



Cogeração com bagaço de cana-de-açúcar: aspectos da sustentabilidade no Mato Grosso do Sul

Artigo completo

José Aparecido Moura Aranha (Administrador e Contador, Professor Assistente do Curso de Administração da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - Câmpus de Nova Andradina - CPNA). jaranha@terra.com.br

Alexandre Menezes Dias (Doutor em Zootecnia, Professor Adjunto no Curso de Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul-UFMS). alexandre.menezes@ufms.br

Edrilene Barbosa Lima Justi (Administradora, Professora Assistente do Curso de Administração da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - Câmpus de Nova Andradina - CPNA). edrilene@gmail.com

Jamson Justi (Engenheiro Mecatrônico, Professor Substituto do Curso de Engenharia da Computação FACOM da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul). jamsonjusti@yahoo.com.br

Resumo

A pesquisa tem por objetivo avaliar a eficiência com sustentabilidade da cogeração do bagaço de cana no Mato Grosso do Sul. O setor de biocombustíveis é apontado como não sustentável ambientalmente e socialmente tendo em conta a prática da monocultura e práticas de queimadas da palha da cana na época da colheita bem como pelas condições degradantes a que são submetidas à mão de obra constituída pelos cortadores, que geralmente são indivíduos de baixo nível de escolaridade, sem qualificação e migrantes que se deslocam das suas regiões nas épocas de colheita em busca de renda que lhes garantirão o sustento na entressafra. A cogeração é para o Mato Grosso do Sul importante segmento de geração de receita, impostos e empregos, portanto investigar, além da importância econômica, se a atividade é socialmente e ambientalmente sustentável, justifica os propósitos deste trabalho. Os métodos utilizados foram pesquisa bibliográfica e coleta de dados em arquivos de instituições públicas e privadas. Foi efetuada uma abordagem conceitual sobre sustentabilidade e em seguida a revisão de literatura sobre cogeração e sustentabilidade e posteriormente apresentar os resultados da cogeração e a sustentabilidade no Mato Grosso do Sul.

Palavras-chaves: Cogeração, sustentabilidade, bioenergia, biocombustíveis.

1. Introdução

O presente trabalho tem por objetivo avaliar a sustentabilidade da cogeração com bagaço de cana no Mato Grosso do Sul.

O setor de biocombustíveis é apontado como não sustentável ambientalmente e socialmente tendo em conta práticas como a monocultura e queimada da palha da cana na época da colheita, bem como pelas condições degradantes a que são submetidos os cortadores, mão de obra constituída geralmente por indivíduos de baixo nível de escolaridade, sem qualificação e migrantes que se deslocam das suas regiões nas épocas de colheita na busca de renda que lhes

garantirão o sustento na entressafra. Dessa forma indaga-se se a cogeração a partir do bagaço da cana é ambientalmente, socialmente e economicamente sustentável?

A cogeração é para o Mato Grosso do Sul importante segmento de geração de receitas, impostos e empregos, portanto investigar, além da importância econômica, se a atividade é socialmente e ambientalmente sustentável, justifica os propósitos deste trabalho.

2. Metodologia

A metodologia contou com método de abordagem indutivo, método de procedimento monográfico e tipo de pesquisa bibliográfica (LAKATOS & MARCONI, 2011).

3. Referencial Teórico

3.1. Desenvolvimento Sustentável

3.1.1 Relatório Brundtland

O Relatório Brundtland ou “Nosso Futuro Comum”, como também é conhecido, foi elaborado a partir do início da década de 1980, quando as Organizações das Nações Unidas (ONU), retomou o debate das questões ambientais, após as ações como a criação do Clube de Roma, em 1968, evento que reuniu pessoas em cargos de relativa importância e que visava promover um crescimento econômico estável e sustentável da humanidade.

O encargo ficou sob a responsabilidade da primeira-ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland, após indicação pela ONU, para chefiar a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. O objetivo da Comissão foi o de promover audiências em todo o mundo e produzir um resultado final das discussões.

O resultado dos trabalhos foi o documento final chamado Nosso Futuro Comum (*Our Common Future*) ou Relatório Brundtland, apresentado em 1987. A proposta do relatório é o desenvolvimento sustentável, que é “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas necessidades”.

Os problemas ambientais enfatizados pelo Relatório foram os como o aquecimento global e a destruição da camada de ozônio, além de expressar preocupações em relação à velocidade das mudanças estarem excedendo a capacidade das nossas habilidades em avaliar e propor soluções para esses problemas.

Sob o ponto de vista conceitual, a definição mais utilizada para o desenvolvimento sustentável é a que consta do Relatório Brundtland, a qual é:

O desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades, significa possibilitar que as pessoas, agora e no futuro, atinjam um nível satisfatório de desenvolvimento social e econômico e de realização humana e cultural, fazendo, ao mesmo tempo, um uso razoável dos recursos da terra e preservando as espécies e os habitats naturais.

A partir do Relatório Brundtland várias conferências aconteceram propondo ações que visavam minimizar os impactos ambientais e que preservem o planeta para as próximas

gerações. Nesse sentido, após muitas propostas, surgiram os componentes do que seria desenvolvimento sustentável, os quais são: sustentabilidade ambiental, sustentabilidade econômica e sustentabilidade sociopolítica.

3.1.2 Sustentabilidade ambiental

A sustentabilidade ambiental consiste na manutenção das funções e componentes do ecossistema, de modo sustentável, podendo igualmente designar-se como a capacidade que o ambiente natural tem de manter as condições de vida para as pessoas e para os outros seres vivos, tendo em conta a habitabilidade, a beleza do ambiente e sua função como fonte de energias renováveis.

Nesse sentido a ONU, através do sétimo ponto das Metas de Desenvolvimento do Milênio estabeleceu quatro objetivos principais que visam garantir ou melhorar a sustentabilidade ambiental:

- a) integrar os princípios do desenvolvimento sustentável nas políticas e programas e programas nacionais e reverter a perda de recursos ambientais;
- b) reduzir de forma significativa a perda da biodiversidade;
- c) reduzir para metade a proporção de população sem acesso a água potável e saneamento básico; e
- d) alcançar, até 2020 uma melhoria significativa em pelo menos cem milhões de pessoas a viver abaixo do limiar da pobreza.

