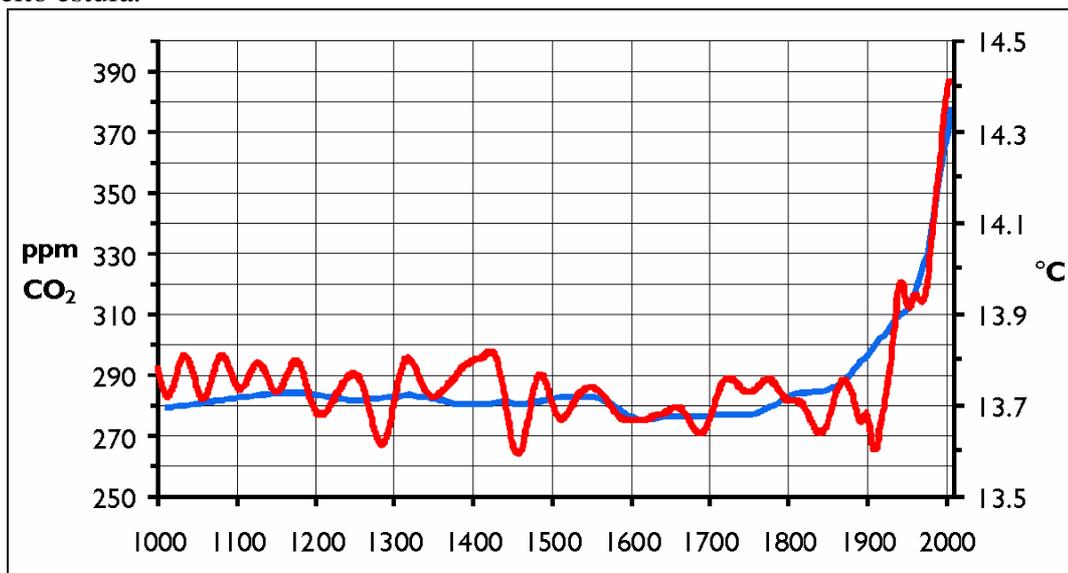
## **2. OBJETIVO**

O seguinte exposto tem por finalidade o estudo dos projetos de reaproveitamento de energia de uma usina de cana de açúcar no interior do estado de Alagoas no nordeste Brasileiro. Seus excelentes resultados vêm contribuído substancialmente, tanto no compromisso ambiental relacionado ao reaproveitamento de energia quanto no comércio de créditos de carbono e no desenvolvimento de novas tecnologias para a geração de energia limpa. A metodologia para desenvolvimento deste artigo foi uma pesquisa bibliográfica acerca do tema “Reaproveitamento de energia - A energia e o desenvolvimento sustentável.” Nossa pesquisa englobou um estudo de caso da usina Coruripe que tem contribuído para o desenvolvimento sustentável e produção de energia limpa.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1. Efeito estufa

O efeito estufa é um processo que ocorre quando uma parcela dos raios infravermelhos refletidos pela superfície terrestre é absorvida por determinados gases presentes na atmosfera. Como consequência disso, a temperatura da Terra fica retida e não é liberada ao espaço, permanecendo maior do que seria na ausência desses gases. O efeito estufa dentro de uma determinada faixa é de vital importância, pois, sem ele a vida como a conhecemos não poderia existir. O que se pode tornar catastrófico é a ocorrência de um agravamento do efeito estufa que desestabilize o equilíbrio energético no planeta e origine um fenômeno conhecido como aquecimento global. O IPCC (Painel Intergovernamental para as Mudanças Climáticas, estabelecido pelas Nações Unidas e pela Organização Meteorológica Mundial em 1988) no seu relatório mais recente diz que a maior parte deste aquecimento, observado durante os últimos 50 anos, se deve muito provavelmente a um aumento dos gases do efeito estufa.



*Fig. 01 - Variação da temperatura global (em vermelho) e de concentração de dióxido de carbono (em azul) presente no ar nos últimos 1000 anos.*

