



# ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,  
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

## **Balanco das emissões de gases do efeito estufa (CO<sub>2</sub>) em usinas sucroenergéticas, de Mato Grosso do Sul de acordo com a potência instalada em suas centrais de cogeração.**

**Lucas Schwerz<sup>1</sup> ; Eduardo Mirko Velenzuela Turdera<sup>2</sup>**

UFGD/FAEN - Caixa Postal 533, 79.804-970 - Dourados - MS.

<sup>1</sup> Discente do curso de Engenharia de Energia na Universidade Federal da Grande Dourados-UFGD. E-mail: [lucas\\_schwerz@hotmail.com](mailto:lucas_schwerz@hotmail.com); <sup>2</sup> Docente na Graduação em Engenharia de Energia da Universidade Federal da Grande Dourados-UFGD. E-mail: [eduardoturdera@ufgd.edu.br](mailto:eduardoturdera@ufgd.edu.br)

### **Resumo**

Com o aumento da demanda energética mundial crescendo em ritmo acelerado, também se agravam as emissões de gases poluentes, alguns como o CO<sub>2</sub> (Dióxido de carbono), são responsáveis pela degradação da camada de ozônio causando o efeito estufa, que aumenta a temperatura da terra gerando um desequilíbrio ambiental. Da mesma forma cresce a preocupação de países e entidades em combater esse agravante, que são as emissões de gases poluentes. Este trabalho traz como foco contabilizar as emissões de CO<sub>2</sub> emitidos com a queima do bagaço oriundo da cana de açúcar das indústrias sucroenergéticas (produção de açúcar, etanol e eletricidade) no estado de Mato Grosso do Sul. Localizado na região Centro Oeste do Brasil, este estado possui atualmente 21 usinas com sistema de cogeração que totalizam 662287 KW de potência instalada. Dessa forma podendo se estimar uma safra recorde de 41.493 mil toneladas de cana, figurando entre os estados que mais produzem.

**Palavras chave:** Gases poluentes; Efeito estufa; Sucroenergéticas.

## Introdução

Pesquisas apontam que até 2050 a temperatura da terra pode aumentar até 2 graus na escala Celsius[1]. O que causaria um desequilíbrio altíssimo na biodiversidade do planeta, com a extinção de espécies de variados biomas. Os oceanos serão os mais afetados, uma vez que as espécies aquáticas são mais sensíveis a mudanças de temperatura. Entre essas espécies as algas que são a principal fonte geradora de oxigênio[2], elemento essencial para a existência de vida no planeta. Este aumento na temperatura é provocado pelo efeito estufa, que tende a agravar-se com a destruição da camada de ozônio. Isto ocorre porque o ozônio é um gás que entra em reação com outros gases tais como o CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e NO<sub>x</sub> (Dióxido de carbono, Metano e Óxidos nitrosos).

Mediante a este problema foram realizadas várias conferências para se discutir sobre o assunto e encontrar soluções. Como uma forma de reduzir os GEE (gases do efeito estufa), entre elas a Rio92, conferência do clima e o mais famoso e polêmico o Protocolo de Kyoto[3]. Este adotado em 10 de Dezembro de 1997, é um acordo internacional que visa estabilizar as concentrações de GEE na atmosfera a fim de conter os efeitos danosos ao planeta. As metas impostas aos países industrializados é de redução nas emissões a um nível de 5,2% menos que os registrados em 1990, até 2008-2012. Na última reunião da conferência das partes, o Protocolo contou com 134 países com emissões totais equivalentes a 44,2% das emissões de GEE dos países industrializados. Para que entre em vigor deveria contar com pelo menos 55% das emissões dos países industrializados[4].

O Protocolo estabelece três mecanismos para assegurar uma redução economicamente viável aos países industrializados. O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) incentiva projetos de redução de emissões que favorecem o desenvolvimento sustentável. O MDL permite que programas de redução de emissões em países em desenvolvimento gerem créditos que podem ser comercializados pelos países industrializados como forma de cumprimento de suas metas. Isto acontece porque os custos de redução de emissões não são homogêneos de país para país. Assim, é possível existir um mercado potencial, onde a redução das emissões com altos custos tendem a comprar e as de baixo custo tendem a vender[4].

Porém a maior parte das emissões de GEEs, são gerados pela queima de combustíveis não renováveis de origem fóssil tais como o petróleo, gás natural e carvão mineral. Que correspondem por mais da metade das fontes energéticas do planeta [11]. A energia desempenha um papel fundamental para desenvolvimento do ser humano, o acesso a ela somados a educação e alimentação indicam um melhor IDH (Índice de Desenvolvimento Humano), ou seja, uma melhor qualidade de vida, mas qualidade não é tudo. A energia é considerado um bem básico, nem uma região não é capaz de se desenvolver por completo sem ela.

