

Eixo Temático: Inovação e Sustentabilidade

**BIOELETRICIDADE: UMA ALTERNATIVA DE COMPLEMENTARIDADE DA
MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA
(BAGAÇO E PALHA DA CANA-DE-AÇÚCAR)**

**BIOELECTRICITY: AN ALTERNATIVE BRAZILIAN ENERGY MATRIX
COMPLEMENTARITY
(BAGASSE AND STRAW CANE SUGAR)**

Marco Aurelio Denis Zazyki, Vinicius Pacheco De Almeida e Lucas Ramos Dos Santos

RESUMO

Este artigo tem o objetivo de analisar do potencial energético do Brasil frente a um objetivo de tornar cada vez mais limpa sua matriz energética. O país que provem de sua produção energética em sua maior parte das hidroelétricas, depende das forças sancionais da natureza. Ou seja, nos períodos de estiagem os níveis diminuem e se faz necessário a utilização das usinas termoeletricas. De dentro das usinas sucroalcooleiras acendeu uma nova fonte em potencial, a queima dos rejeitos da produção da cana como fonte de energia renovável e limpa.

Palavras-chave: Bioeletricidade, bagaço e palha da cana-de-açúcar, complementaridade.

ABSTRACT

This article has the objective to analyze Brazil's energetic potential vis-a-vis the goal of turning your energetic matrix gradually cleaner. The country, which extracts its energetic production from hydropower plants, depends on the seasonal forces of nature. That is, during drought periods these levels decrease, and so it is necessary to use thermoelectric plants. From inside the sugarcane mills has risen a new source in potential, the burning of sugarcane production waste as a source of clean and renewable energy.

Keywords: Bioelectricity, bagasse and straw cane sugar, complementarity.

INTRODUÇÃO

Com o aquecimento global as variações climáticas são cada vez mais frequentes e abruptas. O Brasil vem passando por longos períodos de estiagem fazendo com que os reservatórios hídricos diminuam. Há todo um esforço da sociedade em economizar água, essa escassez que hoje atinge as metrópoles esta afetando não só a distribuição hídrica, mas também o setor energético. Como o sistema nacional elétrico brasileiro se baseia nas hidroelétricas, o fator determinante do potencial de geração de energia são as chuvas.

O entendimento global dessa nova perspectiva e anseio da sociedade mundial, como um todo, é claro e palpável para qualquer um é só observar como o debate ambiental e das novas energias entrou nos jornais e na economia. Martin Wolf colunista do Financial Times, renomada revistas de finanças, citou:

"A economia neoclássica analisava o crescimento econômico em capital, mão de obra e progresso técnico. Mas hoje creio que seria mais esclarecedor conceber os principais propulsores da economia como energia e ideias. Instituições e incentivos dão a estrutura básica por meio da qual o desenvolvimento e a aplicação de conhecimento útil transforma a luz solar fossilizada da qual dependemos na corrente de bens e serviços que apreciamos". (Wolf, 2007)

Logo o Brasil seguindo o aumento da pressão mundial pelas questões ambientais, além dos debates de desmatamento e abusos na liberação de gases causadores de efeito estufa, no qual os países fossem diminuindo a sua produção e levasse a uma recessão para conseguir diminuir as taxas de emissão de gases, fez com que houvesse um esforço na comunidade científica como nunca houvera, fazendo que começassem a utilizar matrizes energéticas renováveis para ser uma alternativa para o petróleo, como biomassa, solar, eólica e a hidroelétrica.

O país se destaca perante os outros países por ter 47% de toda sua matriz energética de fonte renovável e 80% de sua geração de eletricidade provém das usinas elétricas (ANEEL, 2014). É um dos países pioneiros na utilização de fontes de energia renováveis¹, sistema elétrico com as hidroelétricas, e se destacando no desenvolvimento de bioenergia a base de cana-de-açúcar, e com a produção do etanol e de energia através da queima dos resíduos da produção sucroalcooleira. Também sendo estratégico para uma alternativa limpa para a utilização das termoelétricas em períodos de estiagem, como por exemplo, a queima da palha e do bagaço da cana. Esta bioenergia tem imenso potencial gerador de energia, pois o Brasil tem de forma consolidada o cultivo da cana.