Os gases do efeito estufa (dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), CFC's (CF<sub>x</sub>Cl<sub>x</sub>)) absorvem parte da radiação infravermelha emitida pela superfície da Terra e radiam por sua vez energia absorvida de volta para a superfície. Como resultado, a superfície recebe quase o dobro de energia da atmosfera do que a que recebe do Sol e a superfície fica cerca de 30°C mais quente do que estaria sem a presença dos gases do efeito estufa. Segundo a ecóloga Magda Lima pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente, explica que o efeito estufa só virou problema por causa da interferência do homem. "Com o crescimento das atividades humanas, uma grande concentração de gases foi sendo acumulada, de uma forma muito rápida, e assim nós temos uma absorção maior dessa radiação solar. Ou seja, nós vamos viver o aquecimento global por conta disso". O problema é que muitas atividades do mundo moderno causam a emissão desses gases do efeito estufa, inclusive no

meio rural. Cada vez que um agricultor prepara o plantio, o solo libera óxido nitroso; as criações intensivas de animais, por sua vez, produzem metano, outro gás prejudicial. Mas o principal formador do efeito estufa é o CO<sub>2</sub>, o dióxido de carbono – liberado nas queimadas, por exemplo. Os grandes vilões do mundo moderno, no entanto, são os combustíveis fósseis – os derivados do petróleo, como o diesel e a gasolina que movem nossos veículos – e o carvão mineral, que alimenta as usinas termelétricas. A doutora Magda Lima explica que todo o CO<sub>2</sub> liberado permanece na atmosfera por uma faixa de 50 a 200 anos.

### **3.2. Créditos de carbono**

Os países desenvolvidos são apontados como os grandes vilões do aquecimento global, porque emitem mais CO<sub>2</sub> do que os países em desenvolvimento, para manter seus gigantescos parques industriais, uma agricultura de ponta e a vida confortável de seus cidadãos. Para tentar conter o aquecimento global, em 1997, na cidade de Kyoto, no Japão, países do mundo todo assinaram um protocolo. Nele, algumas nações desenvolvidas se comprometeram a reduzir em torno de 5% a emissão desses gases até o ano de 2012. Para facilitar o cumprimento da tarefa, o protocolo de Kyoto criou mecanismos que permitem que um país que não consiga fazer essa redução dentro de seu próprio território compre parte da cota de outros países. É o chamado mercado de crédito de carbono. O doutor Marcelo Rocha (pesquisador do CEPEA-ESALQ - Centro de Estudos Avançados em Economia da Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz) explica ainda que “O Brasil, como não tem metas de reduzir suas emissões dentro do protocolo de Kyoto, pode então oferecer os seus projetos para esses países, desde que o seu projeto seja comprovado, seguindo um conjunto de regras e metodologias aprovadas pela ONU”.

### **3.3. Crédito de carbono & reaproveitamento de energia**

Países em desenvolvimento podem implementar projetos que contribuam para o desenvolvimento sustentável e que apresentem uma redução ou captura de emissões de gases causadores do efeito estufa, obtendo as RCEs (Reduções Certificadas de Emissões). As RCEs emitidas pelo conselho executivo do MDL (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo), podem ser negociadas no mercado global. Como os países industrializados possuem cotas de redução de emissões de gases causadores do efeito estufa, estes podem adquirir as RCEs de desenvolvedores de projetos em países em desenvolvimento para auxiliar no cumprimento de suas metas. O MDL visa o alcance do desenvolvimento sustentável em países em desenvolvimento a partir da implantação de tecnologias mais limpas nestes países., e a contribuição para que os países desenvolvidos cumpram suas reduções de emissão, previstas no protocolo de Kyoto. Os projetos de MDL podem ser baseados em fontes renováveis e alternativas de energia, eficiência e conservação de energia ou reflorestamento. Estes projetos devem utilizar metodologias aprovadas, devem ser validados e verificados por Entidades Operacionais Designadas (EODs).

## 4. ESTUDO DE CASO

### 4.1. Energia a partir do bagaço da cana

A usina tomada como estudo foi fundada em 1925 e tem como atividades a produção de açúcar, álcool e energia, através de suas quatro unidades: a Matriz, com sede em Coruripe - AL, e três filiais localizadas nos municípios de Iturama, Campo Florido e Limeira do Oeste, em Minas Gerais. A Matriz - maior indústria produtora de açúcar e álcool do Norte / Nordeste Brasileiro, tem área de aproximadamente 36 mil hectares de terras próprias, onde utiliza para o cultivo da cana-de-açúcar sendo 75% irrigados. Por ano, a usina corta quase três milhões de toneladas de cana; metade vira açúcar, e metade é transformada em álcool.