A solução encontrada para tamanho problema e investir em fostes chamadas renováveis, que podem se regenerar em um curto espaço de tempo como a energia solar, eólica e principalmente os biocombustíveis. O Brasil é um dos países que mais investe em energias renováveis do mundo [5], principalmente no setor de bioenergia como o etanol, biodiesel e termoeletricas movidas a bagaço de cana. Atualmente o País é líder em tecnologia de produção de combustíveis proveniente de biomassa, possui cultivares altamente produtiva e alcançou um grau de excelência na produção de etanol[6].

Em 2013, o país possuía 360 termelétricas movidas a bagaço de cana, o que representa 21% da potencia das usinas térmicas. Estas representam 6,6% de participação na matriz elétrica, possuindo uma potência instalada de 9805 MW. Deste total 21 usinas com sistema de cogeração (que transformam a biomassa em energia elétrica), se encontram no estado de Mato Grosso do Sul, com uma potência de 662 MW [7]. As mesmas além de produzirem energia elétrica também são grandes produtoras de etanol. Que abastece em alguns casos todo o consumo da usina, de energia e comercializam o excedente pra a concessionaria responsável pela distribuição de energia. Perspectivas criadas pelo governo estimam que até 2021 o setor de biomassa para geração de eletricidade deve chegar há 1,8 GW.

O sistema de cogeração queima uma mistura de bagaço com palha, em caldeiras a fim de gerar vapor que movimentam turbinas, gerando eletricidade. Com a queima são liberados gases, entre eles o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Notando-se a importância e o impacto que o setor de bio eletricidade oriunda da biomassa de cana de açúcar tem para o desenvolvimento industrial e econômico do país. Sendo assim e de fundamental importância saber o quanto de CO<sub>2</sub> são emitidos. Estimasse que para cada MW de energia obtida através do sistema de cogeração são emitidos 0.268 toneladas de CO<sub>2</sub> [8].

## Metodologia

Para efetuarmos o calculo de equivalência das emissões de dióxido de carbono por MW de potência instalada utilizou-se como base a equação abaixo.

$$0,268 \text{ Ton CO}_2 \times \text{MWh} \times \text{tempo de operação}$$

Segundo Oliveira, 2007 [8]. Para ser gerado 1 MW de energia são emitidos cerca de 268 kg de dióxido de carbono. Isso porque de acordo com DEDINI, 2003 [9]. São levadas as caldeiras não apenas o bagaço mas também uma parte de palha. Existe também a umidade que sofre modificações de acordo com o armazenamento e as condições climáticas da região. De acordo com a tabela 1, a palha possui um poder calorífico superior ao bagaço.

Substância	Quantidade (kg / t cana)	Energia (kcal / t cana)
<b>Açúcares</b>	153	608.000
<b>Bagaço</b>	276	598.000
<b>Palha</b>	165	512.000
<b>Total</b>	594	1.718.000

Tabela 1 – Composição da tonelada de cana-de-açúcar.

Fonte: DEDINI, 2003

A eficiência nos sistemas de cogeração varia de 20% a 40%, levando em consideração uma eficiência de 30%. O cálculo leva em consideração o tempo de operação, sabendo-se que estas centrais operam ininterruptamente por 6 meses do um ano.

### Resultado e discussões

De acordo com os dados colhidos construiu-se a tabela 2, que apresenta a toneladas de carbono equivalente emitidas pelas usinas que possuem o sistema de cogeração. O estado de Mato Grosso do sul em suas 21 usinas sucroalcooleiras que possuem o sistema de cogeração gera aproximadamente 766,7 mil toneladas de dióxido de carbono anuais.

UTES	Potência em MWh	Ton. CO <sub>2</sub> Equivalentes
Angélica	96	111145,0
São Fernando Açúcar e Álcool	48	55572,5
Alcoolvale	4,2	4862,6
Monteverde	20	23155,2
Brasilândia	10	11577,6
Sidrolândia (Ex-Santa Olinda)	4,6	5325,7
Centro Oeste Iguatemi	4	4631,0
Energética Santa Helena	3,2	3704,8
Vicentina	2	2315,5
Unidade de Bioenergia Costa Rica	79,8	92421,7
Eldorado	25	28966,0
Santa Luzia I	80	92620,8
Coopernavi	12	13893,1
Usina Laguna Açúcar e Álcool	2,4	12040,7
Maracajú	10,4	11577,6
Passa Tempo	10	5372,0
Safi	4,6	104198,4
LDC Bioenergia Rio Brillhante	90	34732,8
Energética Vista Alegre	30	87989,8
Caarapó	76	57888,0
São Fernando Energia I	50	2778,6
<b>total</b>	<b>662,267</b>	<b>766769,4</b>

Tabela 2, relação entre a potência instalada e a geração de dióxido de carbono equivalente.