Porem existe uma questão nesse modelo sustentável de produção de energia, com a falta de água os reservatórios diminuem seu potencial, e com longos períodos de estiagem os níveis chegam a níveis críticos. Mas a solução da bioenergia também é exposto as intemperes da sazonalidade das chuvas, podendo levar a quebras de safra, logo, a geração de energia a partir do bagaço e da palha seria prejudicada.

Esse trabalho faz o esforço de apresentar uma alternativa viável e limpa para uma diversificação da matriz energética brasileira, com o intuito de estimular a novos investimentos no setor, para uma produção energética sustentável.

¹ Artigo, "O Brasil e as Fontes Renováveis de Energia", do Ministério de Minas e Energia.

1. BIOMASSA

Na história brasileira, desde os tempos do Brasil colônia, a cana-de-açúcar sempre teve um papel importante na economia, a base exportadora foi o açúcar até meados de 1700, tendo sido o seu cultivo a primeira atividade economicamente organizada. Ao longo do tempo, o açúcar deixou de ser o principal produto de exportação, pois os Holandeses começaram a produzir açúcar na América Central, o que pressionou a uma queda dos preços, mas continuou sendo uma dos cultivos de grande importância para a exportação. Celso Furtado ressalta a importância e a força da cana-de-açúcar para a economia brasileira:

“a economia açucareira do Nordeste brasileiro, com efeito, resistiu mais de três séculos às mais prolongadas depressões, logrando recuperar-se sempre que o permitiam as condições do mercado externo, sem sofrer nenhuma modificação estrutural significativa.”
(FURTADO, 1975)

Essa forte ligação que o Brasil tem com o cultivo da cana-de-açúcar fez com que pudesse aperfeiçoar o plantio. Com uma produção elevada e ao longo da história com as melhorias técnicas o país pode investir para aproveitar este insumo além da exportação de açúcar. Com a crise do petróleo na década de 70, fez com que o preço do combustível fóssil se elevasse no mundo inteiro, e assim implicou no aumento dos custos marginais de produção, isto viabilizou a utilização de alternativas tecnológicas para produção de energia uma vez que o preço da energia subiu, assim foi possível investir em novas tecnologias para fontes de energia alternativa com custos marginais de produção mais altos aparecem no cenário. (PIMENTEL, 2011)

Assim nascendo o programa Proalcool de estímulo ao aumento da produção agrícola da cana e investimento nas melhorias tecnológicas para o combustível renovável etanol. Tal, combustível foi incorporado e bem utilizado no país. Tais fatores fizeram com que houvesse uma substituição de cultivo de muito agricultores, e conseqüentemente um aumento na produção. (FERREIRA, 2000).

O Brasil se destaca perante os outros países por ter 47% de sua matriz energética, em todos os usos energéticos, a partir de fontes de energia renováveis², por ser privilegiado com uma imensa bacia hidrográfica para geração de eletricidade com as hidroelétricas e com o etanol de cana.

A utilização de fontes de energia complementares, e que ao mesmo tempo contribuam para a manutenção do perfil limpo da matriz elétrica brasileira é uma alternativa essencial para o futuro energético brasileiro. A cana-de-açúcar como “combustível” para gerar bioeletricidade tem o destaque de sua competitividade em termos de custos, maturidade da indústria sucroenergética, livre de emissão de carbono e complementariedade sazonal com relação ao período de chuvas.

O Brasil tem grande potencial energético a partir da palha e do bagaço da cana, devido ao cultivo já histórico e facilitado pela localização global do país, com os grandes latifúndios e com clima propício para o cultivo. A cana sempre teve seu papel na economia brasileira, o que levou no melhoramento das técnicas de plantio.

² Artigo, “O Brasil e as Fontes Renováveis de Energia”, do Ministério de Minas e Energia.

O setor sucroalcooleiro gera uma grande quantidade de resíduos, que pode ser aproveitada na geração de eletricidade. Com o beneficiamento da cana são realizados em grandes e contínuas extensões, e o aproveitamento de resíduos o bagaço e a palha de cana-de-açúcar podem ser usados em dois processos, a hidrólise para produção de etanol e a queima em uma caldeira para a produção de termoeletricidade através de um gerador, e o vinhoto serve como adubo orgânico, sendo facilitado pela centralização dos processos de produção

