



## **AUTOSSUFICIÊNCIA ENERGÉTICA, CARBONO NEUTRO E A PRODUÇÃO DE COMBUSTÍVEL RENOVÁVEL LIMPO**

Vagner Roberto Ariedi Junior<sup>1</sup>; José Roberto Miranda<sup>2</sup>

### **RESUMO**

Este trabalho objetivou trazer um resumo do modelo de produção de energia a partir da combustão do bagaço da cana, autossuficiência energética, carbono neutro e a produção de combustível renovável limpo na Usina São Francisco. Foi utilizada ampla revisão bibliográfica e análise de material documental. Os resultados do modelo de cogeração de energia adotado foram positivos. As caldeiras produzem vapor, convertido nas energias térmica, mecânica e elétrica que atende às necessidades de energia elétrica da Usina. Em junho de 1987, a Usina São Francisco, pela primeira vez no Brasil, comercializou um pequeno excedente de energia elétrica junto à rede de distribuição local, inaugurando o fornecimento à população de energia oriunda do bagaço de cana. A expansão do modelo de cogeração para outras usinas poderia atenuar o risco de blecaute do fornecimento de energia elétrica na região Nordeste do Estado de São Paulo no período de estiagem, quando o nível dos reservatórios das hidrelétricas é baixo. Além dessa vantagem estratégica, o sistema de cogeração de energia elétrica a partir da combustão do bagaço da cana é neutro em emissão de gases do efeito estufa, em oposição à geração de energia em termelétricas movidas por combustíveis fósseis, altamente emissoras.

**Palavras-chave:** cogeração de energia; termoeletricidade; sustentabilidade.

### **SELF RELIANCE ENERGY, CARBON NEUTRAL AND FUEL PRODUCTION RENEWABLE CLEAN**

### **SUMMARY**

This work aimed to bring a summary of the production model of electricity from the combustion of bagasse, energy self-reliance, carbon neutral and clean renewable fuel production power plant in San Francisco. We used extensive literature review and analysis of documentary material. The results of the model adopted cogeneration were positive. The boilers produce steam, converted into thermal energy, mechanical and electrical that meets the energy needs of the plant. In June 1987, the Plant San Francisco for the first time in Brazil, marketed a small surplus of electricity by the local distribution network, inaugurating the supply to the population of energy from sugarcane bagasse. The expansion of the model to their cogeneration plants could mitigate the risk of blackout of electricity supply in the northeastern region of the state of São Paulo in the dry season, when the level of

<sup>1</sup>Mestre em Agroecologia e Desenvolvimento Rural, Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências Agrárias, Rodovia Anhanguera km 174, Caixa Postal 153, Araras, SP, Brasil, 13600-970, E-mail: [arieditjunior@yahoo.com.br](mailto:arieditjunior@yahoo.com.br); <sup>2</sup>Doutor em Ecologia, Pesquisador Científico, EMBRAPA Monitoramento por Satélite, Av. Soldado Passarinho, 303, Fazenda Chapadão, Campinas, SP, Brasil, 13070-115. E-mail: [jose-roberto.miranda@cnpm.embrapa.br](mailto:jose-roberto.miranda@cnpm.embrapa.br)

hydroelectric reservoirs is low. In addition to this strategic advantage, the cogeneration system of electrical energy from the combustion of bagasse is neutral emission of greenhouse gases, as opposed to power generation in fossil fuel fired power plants, highly stations.