3.1.3 Sustentabilidade econômica

A sustentabilidade econômica enquadrada no âmbito do desenvolvimento sustentável é um conjunto de medidas e políticas que visam à incorporação de preocupações e conceitos ambientais e sociais. Aos conceitos tradicionais de mais valias econômicas são adicionados como fatores a ter em conta, os parâmetros ambientais e sócio-econômicos, criando assim uma interligação entre os vários setores. Assim, o lucro não é somente medido na sua vertente financeira, mas igualmente na vertente ambiental e social, o que potencia um uso mais correto quer das matérias primas, como dos recursos humanos. Há ainda a incorporação da gestão mais eficiente dos recursos naturais, sejam eles minerais, matéria prima como madeira ou ainda energéticos, de forma a garantir uma exploração sustentável dos mesmos, ou seja, a sua exploração sem colocar em causa o seu esgotamento, sendo introduzidos elementos como nível ótimo de poluição ou as externalidades ambientais, acrescentando aos elementos naturais um valor econômico.

3.1.4 Sustentabilidade sociopolítica

A sustentabilidade sócio-política centra-se no equilíbrio social, quer na sua vertente de desenvolvimento social, como sócio-econômica, é um veículo de humanização da economia, e ao mesmo tempo, pretende desenvolver o tecido social, nos seus componentes humanos e culturais.

Neste sentido, foram desenvolvidos dois grandes planos: a agenda 21 e as Metas de Desenvolvimento do Milênio (MDM).

A Agenda 21 é um plano global de ação a ser tomado a nível global, nacional e local, por organizações das Nações Unidas, governos, e grupos locais, nas diversas áreas onde se verificam impactos significativos no ambiente. Em termos práticos, é a mais ambiciosa e abrangente tentativa de criação de um novo padrão para o desenvolvimento do século XXI, tendo por base os conceitos de desenvolvimento sustentável.

As Metas de Desenvolvimento do Milênio (MDM) surgem da Declaração do Milênio das Nações Unidas, adotada pelos 191 estados membros no dia 8 de Setembro de 2000. Criada em um esforço para sintetizar acordos internacionais alcançados em várias cúpulas mundiais ao longo dos anos 1990 relativos ao meio-ambiente e desenvolvimento, direitos das mulheres, desenvolvimento social, racismo, entre outras, a Declaração traz uma série de compromissos concretos que, se cumpridos nos prazos fixados, segundo os indicadores quantitativos que os acompanham, deverão melhorar o destino da humanidade neste século. Esta declaração menciona que os governos "não economizariam esforços para libertar nossos homens, mulheres e crianças das condições abjetas e desumanas da pobreza extrema", tentando reduzir os níveis de pobreza, iliteracia e promovendo o bem estar social. Estes projetos são monitorizados com recursos do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), que é uma medida comparativa que engloba três dimensões: riqueza, educação e esperança média de vida.

Como se pode observar o grande objetivo de todas as ações, passa a ser preservar o meio ambiente e ao mesmo tempo garantir o desenvolvimento. Portanto, a idéia é conseguir o desenvolvimento em todos os campos, nem que, para isso, seja necessário agredir o meio ambiente.

O campo das energias renováveis é um dos exemplos de ações de sustentabilidade, pois procura-se um substituto ecologicamente aceitável para o petróleo e o carvão, combustíveis fósseis altamente poluentes.

Como exemplo de energias renováveis têm-se os biocombustíveis como o etanol e o biodiesel, que usam a biomassa para a obtenção dos produtos finais.

A produção de etanol a partir da cana-de-açúcar, modelo de produção em que o Brasil desponta, gera subproduto que vem cada vez mais sendo utilizado na geração de energia, ou seja, o aproveitamento do bagaço na cogeração de energia.

3.2 Cogeração e sustentabilidade

Segundo Moreira e Pessanha (2010) a produção de cana-de-açúcar se concentra nas regiões Centro-Sul e Nordeste do Brasil. O Centro-Sul representa 85% da produção de cana do país e continuará a se expandir.

De acordo com Souza (2012) o Brasil apresenta hoje 438 usinas, das quais 129 unidades geram excedente, que representam apenas 30% do total de usinas. Mesmo no Estado de São Paulo, maior produtor de cana de açúcar do país e também o principal responsável pelas vendas de bioeletricidade em 2010 ainda há potencial considerável. Com 661 MW médios gerados por 70 usinas paulistas o Estado ainda conta com mais de 100 usinas que não estavam gerando excedentes de bioeletricidade para a rede. Entre 2005 e 2010 o setor registrou

crescimento acelerado na comercialização de energia, passando de 1,1 milhão de Mwh para 9,2 milhões de Mwh, o que representou R\$ 1,3 bilhão a mais para o caixa das usinas.

Para a União da Indústria de Cana-de-açúcar (ÚNICA, 2012), estabelecer o Potencial da bioeletricidade a ser comercializada junto ao sistema elétrico é necessário considerar dois fatores. O potencial teórico correspondente ao uso completo da fonte disponível para a produção de energia e o Potencial de Mercado, que inclui limitações de ordem técnica, econômica, política, social e ambiental. Neste caso uma tonelada de cana produz em média 280 kg de bagaço e 234 kg de palha e pontas. Considerando apenas o bagaço seria possível gerar 85,6 kWh de energia, utilizando caldeira de 65 bar. Supondo a utilização de 75% do bagaço disponível em 2012/13 e 50% da palha disponível uma tonelada de cana produz bagaço e palha que potencialmente podem gerar 210 kWh de energia. Cada tonelada de bagaço queimado produz 342,4 kWh de eletricidade, enquanto que uma tonelada de palha gera 500 kWh devido ao seu baixo teor de umidade (HOLLANDA, 2012).