Nas usinas sucroalcooleira cerca de 28% da cana é de resíduo de bagaço. Em termos energéticos, o bagaço equivale a 49,5%, o etanol a 43,2% e o vinhoto a 7,3%. Porém, o bagaço ainda é pouco utilizado nas usinas, sendo em sua maior parte incinerado na produção de vapor de baixa pressão (20 kgf/cm²). Esse vapor é utilizado em turbinas de contrapressão nos equipamentos de extração (63%) e na geração de eletricidade (37%). A maior parte do vapor de baixa pressão (2,5 kgf/cm²) que deixa as turbinas é utilizada no aquecimento do caldo (24%) e nos aparelhos de destilação (61%); o restante (15%) não é aproveitado. (ANEEL, 2008)

A importância da bioeletricidade derivada da cana-de-açúcar para a manutenção das principais características da matriz elétrica, possibilitando garantir com efeito diversificação da matriz: a segurança do suprimento, a competitividade da economia nacional, e a sustentabilidade ambiental.

No início a baixa eficiência da tecnologia utilizada foi pelo fato de que os produtores não tinham o intuito de gerar energia para fins comerciais, e sim, para queimar o resíduo da produção, pois a estocagem era trabalhosa e a venda do bagaço tinha pouco valor de mercado. O que de primeiro momento fazia com que o produtor não tivesse o estímulo para investir na melhoria da geração de energia. (DANTAS, 2008 apud DE SOUZA, 2010 p.145)

Segundo o relatório da UNICA (2010)³ o ciclo da produção da energia nessa matriz é muito centralizado, onde as fazendas que cultivam a cana-de-açúcar tem ao lado uma refinaria para produção de açúcar e etanol, e dentro dela uma caldeira no qual é possível queimar a palha e o bagaço para a produção de energia elétrica, antes isso era feito somente para queima sem utilidade ou para geração de energia para consumo próprio.

Com as melhorias das técnicas e das tecnologias, a produção de energia começa a criar um excedente seria possível repassar para o sistema interligado nacional. Essa proximidade entre a produção da matéria-prima e a usina transformadora é o que torna a bioeletricidade uma fonte energética auxiliar regional.

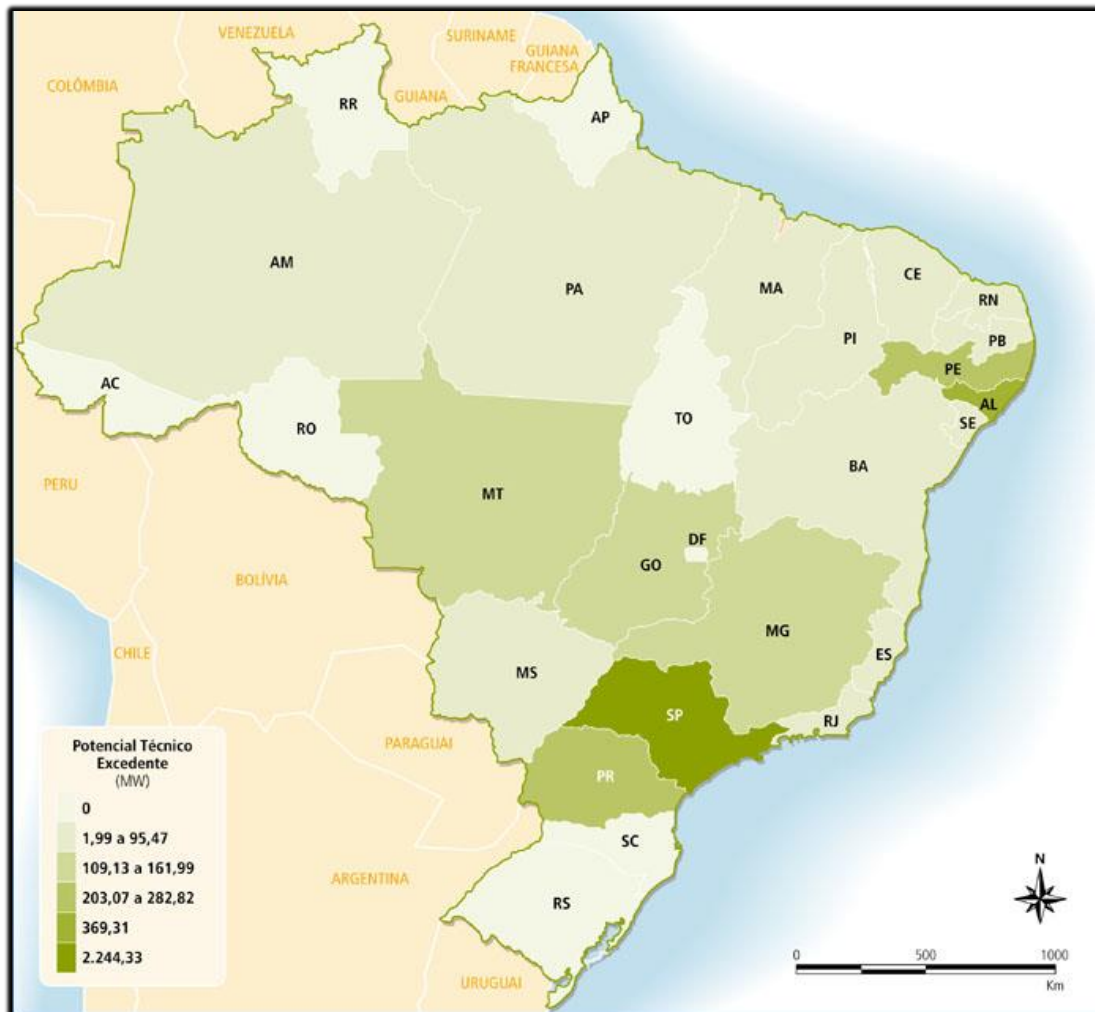
O cultivo da cana esta localizada nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e litoral nordestino, próxima às regiões com maior demanda energética. A proximidade da oferta e demanda de energia reduz a necessidade de expansão da transmissão, o que é um benefício ambiental, reduzindo as perdas no sistema de transmissão, e também econômicas, reduzindo a necessidade de investimentos para expansão do sistema de transmissão. Podendo a energia ser distribuída de forma direta pela rede de distribuição, sem necessidade de reforços da rede básica, em altíssima tensão.