**Key-words:** electricity co-generation; thermoelectricity; sustainability.

## INTRODUÇÃO

A indústria da cana sempre teve grande importância na economia e no processo histórico brasileiros. A cana-de-açúcar é, talvez, o único produto de origem agrícola destinado à alimentação que ao longo dos séculos foi alvo de disputas e conquistas, mobilizando homens e nações. O interesse mundial pelos agrocombustíveis, especialmente a partir de 2004, abriu para o Brasil importantes oportunidades e trouxe também grandes desafios. A partir do Relatório Científico do IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change ou Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas), publicado em 2008, segundo o qual o aquecimento global tem sólida base científica; torna-se, portanto essencial a tomada de medidas para se reduzir a emissão de gases de efeito estufa na atmosfera (CRUZ, 2010). O setor sucroalcooleiro é um dos mais tradicionais e relevantes na economia brasileira, seja em termos de emprego, produto ou qualquer outro indicador que se considere, como, por exemplo, sua contribuição para o setor externo. Os principais produtos do setor são o etanol, o açúcar e, recentemente, a cogeração de energia elétrica, cujo excedente é vendido. Além de ter um papel importante na formação econômica e até na consolidação da ocupação geográfica de algumas regiões do Brasil (TONETO JUNIOR, 2010; GOES et al. 2012). A queima do bagaço de cana gera o calor que a usina utiliza e com frequência cada vez maior, o bagaço tem sido matéria-prima para a geração de eletricidade e revendido à rede elétrica. A energia total, gerada a partir da cana no Brasil, atingiu, em 2007, 15,9% da energia produzida no País; o número faz da cana a segunda mais importante fonte de energia para o Brasil, depois do óleo e superando a hidroeletricidade (CRUZ, 2010). O fim da queima da palha da cana-de-açúcar em São Paulo está previsto para 2017. Com a assinatura do Protocolo Agroambiental em 2007, 3,8 milhões de hectares de cana deixaram de ser queimados. Maior produtor dessa cultura agrícola no Brasil, o Estado de São Paulo responde por 70% da cana no país. Os resultados do Protocolo também apontam para uma efetiva evolução na produção de biomassa no Estado de São Paulo. Das 100 usinas cogeneradoras de energia, 54 são de São Paulo. As unidades de produção que congregam, também, o processamento industrial, as chamadas agroindústrias (como é o caso do setor sucroalcooleiro), são correntemente causadoras de poluição atmosférica, pelo uso inadequado dos recursos energéticos e pela emissão de carbono, o que contribui, substancialmente, para um dos maiores problemas ambientais do momento, o aquecimento global. Por outro lado, também há iniciativas de produção agrícola em diferentes escalas, com alto desempenho socioambiental, nas quais os recursos naturais são conservados e até recuperados, as questões trabalhistas e sociais são consideradas, contribuindo, portanto, para a melhoria da qualidade de vida dos trabalhadores e das comunidades associadas (PINTO, 2008). Assim, torna-se necessário criar mecanismos que estimulem a produção responsável e comprometida com o conceito de Desenvolvimento Sustentável e com outros, que desestimulem a produção irresponsável e degradadora dos aspectos socioambientais. Além do contínuo avanço da ciência, da tecnologia, do

desenvolvimento e da aplicação de políticas públicas, deve haver um comprometimento, por parte dos proprietários, com a melhoria das condições socioambientais dentro e no entorno das unidades de produção agrícola e com instrumentos que estimulem e promovam a produção responsável, como é destacada a certificação socioambiental (PINTO, 2008). O bagaço da cana, resíduo da moagem, é transformado em energia. Isso representa 30% do potencial de cogeração. Hoje o estado é o maior produtor de biomassa do país. Além do bagaço, 32 milhões de toneladas de palha, que sobram da colheita mecanizada, são produzidos nos canaviais paulistas e via de regra permanecem no solo. A expansão do modelo de cogeração para outras usinas poderia atenuar o risco de blecaute do fornecimento de energia elétrica na região Nordeste do Estado de São Paulo, considerando-se que a safra da cana ocorre entre maio e novembro, período de estiagem, quando os níveis dos reservatórios das hidroelétricas é o mais baixo. A Usina São Francisco é considerada “autossuficiente” em produção de energia, a partir da combustão do bagaço da cana. Caldeiras de alta eficiência garantem a vapor, convertido nas energias térmicas, mecânica e elétrica. O vapor movimenta um turbogerador que atende às necessidades de energia elétrica da Usina. Em junho de 1987, a Usina foi pioneira no Brasil na comercialização de um pequeno excedente de energia elétrica junto à rede de distribuição local, inaugurando o fornecimento à população de energia oriunda da queima do bagaço de cana.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo localiza-se a 21°10'27”S e 48°07'01”W, na região nordeste do estado de São Paulo em um total de 7.868 hectares entre os municípios de Sertãozinho e Barrinha, e compreende o conjunto das fazendas, as parcelas, campos e áreas agrícolas 100% certificadas para produção orgânica, ambientes naturais preservados e restaurados associados pertencentes à Usina São Francisco. Para a realização deste estudo, foi utilizada ampla revisão bibliográfica, consulta a acervos científicos e técnicos especializados, observações *in loco* e incursões a campo. Os métodos utilizados foram análises de informações disponíveis de documentos, diagnósticos, relatórios, dados secundários de diversas fontes e material documental em formatos numéricos, geográficos, cartográficos, temporais e espaciais (ARIEDI JUNIOR, 2013).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Bioenergia Cogeneradora S/A, empresa do Grupo Balbo, desenvolveu com o apoio do PNUD (PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO) o Projeto Cana Verde MDL (MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO). Este projeto visou, em última instância, a emissão de CERs (CERTIFICADOS DE EMISSÕES REDUZIDAS), tendo como base duas unidades de cogeração de energia elétrica a partir de bagaço de cana-de-açúcar, localizadas nas Usinas Santo Antônio S/A e São Francisco S/A. O projeto do PNUD que tornou possível o apoio oferecido à Bioenergia surgiu do processo intergovernamental da CQMC (CONVENÇÃO-QUADRO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS), em uma proposta abrangente intitulada CBS/CDM (CAPACITY BUILDING SUPPORT FOR A CLEAN DEVELOPMENT MECHANISM), preparado conjuntamente pelo Secretariado da CQMC e diversas agências/programas das Nações Unidas, tais como PNUD, UNCTAD (UNITED