Outro ponto a considerar, na opinião de Silva (2011), quanto mais afastada do centro de consumo for a geração de energia elétrica, mais elevada é a perda acarretada ao sistema. Dessa forma, descentralizar a geração de energia é uma opção viável para melhorar o desempenho do sistema de transmissão e distribuição, reduzir as perdas de energia elétrica na rede, e conseqüentemente, reduzindo as tarifas ao consumidor final.

Castro, Brandão e Dantas (2012) afirmam que o fato das principais plantas geradoras de bioeletricidade estarem localizadas nas Regiões Sudeste e Centro-Oeste próximas ao principal centro de carga do país, reduz a necessidade de expansão da transmissão, o que é um benefício ambiental (redução das perdas no sistema de transmissão) e também econômico (redução da necessidade de investimentos de expansão do sistema de transmissão). Reforçam ainda que a bioeletricidade pode até ser escoada diretamente pela rede de distribuição, sem necessidade de reforços da rede básica, em altíssima tensão. Desta forma, constata-se que a bioeletricidade é uma fonte de energia compatível com o novo paradigma tecnológico do setor elétrico, que dá grande ênfase à exploração dos nichos de geração distribuída.

Cogeração, de acordo com Coelho (1999), é a geração simultânea de energia térmica e mecânica, a partir de um mesmo combustível (gás natural, resíduos de madeira, casca de arroz, bagaço da cana, palha, ponteiros etc.). A energia mecânica pode ser utilizada na forma de trabalho ou ser transformada em eletricidade por meio de geradores. A energia térmica é utilizada como fonte de calor para um processo industrial ou no setor de comércio ou serviços.

A bioeletricidade cogenerada em usinas ou destilarias é uma forma de energia limpa e renovável a partir de biomassa do bagaço da cana-de-açúcar em comparação com a energia não renovável do petróleo, que é fortemente poluidora da atmosfera. O dióxido de carbono (CO₂) produzido pela queima da biomassa do bagaço é compensado pela quantidade de carbono absorvido no período do cultivo da cana. (COSTA e DUARTE, 2010).

A produção de energia elétrica a partir do bagaço de cana apresenta vantagens econômicas e ambientais. Pode-se considerar que o processo de bioeletricidade caracteriza uma terceira fonte de receita, que por sua vez poderá gerar uma quarta fonte de receita com a emissão de créditos de carbono sob as regras do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), créditos estes comercializáveis em bolsas de valores (DANTAS FILHO, 2009).

Costa e Duarte (2010) lembram que todos os componentes usados nas usinas para cogeração são de origem brasileira, incluindo as caldeiras, turbinas e o projeto de engenharia utilizado, o que elevou o Brasil a posição de maior especialista de cogeração de energia elétrica por meio

desta biomassa. Desta forma ao equipar adequadamente as usinas para gerar energia a partir da queima do bagaço de cana, estará sendo estabelecida condição para que, no futuro, o setor seja importante na geração de outros empregos e renda, aumentando a ocupação da capacidade industrial brasileira.

Para Souza (2012), entre 2009 e 2010, a bioeletricidade das indústrias sucroenergéticas do país apresentou crescimento da ordem de 50% nas vendas de energia elétrica para a rede, aumentando o número de 100 para 129 unidades as usinas de açúcar e etanol que geraram excedentes de bioeletricidade para a rede. Em termos de energia elétrica essas unidades foram responsáveis pela venda de 1.002 MW médios em 2010 contra 670 MW médios em 2009, ou seja, um crescimento de 50% nas vendas de bioeletricidade em apenas um ano.

A cogeração é uma alternativa de produção de energia desejada por vários setores industriais, o sistema de cogeração com utilização de biomassa é ambientalmente sustentável, já que essa gera baixos níveis de emissão de gases causadores do efeito estufa, além disso, possibilita a redução dos impactos à natureza. A biomassa de cana-de-açúcar é considerada uma forma de energia verde, que todas as nações gostariam e ter, devido a sua perpetuidade e renovação. “Esse tipo de combustível pode ser considerado como o combustível do futuro”, segundo a COGEN (2005).

Os sistemas de cogeração tanto de biomassa quanto de gás natural são ambientalmente sustentáveis, pois produzem baixos níveis de emissão e, além disso, possibilitam mitigação dos impactos. A biomassa da cana-de-açúcar pode ser considerada energia verde e o gás natural, o combustível pretendido por todas as Nações industrializadas e, principalmente, por provocar baixos níveis de emissões é considerado o combustível do milênio. No mercado de créditos de carbono, o Brasil representa 8% do total de atividades de Projeto de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no mundo. Dentro desse contexto, a energia renovável corresponde a 50% dos projetos MDL no Brasil. Com referência a bioeletricidade em projetos novos (*Greenfields*), o potencial para geração de créditos de carbono é que para cada 1 MW de potência instalada, obtém-se aproximadamente 1.680 toneladas de CO₂ por ano, totalizando 30 milhões de toneladas de CO₂ por ano (COGEN, 2013).

A cogeração de energia além dos benefícios ambientais decorrentes da eliminação do bagaço de forma eficiente e neutralização do uso de uma fonte não renovável na geração de eletricidade tornou-se uma alternativa para diversificação da matriz energética brasileira e também mais uma fonte de renda para as usinas decorrentes da comercialização de energia elétrica e de créditos de carbono.

Segundo Bastos (2012) a produção brasileira de etanol é feita por cerca de 430 destilarias, em algo em torno de 26 bilhões de litros (6,86 bilhões de galões) no ano passado. O Brasil é o maior mercado mundial de biocombustíveis que representa mais de 40% do consumo doméstico de combustíveis, enquanto nos Estados Unidos o etanol do milho alcança cerca de 3% da demanda de combustíveis para transporte terrestre. Na safra de 2010-2011, 620 milhões de toneladas de cana-de-açúcar foram produzidas (empregando 2% de terra agrícola) para produção de etanol (um pouco menos do que a metade) e açúcar. Essa produção gera resíduos agrícolas (bagaço e palha) na proporção de cerca de dois terços da produção total de cana-de-açúcar, usados na geração de energia (usinas e destilarias são autossuficientes em oferta de energia, que pode ainda ser vendida em leilões).