A Figura (1) mostra o potencial de aproveitamento desses resíduos e as perspectivas de geração no setor sucroalcooleiro, segundo cada Estado da Federação.

No qual pode-se observar melhor à distribuição dos estados e o potencial de geração de excedente de energia elétrica no setor sucroalcooleiro. Tendo em vista que as refinarias que começaram a utilizar o bagaço e a palha para a produção de energia para consumo próprio, logo, os estados com grande potencial de excedente de energia, somente reafirmam a concentração da produção e privilegiando os próprios com esse excedente e assim consumindo essa energia. (CASTRO, 2008)

³ DE SOUZA, Eduardo L. Leão; e MACEDO, Isaias de Carvalho. Etanol e bioeletricidade: cana-de-açúcar no futuro da matriz energética. UNICA. São Paulo: Editora Luc, 2010.

Figura 1: Potencial de geração de excedente de energia elétrica no setor sucroalcooleiro



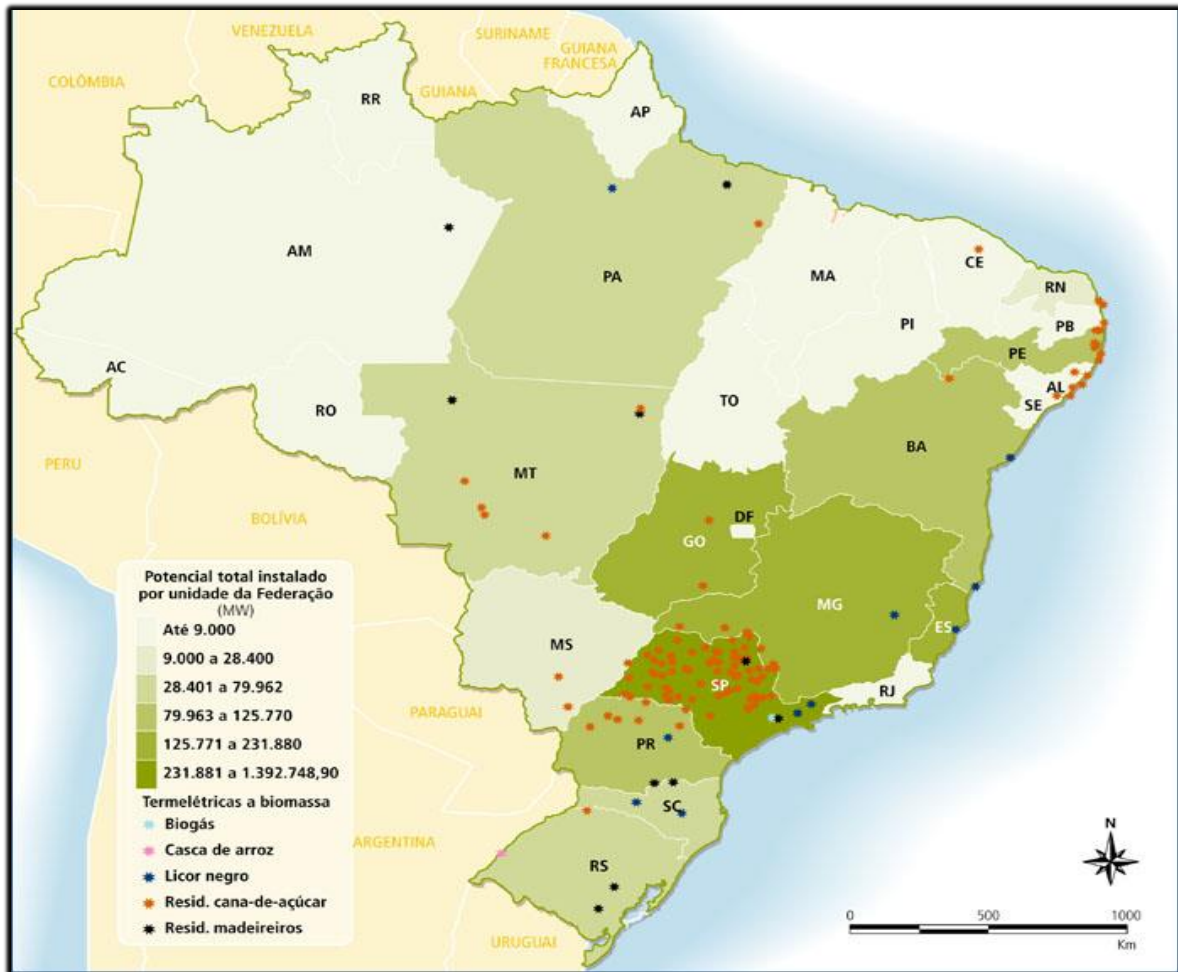
Fonte: CENBIO⁴

E na figura (3) podemos ver como são distribuídos às usinas termoelétricas a base de biomassa, que se aglomeram no norte de São Paulo, Alagoas e Pernambuco, as regiões onde se encontram os latifúndios voltados para o plantio da cana-de-açúcar. E como visto no gráfico a cima justifica o potencial para gerar excedentes de bioenergia estão nesses estados.