NATIONS CONFERENCES ON TRADE AND DEVELOPMENT) e UNIDO (UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION). Custeado pela UNF (UNITED NATIONS FOUNDATION), tem ainda o WBCSD (WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT), como seu parceiro implementador. A participação da Bioenergia no referido projeto do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento aconteceu no contexto da elaboração da "Componente Brasil", mediante a qual o PNUD visa obter a sensibilização e o engajamento do setor privado nas atividades de MDL. Dentro dessas premissas, foi selecionada a Bioenergia Cogeneradora S/A, que recebeu assistência técnica do PNUD no desenvolvimento do conjunto de procedimentos necessários para a criação de um projeto de MDL, em base comercial, a ser implantado em conformidade com os procedimentos definidos em nível nacional (COMISSÃO INTERMINISTERIAL DE MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA) e internacional (COMITÊ EXECUTIVO DO MDL). Para esse fim foi contratado pelo PNUD o consórcio técnico CCN (CLIMATE CHANGE NETWORK), o qual foi encarregado de elaborar o Projeto de MDL da Bioenergia. Mais de um quarto da energia usada no Brasil tem origem vegetal. O Balanço Energético Nacional de 2004 registra que de um uso total de 213 Mtep (milhões de toneladas equivalentes de petróleo), 58 Mtep eram de biomassa vegetal, distribuídos em partes mais ou menos iguais entre a lenha e a cana de açúcar. Na maioria dos países, esta forte dependência é um sinal de subdesenvolvimento, pois é a fonte de energia mais simples e antiga usada pelo homem, ainda hoje, de forma primitiva. No Brasil, porém, grande parte da biomassa energética é produzida comercialmente: a lenha, que transformada em carvão vegetal é usada na siderurgia e a cana-de-açúcar usada na produção de açúcar, álcool combustível e energia elétrica. As transformações da energia da biomassa em energia útil, no entanto, são feitas, técnica e economicamente, com eficiência muito abaixo do possível. O INEE (INSTITUTO NACIONAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA) estima que pelo menos 25 Mtep hoje desperdiçados, poderão ser transformados em energia útil a partir de um trabalho sistemático que envolve mais mudanças culturais do que avanços tecnológicos. Na verdade, as energias com esta origem nunca foram tratadas pelas autoridades como as fontes mais "nobres", tais como a hidráulica, petróleo, gás natural, carvão mineral e nuclear, para as quais existem políticas energéticas específicas. A Usina São Francisco é "autossuficiente" em produção de energia elétrica, a partir da combustão do bagaço da cana. Caldeiras de alta eficiência garantem a queima limpa dessa biomassa, sem emissão de enxofre. As caldeiras produzem vapor, convertido nas energias térmica, mecânica e elétrica. O vapor movimenta um turbogerador que atende às necessidades de energia elétrica da Usina. Em junho de 1987, a Usina São Francisco, pela primeira vez no Brasil, comercializou um pequeno excedente de energia elétrica junto à rede de distribuição local, inaugurando o fornecimento à população de energia oriunda do bagaço de cana. A partir da implantação da nova termoelétrica na Usina São Francisco, em 2010, a produção total eleva-se para 215 GWh, com excedente de 146 GWh. A expansão do modelo de cogeração para outras usinas poderia atenuar o risco de blecaute do fornecimento de energia elétrica na região Nordeste do Estado de São Paulo. A safra de cana-de-açúcar ocorre entre maio e novembro, período de estiagem, quando o nível dos reservatórios das hidrelétricas é baixo. Além dessa vantagem estratégica, o sistema de cogeração de energia elétrica a partir da combustão do bagaço da cana (combustível oriundo da biomassa) é neutro em emissão de gases do efeito estufa, em oposição à geração de energia em termelétricas movidas por combustíveis