A atual capacidade produtiva da matriz elétrica brasileira não seria suficiente para abastecer o país em épocas de crescimento econômico expressivo. O “Apagão do Setor Elétrico”, ocorrido em 2001, foi uma mostra incontestável da necessidade de expansão da geração de

energia elétrica no Brasil. Nesse contexto, a cogeração de energia elétrica passou a ser vista como uma fonte de complementação da matriz elétrica nacional, além de possibilitar a incorporação de receitas adicionais às empresas que exploram esta atividade, conforme afirma Froda (2012).

Ortega Filho (2003) apresenta diversos aspectos positivos quanto à produção de energia a partir do uso dos resíduos da cana-de-açúcar, tais como:

- a) atendimento da necessidade nacional de geração de energia elétrica a partir de novas fontes energéticas;
- b) produção de energia elétrica com tecnologia totalmente limpa, de fonte renovável, contribuindo para a preservação ambiental;
- c) produção de energia elétrica principalmente na época de menor pluviosidade, que coincide com a safra sucroalcooleira;
- d) inclusão de um novo agente de produção de energia elétrica, contribuindo assim para a consolidação do novo modelo de mercado competitivo;
- e) ganho de competitividade no setor sucroalcooleiro mundial, uma vez que estará sendo agregado um novo produto de receita estável a partir do melhor aproveitamento de um produto residual; e
- f) utilização de tecnologia totalmente nacional preservando empregos locais e desonerando a balança de pagamentos do país.

3.2.1. Sustentabilidade social

A cogeração além das vantagens econômicas e ambientais tem sustentabilidade social porque proporciona a geração de empregos na zona rural, aumento da arrecadação de impostos e pela dinamização do setor de bens de capital e do comércio local.

Além da elevada geração de empregos, há que se destacar a natureza rural desses empregos, contribuindo para a contenção da migração rural-urbana e evitando o agravamento do crescimento das grandes cidades brasileiras. Cabe ressaltar, entretanto, que a mão de obra da indústria canavieira é de baixa qualificação, o que necessariamente não é um fator negativo, considerando-se que tal mão de obra é abundante no país, com poucas possibilidades de emprego alternativo, e que poderia estar desempregada na ausência dessa atividade.

3.2.2. Sustentabilidade econômica

Apesar de todos os benefícios reconhecidos da inserção da bioeletricidade na matriz elétrica, existem dúvidas e questionamentos com relação à sua viabilidade e competitividade econômica. O principal argumento é que se fosse competitiva a bioeletricidade estaria sendo contratada nos leilões de energia nova. Contudo, o que existe de fato é uma metodologia de contratação de energia para os leilões que não necessariamente seleciona os melhores projetos de geração, conforme Castro e Brandão e Dantas (2012).

A cogeração de energia além dos benefícios ambientais decorrentes da eliminação do bagaço de forma eficiente e, neutralização do uso de uma fonte não renovável na geração de eletricidade, tornou-se uma alternativa para diversificação da matriz energética brasileira e

também, mais uma fonte de renda para as usinas, decorrente da comercialização de energia elétrica e de créditos de carbono.

Além de ambientalmente favorável, o aproveitamento energético e racional da biomassa tende a promover o desenvolvimento de regiões menos favorecidas economicamente, por meio da criação de empregos e da geração de receita, reduzindo o problema do êxodo rural e a dependência externa de energia, em função da sua disponibilidade local (ANEEL, 2012).

Segundo a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), os preços médios praticados nos leilões realizados em fevereiro de 2013, apresentados na Tabela 01 foram:

Tabela 01 - Preços médios dos leilões de energia em fevereiro de 2013

| | Nordeste | Norte | Sudeste | Sul |
|-----------------|----------|--------|---------|--------|
| PLD Médio (R\$) | 212,59 | 212,59 | 214,54 | 214,54 |

Fonte: CCEE, 2013

3.2.3. Sustentabilidade ambiental

A matriz energética brasileira, e em especial a matriz elétrica, possui um caráter ímpar em termos de reduzido impacto ambiental, especialmente no que se refere às emissões de gases do efeito estufa. Porém, isto não pode servir de argumento para se contratar fontes energéticas sujas e poluentes.

O setor energético, em termos mundiais, é o maior responsável pelas emissões antrópicas de gases do efeito estufa, com 48,8% do total. Entretanto o perfil das emissões brasileiras quando comparado às emissões de outros países, responde por apenas 8,8% das emissões totais do setor de energia (CASTRO, BRANDÃO e DANTAS, 2012).

Para Castro, Brandão e Dantas (2012), a bioeletricidade por se tratar de uma energia renovável, é neutra em relação à emissão de gases do efeito estufa, em contraste com as consideráveis emissões verificadas na geração termoelétrica com base em combustíveis fósseis, conforme pode ser comprovado pelos dados da Tabela 02.

Tabela 02 - Emissões de gases efeito estufa por diferentes fontes

| Fonte de energia | Emissão de CO ₂ (em Kg por Mwh) |
|-------------------------------|--|
| Gás natural (ciclo aberto) | 440 |
| Gás natural (ciclo combinado) | 400 |
| Óleo combustível | 550 |
| Carvão | 800 |
| Hidroelétrica | 25 |
| Eólica | 28 |

Fonte: Castro, Brandão e Dantas (2012)

Dessa forma partindo de uma estimativa de 125.960 Gwh de bioeletricidade para exportação na safra 2020/21, pode-se afirmar que a produção desta mesma energia com base em térmicas a carvão representaria a emissão de 100,7 milhões de toneladas de CO₂. Caso esta produção ocorresse por meio de óleo, as emissões seriam de 69,3 milhões de toneladas de CO₂. Mesmo no caso da geração ocorrer através de usinas movidas a gás natural em ciclo combinado, as emissões seriam de 50,4 milhões de toneladas de CO₂. Portanto, logo se nota a importância da bioeletricidade na manutenção de uma matriz com reduzida intensidade em carbono contribuindo desta forma para a mitigação das alterações climáticas.