A maior densidade nesses dois estados poderia ser utilizada pelo poder público e privado para concentrar seus esforços nas melhorias das usinas e das técnicas de colheita da cana-de-açúcar, para que assim potencializasse a produção energética nas usinas sucroalcooleiras, ao ponto que sua produção transbordassem para fora das usinas e fossem vendidas para as redes de distribuição. Dessa forma as cidades que sediassem essas usinas seriam beneficiadas com energia limpa e renovável, nos momentos de estiagem não seria necessário a utilização das termoelétricas de queima de combustível fóssil; com maior nível de poluentes e mais caras.

⁴ Centro Nacional de Referência em biomassa (CENBIO). Panorama do potencial de biomassa no Brasil. Brasília; Dupligráfica, 2003. 80p. Disponível via internet em: http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/biomassa/5_2.htm

Figura 2: Potencial termelétricas a biomassa por unidade da Federação (MW)



Fonte: ANEEL⁵

Segundo Castro (2010), a atual tecnologia usada em vários projetos *greenfield* é a tecnologia de extração-condensação, que permite gerar excedentes de energia elétrica a baixos custos. Essa tecnologia tem a capacidade de produzir até 96 kWh por tonelada de cana processada, em média, 80 kWh podem ser exportados. Esses resultados têm como base apenas a utilização total do bagaço de cana; ao se introduzir o uso da palha não queimada no campo é possível gerar até 200 kWh por tonelada de cana processada. Com o custo de investimento nessa tecnologia é estimado em cerca de R\$ 3 mil por kW instalado.

