

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO
DE PRODUÇÃO SUCROENERGÉTICA**

**COGERAÇÃO DE ENERGIA ATRAVÉS DO
BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR:
REVISÃO DE LITERATURA**

TIAGO FIORI CARDOSO

Sertãozinho
2011

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO
DE PRODUÇÃO SUCROENERGÉTICA**

**COGERAÇÃO DE ENERGIA ATRAVÉS DO
BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR:
REVISÃO DE LITERATURA**

TIAGO FIORI CARDOSO

Monografia apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão de Produção Sucroenergética, para a obtenção do título de Mestre em Gestão de Produção Sucroenergética
Orientação: Prof. Dr. Octavio Antonio Valsechi

**Sertãozinho
2011**

Dedico este trabalho a toda minha família em especial ao meu pai e a minha namorada Simone, pessoas que sempre me apoiaram na minha vida em especial os estudos.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	8
2.1 Definição de Cogeração.....	8
2.2 Histórico da Cogeração de Energia no Brasil.....	8
2.3 Sistemas de Cogeração Mais Usados.....	8
2.4 Definição de Biomassa.....	9
2.5 Biomassa Bagaço de Cana-de-Açúcar.....	9
2.6 Cogeração nas Usinas.....	10
2.6.1 Como é Feita a Cogeração nas Usinas.....	10
2.6.2 Equipamentos Utilizados na Cogeração.....	10
2.6.3 Retrofit.....	11
2.6.4 Caldeiras.....	11
2.6.5 Turbinas.....	12
2.6.6 Modificações de Equipamentos.....	13
2.6.7 Estimativas Para o Uso da Palha.....	14
2.7. Venda de Energia Elétrica Excedente.....	15
2.7.1 Órgãos e Instituições Envolvidas no Processo.....	15
2.7.2 Acesso a Rede de Energia.....	16
2.7.3 Modelos de Comercialização.....	17
2.7.4 Estimativas e Problemas da Produção de Energia a partir do bagaço.....	18
2.8 Usinas que Vendem Energia Elétrica Excedente.....	19
3. CONCLUSÃO.....	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22

RESUMO

A cogeração de energia através da queima do bagaço de cana-de-açúcar desempenha um papel importante para as usinas por que tem uma fonte a mais de receita, quando comercializa o excedente de energia. Um dos objetivos no decorrer do trabalho é mostrar que, o bagaço que tempos atrás era considerado um resíduo sem função, e só se acumulava na usina, se mostra uma fonte para suprir as necessidades energéticas da usina, através da cogeração e também gerar energia elétrica excedente que pode ser vendida. Contudo, para que isso aconteça, será abordada a questão dos equipamentos, as modificações que devem ser feitas em caldeiras, turbinas e outros equipamentos para que a cogeração venha a se tornar eficiente, essas modificações também são válidas quando se fala no uso da palha que aumentaria significativamente a geração de energia elétrica. A venda da energia elétrica excedente pode ser feita para concessionárias de energia, através de leilões ou diretamente para o consumidor final, no decorrer do trabalho abordaremos cada um desses pontos. Pode-se concluir que esses projetos de cogeração se mostram eficientes, mas para isso, devem ser feitas melhorias nas usinas já construídas e a construção de novas unidades para aumentar consideravelmente a produção de energia elétrica. Esse fato chama a atenção do Governo Federal, que enxerga a energia gerada através do bagaço de cana-de-açúcar, um produto a mais na matriz energética do país, produto ainda que tem a vantagem de ter a safra justamente quando o país tem a maior demanda de energia.

1. INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, ainda existe no Brasil uma preocupação no que se refere à questão da geração de energia elétrica, esse fato acontece, pois a nossa principal fonte de geração são as hidrelétricas, que dependem diretamente da quantidade de chuvas, isso sem falar da questão que algumas hidrelétricas estão longe dos maiores centros consumidores.

Uma alternativa que se apresenta bastante promissora é a cogeração através da queima do bagaço de cana-de-açúcar, a maioria das usinas no estado de São Paulo são auto-suficientes no consumo de energia, ou seja, através da queima do bagaço, ela consegue suprir todas as suas necessidades. O que várias unidades já fazem é gerar um excedente e comercializar com as distribuidoras de energia. No estado de São Paulo se destaca parcerias com a CPFL (Companhia Paulista de Força e Luz).

O trabalho mostrará como o processo é feito de uma maneira geral mostrando definições sobre: cogeração, biomassa, as definições de como é feito o processo de cogeração nas usinas (ALCARDE, 2007), quanto aos processos de modificações de equipamentos das usinas, (RODRIGUES, 2005).