fósseis, altamente emissoras. O projeto de cogeração do Grupo Balbo, analisado e aprovado no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo do Protocolo de Kyoto, já propiciou a comercialização de créditos de carbono referentes a 111 mil toneladas volume de emissões evitadas entre 2002 e 2007”. Entre maio de 2006 e abril de 2007, a Native realizou o inventário das emissões de gases de efeito estufa (GEE) do canavial orgânico da Usina São Francisco. Baseada no GHG Protocol (Greenhouse Gas Protocol) modelo internacional de quantificação das emissões. A avaliação considerou desde a produção agrícola de cana e o consumo de insumos, até a fase industrial da produção do açúcar e do álcool na usina. Como parte desses produtos se destina ao mercado externo, também foram consideradas as demandas de energia envolvidas no transporte até o porto de destino (EUA, União Europeia e Japão). De acordo com os resultados obtidos através de inventário realizado por Seabra & Carvalho Macedo (2007), os valores verificados para a Usina São Francisco foram menores que os valores médios de emissão do setor, por causa dos métodos orgânicos de produção. Quando comparados à produção realizada na Europa ou Japão, a partir da beterraba, ou dos EUA, a partir do milho e da beterraba, as vantagens são ainda maiores. Isso ocorre porque se trata de métodos produtivos que utilizam energia proveniente da queima de combustíveis fósseis, enquanto, na Usina São Francisco, a energia provém da queima do bagaço da cana. O inventário constitui uma importante ferramenta para subsidiar as ações na busca da redução das emissões de GEE e, assim, de acordo com estas atividades, tornou a empresa carbono neutro. O objetivo e escopo deste trabalho foi levantar o inventário de carbono (emissões de gases de efeito estufa - GEE) associado à produção do açúcar e álcool orgânicos, considerando as condições de produção da Usina São Francisco na safra 2006/2007. Nesta avaliação foi considerada somente a produção relacionada com a cana cultivada pela usina (50% da moagem total), amostra para a qual se dispunha da maior quantidade e qualidade de informações (confiabilidade e rastreabilidade dos dados). Por estar fortemente relacionado com a emissão de GEE, o balanço de energia envolvido no ciclo também foi avaliado para facilitar os cálculos das emissões. A avaliação foi baseada numa análise do “berço-ao-portão da fábrica”, considerando desde a agricultura da cana e produção de insumos, até a fase industrial da produção do açúcar e do álcool na usina. Como parte destes produtos é destinada ao mercado externo, para estes casos também foram consideradas as demandas de energia envolvidas no transporte até o porto de destino (EUA, UE e Japão). Além do cômputo das emissões associadas à produção, também foram avaliadas as possíveis emissões evitadas devido ao uso dos produtos da cana: o álcool em substituição à gasolina no Brasil e o açúcar em comparação com o açúcar produzido a partir de beterraba na Europa. Ambos os produtos ainda contam com créditos de carbono advindos da comercialização da energia elétrica produzida a partir do bagaço. O monitoramento da emissão atmosférica é realizado anualmente por empresa terceirizada, cujo laudo é encaminhado para fiscalização da CETESB. Os resultados estão de acordo com as exigências da legislação vigente. A Usina São Francisco realizou recentemente a substituição de duas caldeiras de baixa pressão por caldeiras de alta pressão, possibilitando uma queima mais limpa sem emissão de enxofre. A combustão do bagaço originado do processamento da cana-de-açúcar torna a Usina São Francisco “autossuficiente” na produção de energia, com o excedente sendo comercializado para a rede estadual de energia elétrica, através da cogeração de energia. A Usina São Francisco também produz álcool combustível, uma fonte limpa e renovável que, atualmente, representa a única alternativa mundial viável ao uso de combustíveis