A Tabela (1) apresenta dados relativos ao potencial de geração de bioeletricidade no curto, médio e longo prazo, se todas as usinas adotassem a melhor tecnologia. Tal informação foi mensurada e estimada pela ÚNICA, para estímulo ao apoio público e privado a estudos e investimentos dessa fonte energética renovável, que ainda tem um ponto a mais de vantagem por utilizar um resíduo industrial que seria descartado, ganhando potencial energético e monetário.

⁵ AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. Banco de Informações de Geração - BIG. 2003. Disponível em: www.aneel.gov.br/15.htm

Figura 3: Tabela de potencial teórico de produção energética (bagaço mais palha)

Safr	Potencial Teórico (bagaço + palha)			% Mercado/Teórico (MW)
	MW	MW médio	MWh/ano	
2010/11	13.419	6.710	58.776.000	58%
2015/16	27.089	13.545	118.650.000	64%
2020/21	37.336	18.668	163.533.600	82%

FONTE: UNICA

O potencial teórico para a geração de eletricidade a partir do bagaço e da palha de cana é capaz de gerar três vezes a mais o seu potencial médio de MWh entre as safras 2010 /2011 e 2020 /2021, partindo de 6.710 MWh para 18.668 MWh. Sendo um crescimento, da energia gerado no ano inteiro, entre os mesmos respectivos anos, de 278% de MWh /ano.

O consumo total de uma cidade como São Paulo no ano de 2013 foi de 28.435.472,874 MWh⁶ e o potencial teórico dos resíduos da cana foi de 58.776.000 MWh, isso equivale a aproximados 206% do consumo da maior cidade do país. Se comparar o mesmo consumo de 2011 com o potencial da safra 2020/21, 163.533.600 KWh, a energia gerada supriria a quase seis cidades de São Paulo, uma produção energética de 575% ao consumo paulista.

Figura 4: Tabela do potencial de mercado para geração de energia a partir do bagaço mais palha

Safr	Potencial Mercado (bagaço + palha)			Matriz elétrica Brasil (em MW médio)	Participação MW me Brasil (%) - Potencial Mercado
	MW	MW médio	MWh/ano		
2010/11	7.811	3.906	34.212.445	54.685	7%
2015/16	17.220	8.610	75.424.894	66.343	13%
2020/21	30.574	15.287	133.914.449	83.342	18%

FONTE: UNICA

O potencial de mercado para a energia gerada a partir do resíduo da cana é considerável, com potencial de crescer o MWh /ano, entre 2010 /2011 e 2020 /2021, cerca de 391%. Sendo que em 2020 a bioenergia ocupará 18% do potencial de mercado da matriz elétrica brasileira.

Além disso, o período de colheita da cana-de-açúcar coincide com o de estiagem das principais bacias hidrográficas do parque hidrelétrico brasileiro, tornando a opção ainda mais vantajosa.

Sabe-se que mais de 80% da matriz energética brasileira, para geração de eletricidade é baseado em usinas hidroelétricas. Em termos de geração efetiva, em torno de 90% da oferta brasileira de energia elétrica provém das usinas hidroelétricas (ANEEL, 2014).

⁶ Dados fornecidos pela Secretaria de Energia do estado de São Paulo. Disponível via internet no sitio: <http://www.energia.sp.gov.br/portal.php/mapa?municipio=50308&ano=2011>