Porem esse valor é variável, uma vez que adotou-se para os cálculos uma mesma eficiência. O que de fato não ocorre, uma vez que cada indústria possui uma planta instalada, com suas características únicas (modelo de caldeira, e turbina).

### Conclusão

O estado possui um potencial energético altíssimo não explorado, uma vez que nem todas as suas usinas tem sistema de cogeração. Levando-se em consideração a planta das usinas como são centrais relativamente novas ainda, podem operar com alto potencial de aproveitamento por um longo período de tempo sem necessidade de mudanças. Com uma produção media de 3.73 MW de energia elétrica por tonelada de

dióxido de carbono. Este carbono liberado segundo outras referências, é totalmente sequestrado pelo próprio cultivo da cana. Logo pode-se dizer que os mesmos são mitigados durante o ciclo de cultivo, gerando um ciclo bioenergético auto sustentável em geração de eletricidade e consumo de dióxido de carbono pelas plantas [10,11].

A cogeração utilizando o bagaço de cana como matéria prima é sustentável não apenas pela mitigação de carbono, mas também como uma fonte inesgotável de energia. outro ponto a se observar é o fato de a colheita da cana no Brasil se dá nos meses de seca, quando o regime de chuvas é reduzido e os reservatórios de água das hidrelétricas estarem em níveis mais baixos, logo a cana se torna uma fonte estratégica para o fornecimento de eletricidade.

### Referencias bibliográficas

- [1]- IPCC, International Panel on Climate Change. **Guidelines for national greenhouse gas inventories, reference manual**, < <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl>>
- [2]- Soares, L H B., B. J. R Alves, S. Urquioga, R. M. Madley, **O etanol brasileiro e a mitigação na emissão de gases de efeito estufa**, *Revista Brasileira de Bioenergia*, Ano 3, No. 6, maio, 2009.
- [3]- TUDERA ,Mirko, **.Energy balance, bioelectricity and greenhouse gas emission in the ethanol production at mills of Mato Grosso do Sul Brazilian state**, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 19 (2013) 582–588.
- [4]- MCT, Ministério de Ciência e Tecnologia, **Convenção Sobre Mudança de Clima**, Disponível em <http://www.mct.gov.br/clima/quioto/signata.htm> acesso 31 Jan, 2004
- [5]- Revista Analize Energetica. **Anuario 2013**; São Paulo; Ed. Analise. p.48-83. 2013
- [6]- Macedo, I. C. et all **“Greenhouse gases emissions in the production and use of ethanol from sugarcane in Brazil: The 2005/2006 averages and a prediction for 2020”**. *Biomass and Bioenergy*, v. 32 (4), 2008.
- [7]- OLIVEIRA, J. G. (2007). **Perspectivas para a cogeração com bagaço de cana-de-açúcar: potencial de mercado de carbono para o setor sucro-alcooleiro paulista. Dissertação (Mestrado)** – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.
- [8]- OLIVEIRA, J. G. (2007). **Perspectivas para a cogeração com bagaço de cana-de-açúcar: potencial de mercado de carbono para o setor sucro-alcooleiro paulista. Dissertação (Mestrado)** – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.
- [9]- DEDINI (2006). **Grupo Dedini Agro – Institucional. A cana-de-açúcar e a agroenergia. Workshop de gestão de energia e resíduos na agroindústria: Tecnologias para eficiência**. USP: Pirassununga, 2006.
- [10]- Soares, L H B., B. J. R Alves, S. Urquioga, R. M. Madley, **O etanol brasileiro e a mitigação na emissão de gases de efeito estufa**, *Revista Brasileira de Bioenergia*, Ano 3, No. 6, maio, 2009.

[11]- BORGES, F.H. et al. (2005). **A evolução da preocupação ambiental e seus reflexos no ambiente dos negócios: uma abordagem histórica.** In: ENCONTRO NACIONAL DE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, 12., 2005, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas – EBAPE/FGV. 1 CD-ROM.