Macedo (2000) apud Oliveira (2007) apresenta dados da mitigação de carbono pelo setor de bioetanol e açúcar em que vão de encontro com a opinião de Castro, Brandão e Dantas (2012), conforme Tabela 03.

Tabela 03 - Mitigação de carbono (C) pelo setor sucro-alcooleiro por ano

| Atividades | 10 ⁶ t C (equiv.)/ano |
|---|----------------------------------|
| Uso de combustíveis fósseis na agricultura | + 1,28 |
| Emissões de metano na queima da cana | + 0,06 |
| Emissões de N ₂ O | + 0,24 |
| Substituição de gasolina por etanol | - 9,13 |
| Substituição de bagaço por óleo combustível (indústria química, alimentos e outros) | - 5,20 |
| Contribuição líquida (redução na emissão de C) | - 12,74 |

Fonte: Macedo (2000) apud Oliveira (2007)

Portanto, além das considerações que confirmam os aspectos positivos quanto a sustentabilidade, cabe ressaltar que as emissões de gases do efeito estufa pela cogeração são totalmente compensadas pelo sequestro do CO₂ no período do cultivo da cana (COSTA e DUARTE, 2010).

4. Cogeração e Sustentabilidade no Mato Grosso do Sul

Para a Biosul (2013) a bioeletricidade se consolidou em 2011 como mais um produto das agroindústrias no Mato Grosso do Sul. O Estado entregou para o sistema interligado nacional 1.100 GW/h. Essa quantidade equivale a duas vezes o consumo industrial e cerca de 80% do consumo residencial do Estado. Em 2009 a eletricidade exportada era de 220 GW/h, enquanto que em 2010 foi de 660 GW/h. Na época a capacidade instalada em Mato Grosso do Sul era de 830 MW, sendo 590 MW para consumo da própria usina e 240 MW excedentes, (HOLLANDA, 2012).

O setor de açúcar e etanol no Mato Grosso do Sul, em função dos investimentos que vem sendo realizados, prevê que a produção de eletricidade na safra 2013/2014 será suficiente para abastecer todos os lares do Estado por um ano (BIOSUL, 2013). O investimento para ser viável deverá processar mais de 1,5 milhão de toneladas de cana por safra, portanto, estima que o Estado comercialize na safra 2013/2014, 1,68 GW/h, 27% superior à comercialização da safra 2012/2013. A energia cogerada desde a safra 2009/2010 apresentou acréscimo no Estado de 732,7% (HOLLANDA, 2013).

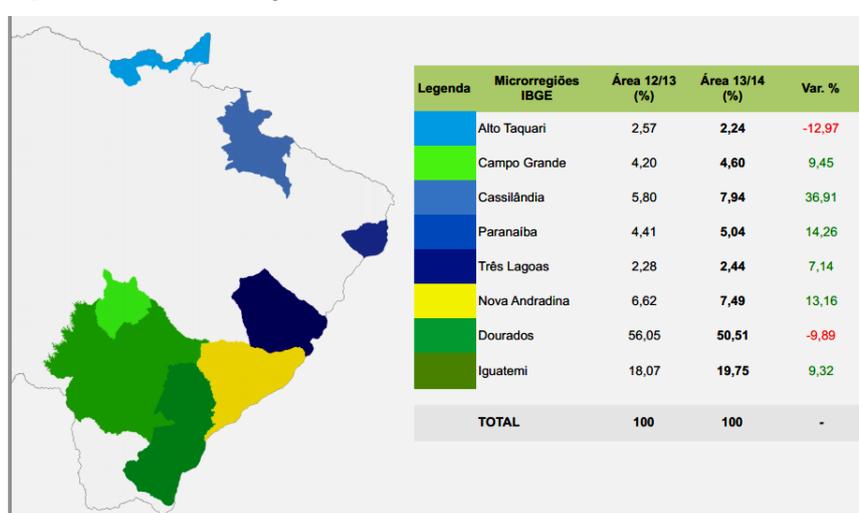
Conforme determinação do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) toda a eletricidade cogerada pelas usinas vai para o Sistema Interligado Nacional (SIN) e é distribuída em todo o País. Na opinião de Hollanda (2013) trata-se de um produto a mais para a cesta. E, como toda diversificação, possibilita o aumento da rentabilidade conforme a situação do mercado, as usinas só têm a ganhar produzindo e exportando energia.

Quanto à tecnologia de cogeração, é adotada em vários projetos “Greenfield” é a tecnologia de extra-condensação, que permite gerar significativos excedentes de energia elétrica a baixos custos. Esta tecnologia é capaz de produzir em torno de 96 kWh por tonelada de cana processada, dos quais, em média, 80 kWh podem ser exportados. Estes números têm como base apenas a utilização do bagaço de cana, ao se adicionar a queima da palha é possível gerar até 200 kWh por tonelada de cana processada (KITAYMA, 2008 apud CASTRO, BRANDÃO e DANTAS, 2012).

No Mato Grosso do Sul, segundo o presidente da associação dos produtores de bioenergia do Mato Grosso do Sul (Biosul), a área de plantio no Estado é de 624 mil/ha, com produtividade média de 75 t/ha. A previsão da associação das usinas do Estado é de dobrar a capacidade produtiva nos próximos anos, através da melhoria genética da planta, aumentando seu teor de sacarose, além da área de plantio, pois o Estado apresenta clima favorável e as características do solo e a distribuição das chuvas combinam perfeitamente com a cultura da cana, aliados à topografia que facilita a colheita mecanizada, em particular na região de Dourados, (HOLLANDA, 2012).