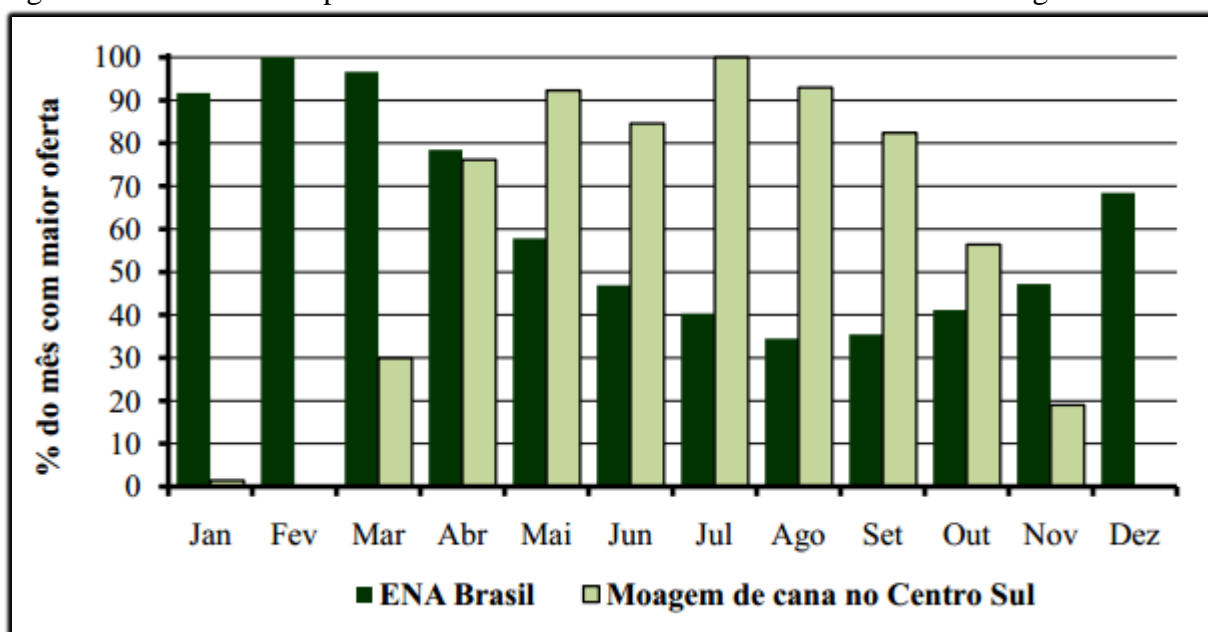
Porem o potencial das hidroelétricas para o futuro não é muito promissor, o Brasil tem uma das maiores bacias hidrográficas do mundo, sendo até possível alargar grandes áreas, mas devido aos pequenos desníveis, mesmo reservatórios com grande área inundada resultam em armazenamento de energia modesto. (CASTRO, 2010. p. 5)

Porém, existem as restrições de ordem ambiental. O caráter mais rígido da legislação ambiental a partir da Constituição de 1988 e a postura das autoridades ambientais dificultam a construção de novos reservatórios e até mesmo a expansão da capacidade de geração hidroelétrica.

Dessa forma a bioeletricidade é uma alternativa para assegurar o sistema de geração de energia pelo efeito de diversificação da matriz. O efeito diversificação é favorável para que o suprimento energético não fique preso somente a uma matriz. E a bioeletricidade sucroalcooleira é uma grande opção para garantir tal efeito.

E assim, podemos ver no gráfico (1) como a energia gerada durante todos os meses do ano pelo setor sucroenergético complementa o setor hidroeletricidade.

Figura 5: Gráfico de complementaridade da hidroeletricidade e o setor sucroenergético



Fonte: CASTRO, 2010⁷

A safra de abril a outubro teria a função de complementar a diminuição dos níveis de reserva de água nas hidroelétricas. Segundo a ONS ao gerar mil MW de bioeletricidade e distribuído no sistema interligado nacional no período de escassez de chuvas teria uma economia de 4% dos reservatórios das duas regiões.

No entanto, em um sistema hídrico com capacidade de água declinante, devido às épocas de seca, que são cada vez mais duradouras, esta a necessidade cada vez maior de uma geração complementar, e as termoelétricas não são a melhor opção. No qual se mostram com maiores despesas para o sistema do que as usinas térmicas de bioeletricidade sucroenergética que funcionam de forma inflexível, sem custos variáveis.

⁷ Complementaridade da Hidroeletricidade com o Setor Sucroenergético (em %)

Fontes: Site do ONS (www.ons.org.br) e UNICA. Dados elaborados a partir do histórico da operação em 2008 (ENA) e pela moagem de cana da safra 2007/2008 no Centro Sul.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Frente aos esforços mundiais para o rumo de uma matriz energética limpa e renovável o Brasil vem se destacando para além da produção de biocombustível, como o etanol produzido da cana-de-açúcar; e da geração elétrica advinda das usinas hidroelétricas. A utilização do rejeito das usinas sucroalcooleiras, o bagaço e a palha da cana vêm se demonstrando um ótimo combustível para suprir as próprias usinas como as melhorias das técnicas de colheita e da queima do biocombustor podem transbordar para além das usinas e distribuindo esse excedente energético para a população das cidades.