Fig. 02 - Localização da Usina - Coruripe -AL

O coração do processo que permite a comercialização dos créditos de carbono. É um sistema de geração de energia elétrica feito a partir do bagaço de cana, que gera a chamada energia limpa e renovável. A queima do bagaço cria o vapor necessário para movimentar as turbinas, que geram 35 *Megawatts* de energia por hora. Com metade disso, dá para suprir todas as necessidades da indústria e do sistema de irrigação dos canaviais. A outra metade é vendida para a empresa de energia elétrica do estado de Alagoas. O advogado e economista José Correia Barreto é procurador da usina, e explica porque essa é considerada uma energia limpa. “Ela não agride o meio ambiente. Em nenhuma hipótese, ela emite CO<sub>2</sub> na atmosfera”, afirma. Além do mais, é um tipo de energia renovável, que não se esgota como o petróleo. As chaminés da geradora de energia são equipadas com filtros para reter o CO<sub>2</sub>. Quando resolveu montar a unidade, a usina queria reduzir os gastos com eletricidade, dar destino às milhares de toneladas de bagaço que restam do esmagamento da cana e, de quebra, aumentar os lucros da empresa vendendo os excedentes de energia. O crédito de carbono entra como um bônus nesse processo, e tem cálculos complexos – como explica o agrônomo Marcelo Rocha.



*Fig. 03 - Bagaço de cana para queima.*

No caso da usina Coruripe, a geradora de energia vai render 200 mil toneladas em créditos de carbono até 2012. O comprador da Inglaterra vai pagar em torno de US\$ 15 por tonelada; o negócio deve render algo perto de R\$ 6 milhões, ao longo de sete anos. Quem credencia uma empresa como vendedora de crédito é a ONU. Mas conseguir essa certificação não é fácil nem rápido; antes mesmo de ser encaminhado para a ONU, todo o projeto tem que ser aprovado pelo governo brasileiro, que avalia se a empresa colabora para o desenvolvimento sustentável da sua região e se ela cumpre as leis trabalhistas e ambientais. Aí cabe a pergunta: será que a queima da cana, prática rotineira antes da colheita mesmo na usina de Coruripe, também não causa emissão de CO<sub>2</sub>? “Sim, produz CO<sub>2</sub>. Mas também absorve CO<sub>2</sub>, enquanto está verde. Então, há uma compensação”. A usina tem 356 mil hectares de terra, e destinou 7.500 como reserva florestal – um pouco mais do que os 20% exigidos por lei. Para a usina Coruripe, o crédito de carbono traz mais do que dinheiro: ele melhora a imagem da empresa, agrada os clientes internacionais, já que estes exigem certificações ambientais e sociais.

#### **4.2. Reaproveitamento de água**

A área industrial da Usina Coruripe possui um sistema de circuito fechado, onde toda a água utilizada na lavagem de cana e lavagem de cinzas é reaproveitada. A metodologia consiste na instalação de canaletas interligadas às piscinas de sedimentação de barro e cinzas, que devolvem ao processo a água após a sedimentação das partículas. Quando a água não pode ser mais reaproveitada no processo é destinada para a sedimentação II. Após esse processo é encaminhada para a vinhaça, onde é incorporada e distribuída no campo (nas lavouras de cana) como fertirrigação. Esse sistema, além de dar destino adequado às águas residuárias, é uma tecnologia que permite uma racionalização no consumo de água industrial, diminuindo significativamente o volume consumido de água. Atualmente a empresa possui outorga para a retirada de 950,4 m<sup>3</sup>/h, mas devido a esse conjunto de tecnologias são retirados apenas 302,4m<sup>3</sup>/h aproximadamente. Estudos estão sendo realizados para aumentar a reutilização da água e diminuir o volume captado.



Fig. 04 – 05 - Sistema fechado de captação e resfriamento de água

### 4.3. Compromisso ambiental

As cinzas da caldeira e a torta de filtro geradas no processo produtivo da usina são aproveitadas no campo como adubação orgânica nas lavouras de cana dos fornecedores da empresa. Essa ação é duplamente compensatória já que evita o consumo em excesso de adubo químico e dá destino final adequado para os resíduos, uma vez que eles não trazem impacto nenhum para o meio ambiente.

Preocupada com o assoreamento dos córregos, rios e nascentes circunvizinhas à empresa, a filial Campo Florido investiu na construção de bolsões para a captação das águas de chuva. Esse sistema é dotado de canaletas e tubulações na área industrial que encaminham para os bolsões toda a água coletada. Esse processo ainda apresenta a vantagem de abastecimento do lençol freático.