Para a Biosul (2013) a distribuição das lavouras de cana-de-açúcar no Mato Grosso do Sul para a safra 2013/2014, que se iniciou em março do corrente ano, tem a seguinte distribuição geográfica (Microrregiões) conforme Figura 01:

Figura 01 - Distribuição da cana no Mato Grosso do Sul – safra 2013/2014



Fonte: Biosul, 2013

Quanto à energia exportada pelo Estado na safra 2012/2013, denota-se que o setor obteve receita considerável no período com tendências de incremento para a próxima safra na ordem de 27%. Segundo a Biosul (2013), a energia exportada pelo Mato Grosso do Sul foi de 1.292 Gwh, conforme Gráfico 01:

Gráfico 01 - Energia exportada em Gwh por Mato Grosso do sul

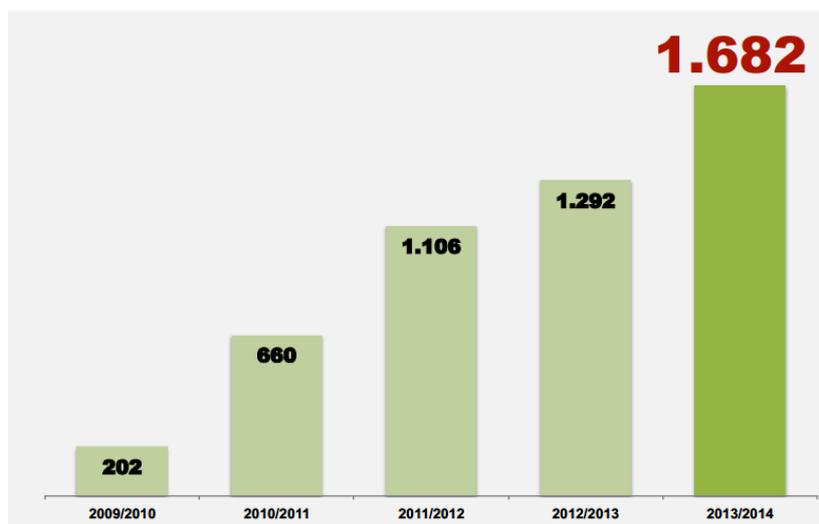


Fonte: BIOSUL, 2013.

O gráfico denota um crescimento vertiginoso na produção de bioenergia no Estado, sendo que na safra 2012/2013 esse crescimento foi de 17%. Das 22 usinas que operaram no Estado na última safra, nove produziram e exportaram bioeletricidade (BIOSUL, 2013).

Para a safra 2013/2014 iniciada em março de 2013, segundo a Biosul (2013), espera-se um crescimento na geração e exportação de bioeletricidade na ordem de 27% conforme Gráfico 02:

Gráfico 02 - Energia exportada em Gwh por Mato Grosso do Sul



Fonte: BIOSUL, 2013.

4.1. Sustentabilidade social da cogeração em Mato Grosso do Sul

Tendo em vista o nível de mecanização da colheita no Estado os operadores de colhedadeiras são profissionais qualificados diferentemente do tradicional cortador de cana constituídos por indivíduos geralmente quase analfabetos, sem qualificação e migrantes. O número de trabalhadores qualificados é cerca de 2.000 pessoas (BIOSUL, 2013).

Segundo a Biosul (2013) na safra 2012/2013 o setor bioenergético e açúcar geraram 30.500 empregos diretos e 90.000 empregos indiretos, praticou o maior salário médio da agricultura no Estado, tem o 3º maior salário médio da indústria e a 2ª maior massa salarial.

Conforme evidenciado o setor absorve um contingente considerável de pessoas e contribui para o emprego de número significativamente superior na forma indireta.

Levando em conta os níveis salariais pode-se considerar o impacto positivo na dinamização das economias locais,

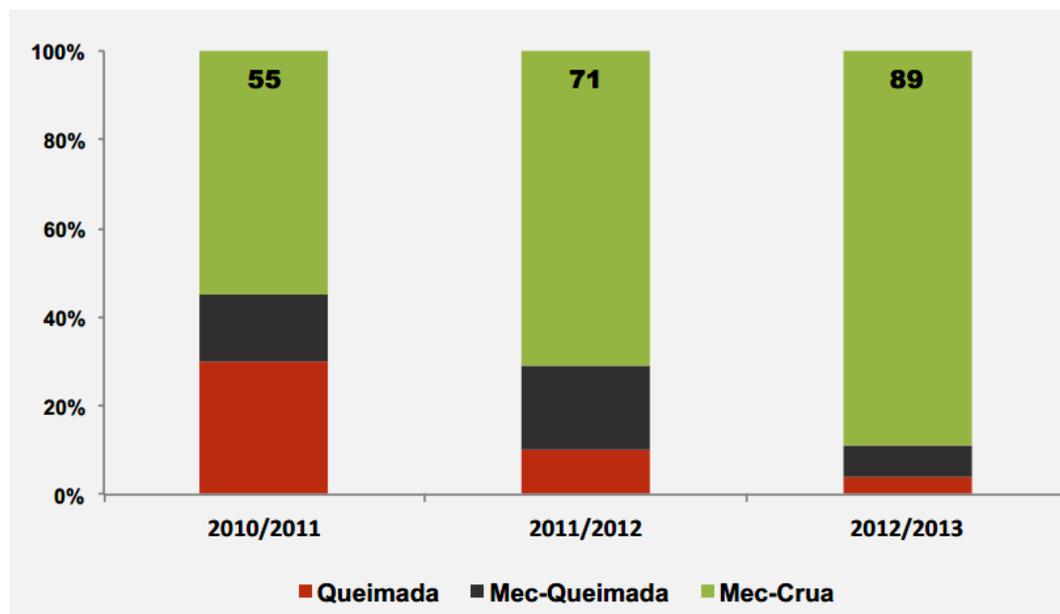
4.2. Sustentabilidade ambiental da cogeração em Mato Grosso do Sul

Quanto à sustentabilidade ambiental o saldo pode ser considerado positivo tendo em vista o elevado nível de mecanização da colheita com 71% na safra 2012/2013 e, estima-se que na atual safra este índice será de 89%. Enquanto que a colheita manual em que a queimada da palha é prática usual, representou algo em torno de 10% na safra passada e estima-se que será inferior a esse percentual na atual safra na colheita (BIOSUL, 2013).