O potencial da utilização da bioeletricidade é maior nos períodos de estiagem onde os níveis das represas geradoras de energia estão mais baixa, e comumente é utilizado a alternativa das termoelétricas de queima de carvão e óleo fóssil, mais caras e poluidoras. Pois nesse período é feita a colheita da cana-de-açúcar, ou seja, o momento no qual as usinas sucroalcooleiras estão maximizando sua utilidade produtiva.

Porem, todo potencial demonstrado ao longo do trabalho seria prejudicado pelos longos períodos de estiagem. Com a diminuição anual de 20% dos níveis das chuvas, além de diminuir 20% dos níveis das represas geradoras de energia, esse impacto com a falta de chuvas pode ser pior na safra da cana-de-açúcar.

Pois ao afetar o cultivo da cana o potencial gerador de bioenergia também será afetado, logo, quando de fato for na época da estiagem o efeito de complementariedade será prejudicado.

De tal forma o Brasil optará pela termoelétrica a base de energia não renovável, sujando a sua matriz e encarecendo a eletricidade. O que afeta diretamente os preços de produção de bens e consumo da população. Sendo um externalidade negativa para a população que deixa de ter uma matriz limpa para ter uma mais cara e suja, que afetará todos os preços do mercado.

REFERÊNCIAS

ANEEL. **Agência Nacional de Energia Elétrica. Atlas de energia elétrica do Brasil.** Ed. Brasília. 2008. Disponível via internet:
http://www.aneel.gov.br/visualizar_texto.cfm?idtxt=1689

ANEEL. **Agência Nacional de Energia Elétrica.** Sitio: www.aneel.gov.br. Visto em 10 de novembro de 2014

CASTRO, Nivalde José; DANTAS, Guilherme de A.; BRANDÃO, Roberto; LEITE, André Luiz da Silva. **Bioeletricidade e a Indústria de Alcool e Açúcar: possibilidades e limites.** Synergia. Rio de Janeiro, 2008.

CASTRO, Nivaldo J. **Importância e perspectivas da bioeletricidade sucroenergética na matriz elétrica brasileira.** 2010. Disponível na internet via:
http://www.sindalcool.com.br/download/CD/Estudos_Etanol/_IMPORT%C3%82NCIA%20E%20PERSPECTIVAS%20DA%20BIOELETRICIDADE.pdf . Capturado em 15 de novembro de 2014.

CENBIO, Centro Nacional de Referência em biomassa. **Panorama do potencial de biomassa no Brasil**. Brasília; Dupligráfica, 2003. 80p. Disponível via internet em: http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/biomassa/5_2.htm

CERPCH. **Centro Nacional de Referência em Pequenas Centrais Hidrelétricas. Biomassa**. Disponível na internet via: <http://www.cerpch.unifei.edu.br/biomassa.php>. Capturado em 15 de agosto de 2014.

DANTAS, Guilherme de A. **O Impacto dos Créditos de Carbono na Rentabilidade da Cogeração Sucroalcooleira Brasileira**. Dissertação de Mestrado. ISEG/Universidade Técnica de Lisboa, 2008.

DE SOUZA, Eduardo L. Leão; e MACEDO, Isaias de Carvalho. **Etanol e bioeletricidade: cana-de-açúcar no futuro da matriz energética**. UNICA. São Paulo: Editora Luc, 2010.

FERREIRA, Eneas Rente, & DGG RUAS. **As políticas da agroindústria canavieira e o Proálcool no Brasil**. Marília (SP): UNESP-Marília Publicações, 2000.

HELDER QUEIROZ PINTO JUNIOR. **Economia de Energia: Fundamentos Econômicos, Evolução Histórica e Organização Industrial**. Editor: Campus/ Eslevier

NOVACANA. Sitio visto em 25 de outubro 2014. <http://www.novacana.com/etanol/anidro-hidratado-diferencas/>

UNICA. **União da indústria de cana-de-açúcar**. Sitio visto em 25 de outubro 2014. <http://www.unica.com.br/imprensa/17830428920328781316/safra-2013-por-cento2F2014-tem-oferta-recorde-de-etanol-no-centro-sul-por-cento2C-desempenho-com-pouca-possibilidade-de-se-repetir-no-futuro/>

WOLF, Martin. **"Uso da energia requer controle"**. *Folha de São Paulo*, 17 de Novembro. Sitio visto em 25 de outubro 2014, <http://www1.folha.uol.com.br/fsp/dinheiro/fi1711200704.htm>