A venda de energia elétrica proveniente da queima do bagaço de cana, tenta ganhar seu espaço nos leilões de energia e através da venda direta para o consumidor, mas encontra algumas dificuldades no caminho. Serão mostrados quais são os órgãos e entidades envolvidos no processo, para que dessa forma consiga-se encontrar a melhor maneira de fazer a comercialização da energia elétrica excedente, quais são as perspectivas da cogeração na opinião de diversas pessoas ligadas ao setor. Por fim serão mostrados exemplos de usinas que já vendem a energia elétrica excedente, as modificações que tiveram de ser feitas, que processo foi adotado para a venda de energia.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Definição de Cogeração

De acordo com a Cogen (2011), Cogeração consiste no processo de transformação de energia térmica de um combustível em mais de uma forma de energia útil. As formas que são mais frequentes são a energia mecânica, que é utilizada diretamente no acionamento de equipamentos ou para geração de energia elétrica e a energia térmica que é utilizada diretamente no atendimento das necessidades de calor para processos, ou indiretamente na produção de vapor ou na produção de frio.

2.2. Histórico da Cogeração de Energia no Brasil

Ainda de acordo com a Cogen (2011), a cogeração no Brasil era bastante usada no começo do século XX, pois nessa época ainda não existia nenhuma forma eficiente de geração de energia de maneira centralizada. Dessa forma o consumidor precisava ter instalado sua própria central de geração de energia elétrica, essa situação perdurou até a década de 40. Com o avanço da tecnologia novos conceitos de geração e de interligação de sistemas elétricos surgiram, isso fez com que os sistemas fossem otimizados de forma centralizada e com o apoio das grandes centrais (hidrelétricas e termelétricas) a energia começou a ser distribuída de forma abundante e com baixo custo, com isso o sistema de cogeração perdeu sua participação no mercado.

Contudo com o passar do tempo, começaram a acontecer às crises no setor energético, devido a dificuldades do governo em garantir o abastecimento de energia elétrica, que fosse compatível com o ritmo do crescimento econômico.

Atualmente a cogeração se mostra uma alternativa, devido à instabilidade das grandes hidrelétricas devido à quantidade de chuvas e os impactos ambientais causados por elas. As indústrias conseguem com a cogeração uma forma simples, segura e barata, na questão energética, sem contar os benefícios ambientais.

2.3. Sistemas de cogeração mais usados

De acordo com a Info Escola, www.infoescola.com.br (2008), os sistemas de cogeração mais usados são os seguintes: turbina a gás ou vapor (geralmente caldeiras que produzem vapor), motores de combustão interna (ciclo de Otto ou Diesel), caldeiras de recuperação e trocadores de calor, geradores elétricos, transformadores e equipamentos elétricos associados, sistemas de *chillers* de absorção que usam calor para produzir frio. Essas fontes citadas têm uma eficiência energética maior, e onde são instaladas e geram impactos ambientais menores.

2.4. Definição de biomassa

De acordo com o ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico), www.ons.org.br (2011), biomassa é qualquer matéria orgânica que possa ser transformada em energia mecânica, térmica ou elétrica. De acordo com a sua origem, pode ser: florestal (madeira, principalmente), agrícola (soja, arroz e cana-de-açúcar, entre outras) e rejeitos urbanos e industriais (sólidos ou líquidos, como o lixo). Os derivados obtidos dependem tanto da matéria-prima utilizada, cujo potencial energético varia de tipo para tipo, quanto da tecnologia de processamento para obtenção dos energéticos.

De acordo com o Atlas de Energia Elétrica do Brasil (2011), as produções em larga escala da energia elétrica e dos biocombustíveis estão relacionadas à biomassa agrícola e à utilização de tecnologias eficientes. A pré-condição para a sua produção é a existência de uma agroindústria forte e com grandes plantações, sejam elas de soja, arroz, milho ou cana-de-açúcar. A biomassa é obtida pelo processamento dos resíduos dessas culturas. No milho é possível utilizar como matéria-prima para energéticos: o sabugo, o colmo, a folha e a palha. Da soja e arroz, os resíduos que permanecem no campo, tratados como palha. Na cana-de-açúcar, o bagaço, a palha e o vinhoto.