Cabe ressaltar que o marco legal para colheita mecanizada no Estado é de 50% (BIOSUL, 2013)

O Gráfico 03 demonstra a evolução da colheita mecanizada no Estado e consequente redução da prática da queima da palha.

Gráfico 03 - Mecanização da colheita da cana no Mato Grosso do Sul



Fonte: BIOSUL, 2013.

Portanto o crescente índice percentual de mecanização da colheita da cana no Estado evidencia o abandono da colheita manual que sempre foi apontado como o maior problema social do setor, ou seja, as queimadas da palha e o trabalho degradante que eram submetidos os cortadores, bem como reduz a emissão de CO₂ pela queima da palha.

Cabe considerar ainda que o dióxido de carbono (CO₂) produzido pela queima da biomassa do bagaço é compensado pela quantidade de carbono absorvido no período do cultivo da cana. (COSTA e DUARTE, 2010).

Se por um lado a mecanização da colheita gera desemprego, por outro lado, o trabalhador para trabalhar com máquinas colhedoras sofisticadas deve ter escolaridade e ser devidamente treinado. Observa-se que as usinas têm proporcionado cursos de capacitação e com isso formado bancos de mão de obra qualificada.

Portanto o que se pode confirmar é que ambientalmente o setor bioenergético de Mato Grosso do Sul apresenta índices positivos.

4.3. Sustentabilidade econômica da cogeração em Mato Grosso do Sul

Em análise de viabilidade econômico-financeira na geração de energia com bagaço de cana-de-açúcar Dantas Filho (2009) realizou estudo em o fluxo de caixa de cinco usinas no Estado de São Paulo: Usina Cerradinho, Usina Santa Isabel, Usina Santa Cândida e Usina Catanduva.

Os resultados obtidos por Dantas Filho (2009) estão demonstrados na Tabela 03:

Tabela 04 - Viabilidade econômica e financeira da bioeletricidade

| Usina | Mwh | Custo Mwh (R\$) | Preço venda Mwh (R\$) | VPL – R\$ mil | TIR (%) | Payback |
|--------------|-----|-----------------|-----------------------|---------------|---------|---------|
| Cerradinho | 50 | 25,00 | 147,00 | 112.980 | 35,5 | 4 anos |
| Stª Izabel | 22 | 35,00 | 135,00 | 50.002 | 24,6 | 5 anos |
| Stª. Cândida | 15 | n/infomado | 132,63 | 54.523 | 36,9 | 4 anos |
| Catanduva | 2 | 35,00 | 120,00 | 24.939 | 36,0 | 4 anos |

Fonte: Adaptado de Dantas Filho (2009)

Dantas Filho (2009) não considerou no custo da cogeração a energia gerada e consumida no processo industrial, tendo em vista que este custo foi absorvido pela produção de etanol e açúcar.

O estudo de Dantas Filho (2010) demonstra a viabilidade econômica e financeira da cogeração de bioeletricidade pelas usinas de açúcar e álcool naquele Estado, tanto pelos aspectos do Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Payback.

Para o Mato Grosso do Sul as fontes de coleta apontam um cenário promissor para a cogeração. Segundo a Biosul (2013) na última safra a energia exportada foi o equivalente a 1.292 Gwh com crescimento de 17% sobre o período anterior e estima que a quantidade a ser exportada na atual safra será de 1.682 Gwh, com incremento de 27%.

Sob o ponto de vista dos preços da energia, a ANEEL (2013) aprovou recentemente (21 de maio de 2013) o edital do leilão de energia existente “A-0” (energia para cobrir a desconstrução das distribuidoras que não aderiram ao plano para redução da conta de luz) para o período de 01 de julho de 2013 a 20 de junho de 2014, cujo preço a ser ofertado no leilão será de R\$ 171,80 por Mwh. Portanto em uma conta rápida, o faturamento com a exportação o segmento de cogeração do Estado terá, se contratada a esse preço, uma receita bruta adicional estimada de R\$ 288,9 milhões.

Segundo a CCEE (2013) o preço médio dos leilões para as regiões centro-sul foi de R\$ 214,50 o Mwh em fevereiro de 2013, o que resultaria em uma receita extra para as usinas, na ordem de R\$ 360, 8 milhões, se comercializada ao preço médio mencionado.

Portanto a cogeração no Mato Grosso do Sul evidencia-se como sustentável economicamente.

5. Conclusão

A cogeração em Mato Grosso do Sul é sustentável tanto ambientalmente, socialmente e economicamente.

Ambientalmente tendo em vista o elevado índice de mecanização na ordem de 89% na atual safra (fevereiro de 2013 a fevereiro de 2014), o que implica dizer que em apenas 11% da área é praticada a queima da palha, enquanto que o marco legal para o Estado é a mecanização de 50%. O índice de mecanização vem aumentando a cada safra.

É sustentável socialmente considerando que a mecanização tem reduzido o corte manual, situação em que os trabalhadores são submetidos a trabalho degradante e insalubre. A geração de postos de trabalho pelo setor é significativo no Estado, com reflexos nas economias dos municípios onde instaladas as usinas.

Economicamente sustentável porque a receita adicional que a bioenergia proporciona aos empreendimentos, considerando uma estimativa conservadora, projeta uma cifra na ordem de R\$ 288,9 milhões no faturamento da atual safra.

6. Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Capacidade de geração do Brasil.**

Banco de informações em geração-BIG. 2012. Disponível em:

<<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em: 30 mar. 2013.