fósseis por veículos automotivos. O álcool deriva tanto do caldo proveniente da moagem quanto do melaço resultante da produção de açúcar. Essas substâncias são submetidas a um processo de fermentação biológica, cujo produto final consiste no mosto fermentado. Retira-se a levedura ou fermento biológico do mosto por meio de centrifugas, obtendo-se o vinho. Em sua maior parte, a levedura resultante retorna ao processo de fermentação. Uma pequena parte é retirada do processo, submetida a secagem e comercializada como suplemento proteico de alta qualidade para ração animal. A vinho é encaminhado para os aparelhos de destilação, onde se obtém o álcool hidratado.

## CONCLUSÕES

O bagaço da cana, resíduo da moagem, é transformado em energia. Isso representa 30% do potencial de cogeração. O estado de São Paulo é o maior produtor de biomassa do país. A expansão do modelo de cogeração para outras usinas poderia atenuar o risco de blecaute do fornecimento de energia elétrica na região Nordeste do Estado de São Paulo, considerando-se que a safra da cana ocorre entre maio e novembro, período de estiagem, quando os níveis dos reservatórios das hidroelétricas é o mais baixo. Além dessa vantagem estratégica, o sistema de cogeração de energia elétrica a partir da combustão oriunda da biomassa é neutro em emissão de gases do efeito estufa, em oposição à geração de energia em termelétricas movidas por combustíveis fósseis, altamente emissoras.

## LITERATURA CITADA

ARIEDI JUNIOR, V.R. **Avaliação da sustentabilidade de um sistema de produção de cana-de-açúcar orgânica**. 2013. Dissertação (Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural). Centro de Ciências Agrárias, Universidade de Federal de São Carlos.

CRUZ, C.H. DE BRITO. Bioenergia da cana-de-açúcar no Brasil: sustentabilidade, redução de emissões e segurança energética. In: CORTEZ, L.A.B. [Coord.]. **Bioetanol de cana-de-açúcar: P&D para produtividade e sustentabilidade**. São Paulo, SP: Blucher. 2010. p. XXVIII-XXIX.

GOES, T.H.M.; PONA, J.A.G.; GIMENES, R.M.T.; SHIKIDA, P.F.A.; PIACENTI, C.A. **Responsabilidade social empresarial na agroindústria canavieira paranaense**. Revista de política agrícola. Brasília, DF: Secretaria Nacional de Política Agrícola, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. n. 2, abr./maio/jun. 2012, p. 72-87.

PINTO, L.F.G. Prefácio. In: ALVES, F.; FERRAZ, J.M.G.; PINTO, L.F.G.; SZMRECSÁNYI, T. (Orgs.). **Certificação socioambiental para a agricultura: desafios para o setor sucroalcooleiro**. Piracicaba, SP: Imaflora; São Carlos: EdUFSCar, 2008. p. 7-10.

SEABRA, J.E.A.; DE CARVALHO MACEDO, I. **Balanco de energia e emissões de GEE na produção do açúcar e álcool orgânicos na Usina São Francisco. Inventário de emissão de CO<sup>2</sup>**. Disponível em:

<<http://www.nativealimentos.com.br/pt-br/sustentabilidade/emissoesatmosfericas.html>>. Consultado em dezembro de 2012.

TONETO JUNIOR, R. Prefácio. In: GENEVIEVE, O. **Açúcar Ético (Sucre Ethique). Terceiro Seminário Científico Brasileiro Açúcar Ético: direitos sociais, direitos ambientais e manejo responsável no setor sucroalcooleiro brasileiro**. São Paulo, SP. 2010. p. 29-33.