## 5. CONCLUSÃO

O estudo de caso elaborado pela nossa equipe nos mostrou que o desafio não só com compromisso ambiental, mas também com compromisso de garantir o abastecimento de energia, ainda é disponibilizar e priorizar recursos para desenvolver tecnologias para viabilizar as fontes alternativas de energia em tempo hábil para que o planeta possa se recuperar e não haja colapso entre o crescimento populacional e a disponibilidade de um ambiente onde os que nascem possam crescer e viver. Diante dessa visão vale ainda ressaltar algumas considerações: O consumo crescente e o impacto ambiental e social causados pelas fontes de energia tradicionais levam governo e sociedade, no Brasil e no mundo, a pensar em novas alternativas para geração de energia, a fim de substituir o petróleo, que tem sua exploração destinada a terminar em um futuro relativamente próximo, considerando custos economicamente viáveis. Diante desse cenário, a busca de fontes alternativas de energia já é uma realidade amplamente presente no cenário mundial, com iniciativas governamentais e,

principalmente, da iniciativa privada, em especial das indústrias. As fontes alternativas ao petróleo causam impactos substancialmente menores e evitam a emissão de toneladas de gás carbônico na atmosfera. Diante da multidisciplinaridade da questão ambiental, torna-se imprescindível a implementação do diálogo e a articulação institucional entre os diferentes representantes do setor energético, de modo a serem levados em conta os preceitos de proteção ambiental no planejamento para o uso racional dos recursos naturais. É bem provável que, no futuro, colaborar para a redução do efeito estufa também se torne condição para fechar um negócio. Além da geração de energia limpa, pode se candidatar à certificação para conseguir créditos de carbono. A geração de energia elétrica a partir da biomassa do bagaço da cana-de-açúcar é uma atividade tipicamente realizada por indústrias do setor sucro-alcooleiro, que têm como subproduto de suas atividades enormes quantidades de bagaço de cana. Portanto, é neste contexto que a atividade torna-se mais atrativa e viável, e também é neste contexto que as pesquisas no assunto vêm se desenvolvendo no Brasil. Isto não quer dizer que uma empresa que não pertença ao setor sucro-alcooleiro não possa desenvolver a atividade de geração de energia isoladamente, adquirindo o bagaço de cana de outras indústrias. Porém, deve-se ter em mente que tal atividade exige investimentos elevados, muitas vezes incompatíveis com pequenas produções e com os preços de venda vigentes no mercado. Além disso, não há a possibilidade de transportar o bagaço da cana por longas distâncias nas quantidades exigidas, devido ao seu grande volume, o que implica que a atividade seja realizada bem próxima das fontes de matéria prima. Este panorama resulta em um grande sub-aproveitamento do bagaço da cana como fonte geradora de energia elétrica. Porém este panorama vem começando a ser revertido com a adoção de políticas energéticas e de financiamento que favorecem a adoção de tecnologias mais eficientes de geração por parte das indústrias, possibilitando a geração de energia excedente que poderia ser comercializada e incorporada na matriz energética brasileira. Após estas considerações podemos concluir que o objetivo do trabalho foi alcançado, e através do mesmo refletimos a situação de necessidade de reaproveitamento de energia. Seja de forma a assumir um compromisso ambiental, ou seja de forma reaproveitar para consumir menos e garantir maior competitividade e disponibilidade de energia numa usina de cana-de-açúcar.

## REFERÊNCIAS

- 1 - <http://globoruraltv.globo.com/GRural/0,27062,LTO0-4370-283306-1,00.html> em 09/08/07
- 2 - [http://pt.wikipedia.org/wiki/Mecanismo\\_de\\_Developimento\\_Limpo](http://pt.wikipedia.org/wiki/Mecanismo_de_Developimento_Limpo) em 09/08/07
- 3 - [http://pt.wikipedia.org/wiki/Efeito\\_estufa](http://pt.wikipedia.org/wiki/Efeito_estufa) em 07/08/07
- 4 - <http://www.usinacoruripe.com.br> em 31/07/07
- 5 - [http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp\\_hoje/ju/marco2007/ju350pag03.html](http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/marco2007/ju350pag03.html) em 06/07/08
- 6 - <http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=4024> em 31/07/07
- 7 - [http://www.sescsp.org.br/sesc/revistas\\_sesc/pb/artigo.cfm](http://www.sescsp.org.br/sesc/revistas_sesc/pb/artigo.cfm) em 06/08/07
- 8 - MACHADO, F. V.; Indicador de sustentabilidade energética - um modelo de avaliação para a governança regulatória e para investimentos na américa do sul; universidade estadual de campinas – UNICAMP;
- 9 - LIMA, C. R.; PAES, J. B.; DUTRA, A. F.; SAKAMOTO, A. Y.; Emissões de carbono (CO<sub>2</sub>) pelas termelétricas do estado do mato grosso do sul e sua mitigação via reflorestamentos; <http://www.riosvivos.org.br/arquivos/1249653888.doc>, em 31/07/07.
- 10 – Energia e o Efeito Estufa - Seminário de aula Gestão Energética Graduandos Engenharia de Produção Automotiva 3º ano em 09/08/07.