_____. **Atlas da energia elétrica no Brasil.** 3. ed. Brasília, 2013. Disponível em:

www.aneel.gov.br/visualizar_texto.cfm?idtxt=1689. Acesso em: 26 mai. 2013.

BASTOS, V. D. **Biorrefinarias, biocombustíveis e química renovável: revolução tecnológica e financiamento.** 2012. Revista do BNDES 38. Disponível em:

<http://www.cogen.com.br/info_doc_paper.asp>. Acesso em: 05 de Abr. de 2013.

BIOSUL. Associação dos Produtores de Bioenergia de Mato Grosso do Sul. **Safra 2012/2013 encerramento.** Disponível em:

http://www.biosulms.com.br/arqv/coletiva_encerramento_12_13.pdf. Acesso em: 26 mai. 2013

_____. **Safra 2013/2104.** Disponível em: <http://www.biosulms.com.br/arqv/coletiva-de-primeira-estimativa-da-safra-13-14.pdf>. Acesso em: 26 mai. 2013

CAMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (CCEE). **Relatórios mensais.** Disponível em:

http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/o-que-fazemos/resultados?tipo=Pre%. Acesso em: 26 mai. 2013.

CASTRO, Nivaldo José de; BRANDÃO, Roberto; DANTAS, Guilherme de A. **Importância e perspectivas da bioeletricidade sucroenergética na matriz elétrica brasileira.**

Disponível em: <http://www.unica.com.br/documentos/documentos/bioeletricidade/pag=1>.

Acesso em: 26 mai. 2013.

COELHO, S. T. **Mecanismo para implementação da cogeração de eletricidade a partir de biomassa: um modelo para o Estado de São Paulo.** 1999. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Energia, Universidade de São Paulo.

COGEN, Associação da Indústria de Cogeração de Energia. **Cogeração e Mitigação de GEE.** Disponível em:

< http://www.cogen.com.br/cog_meio_amb.asp> . Acesso em: 06 de Abr. de 2013.

COSTA, Priscilla Rodrigues de Oliveira; DUARTE, Fábio Soares. **A utilização da biomassa da cana-de-açúcar como fonte de energia renovável aplicada no setor sucroalcooleiro.**

Revista de Revista de Administração da Fatea, v. 3, n. 3, p. 2-107, jan./ dez., 2010. Disponível em: <http://publicacoes.fatea.br/index.php/raf/article/viewFile/455/300>. Acesso em: 27 mai. 2013.

DANTAS FILHO, Paulo Lucas. **Energia produzida do bagaço da cana-de-açúcar é economicamente viável.** Dissertação (Mestre em Energia) apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São. São Paulo, 2009. Disponível em:

<<http://pelanatureza.pt/energia/noticias/energia-produzida-do-bagaco-da-cana-de-acucar-e-economicamente-viavel>>. Acesso em: 22 mar. 2013

FODRA, M. **Viabilidade econômica da venda de energia elétrica em co-geração sob condições de risco: um estudo de caso.** 2012. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Agronomia, UNESP - Campus de Botucatu, SP.



HOLLANDA, Roberto. Presidente da Biosul Associação dos Produtores de Bioenergia de Mato Grosso do Sul. **No lugar certo, na hora certa**. MS. Disponível em http://www.famasul.com.br/index.php?ir=artigos/visualizar.php&p_codigo=191 acesso em 22 mar. 2013.

_____. **Cogeração de energia elétrica em usinas deve crescer 27% em MS**. Entrevista concedida ao Correio do Estado, 06 abr 2013. Disponível em: http://www.correiodoestado.com.br/noticias/cogeracao-de-energia-eletrica-em-usinas-deve-crescer-27-em-m_178840/. Acesso em: 25 mai. 2013

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia do trabalho científico**. 7ª ed. São Paulo: Atlas, 2011.

MOREIRA, Rafaela Coelho Guerrante G.S.; PESSANHA, Lavínia. **Expansão do complexo agroindustrial bioenergético e suas consequências ambientais, sociais e demográficas na Região Centro-Sul do Brasil**. Trabalho apresentado no XVII Encontro Nacional de Estudos Populacionais. Caxambu, 20 a 24 set 2010. Disponível em: www.abep.nepo.unicamp.br/encontro2010/docs.../abep2010_2411.pdf. Acesso em: 26 mai. 2013.

OLIVEIRA, Janaina Garcia de. **Perspectivas para a cogeração com bagaço de cana-de-açúcar: potencial do mercado de carbono para o setor sucro-alcooleiro paulista**. Dissertação (Mestre em Engenharia de Produção) apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos, 2007. Disponível em: www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18140/tde-03052007.../Texto.pdf. Acesso em: 26 mai 2013

ORTEGA FILHO, S. **O Potencial da Agroindústria Canavieira do Brasil**, 2003. Disponível em: http://www.fcf.usp.br/departamentos/fbt/hp_professores/penna/EstudoDirigido/Agroindustria_a_Canavieira.pdf. Acesso em 05 Abr. 2013.

RELATÓRIO BRUNDTLAND (NOSSO FUTURO COMUM). Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/12906958/Relatorio-Brundtland-Nosso-Futuro-Comum-Em-Portugues>. Acesso em: 07 mai. 2013

SILVA, P. P.; Patrício. **Análise do impacto regulatório na dificuldade de implantação de projetos de cogeração a partir da biomassa da cana em Mato Grosso do Sul**. VII Congresso Brasileiro de Regulação, UFMS – MS, 2011.

SOUZA, Z.J. **Avanço da bioeletricidade em 2010 mostra importância dos leilões regulados como política setorial**. Disponível em <http://www.unica.com.br/opiniao/show.asp?msgCode=%7BBC459BFB-20BD-475D-A6EE-38EC607E5488%7D> . Acesso: 22 mar. 2013

UNICA - União da Indústria de Cana de açúcar. **Estatística de dados e cotações da bioeletricidade**. Disponível em < <http://www.unica.com.br/dadosCotacao/estatistica/>>. Acesso: 22 mar. 2013.