2.5. Biomassa bagaço de cana-de-açúcar

Também publicado no Atlas de Energia Elétrica do Brasil (2011), no caso específico do Estado de São Paulo, é intensa a produção de biomassa energética por meio da cana-de-açúcar. O Estado é importador de eletricidade e exportador de álcool para o resto do País. O recurso de maior potencial para geração de energia elétrica no país é o bagaço de cana-de-açúcar, a alta produtividade alcançada pela lavoura canavieira, acrescida de ganhos sucessivos nos processos de transformação da biomassa sucroalcooleira, tem disponibilizado enorme quantidade de matéria orgânica sob a forma de bagaço nas usinas e destilarias de cana-de-açúcar, interligadas aos principais sistemas elétricos, que atendem a grandes centros de consumo dos estados das regiões Sul e Sudeste. 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. Ao contrário da produção de madeira, o cultivo e o beneficiamento da cana são realizados em grandes e contínuas extensões, e o aproveitamento do bagaço e da palha, é facilitado pela centralização dos processos de produção que mostra o potencial de aproveitamento desses resíduos para geração excedente de energia elétrica.

2.6. Cogeração nas usinas

2.6.1. Como é feita a cogeração nas usinas

Segundo descrito no site da Embrapa, por Alcarde (2007), a cogeração feita nas usinas de cana-de-açúcar ocorre da seguinte forma: o bagaço ao ser queimado gera energia térmica em forma de vapor e energia elétrica. Em uma fornalha o bagaço é queimado, enquanto o vapor é produzido em uma caldeira, esse vapor gira uma turbina que, por estar interligada ao eixo de um gerador, faz com que o mesmo entre em movimento, e assim gera energia elétrica.

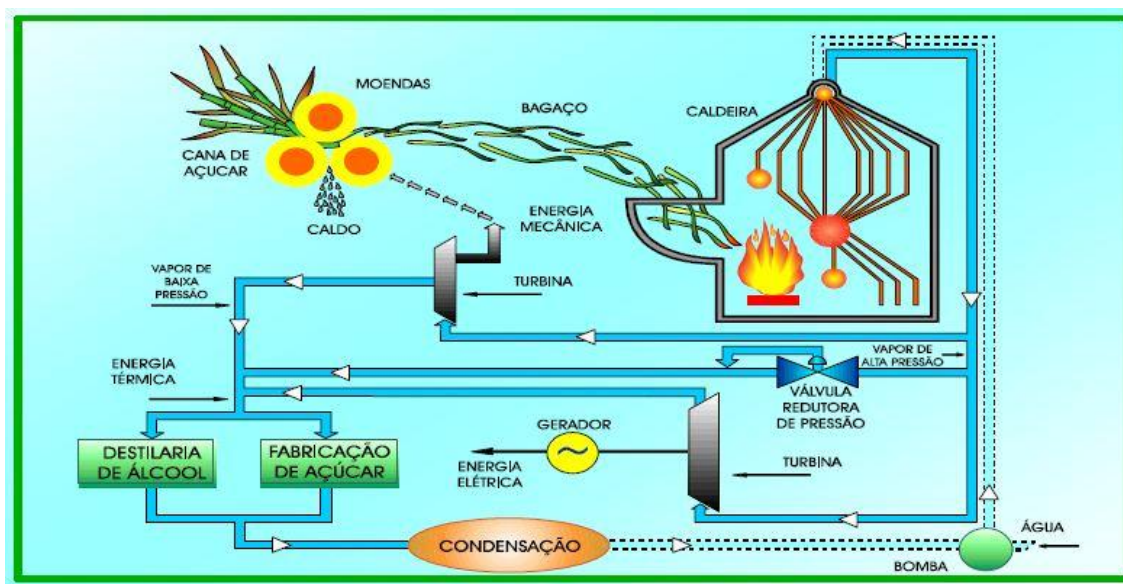


Figura 1. Esquema de Cogeração nas Usinas.

Fonte: CPFL (2007).

2.6.2. Equipamentos utilizados na cogeração

Conforme comentado no site da INEE (Instituto Nacional de Eficiência Energética), até a década de 90 não existia a figura do produtor independente, e as usinas não podiam comercializar o excedente de energia diretamente com as concessionárias. Devido a esse fato, a maior parte das usinas foram construídas com o objetivo de serem auto-suficientes na produção de energia e não gerar excedentes para serem comercializados. Assim os equipamentos não se mostram eficientes atualmente e tem que passar por um processo chamado Retrofit, nas usinas mais antigas e em unidades novas os equipamentos instalados, já são devidamente preparados para o processo de cogeração.

2.6.3. Retrofit

Segundo a Wikipédia pt.wikipedia.org (2011), retrofit consiste em um processo de modernização de algum equipamento, já considerado ultrapassado ou fora de norma. Termo utilizado principalmente em engenharia, e diz a respeito à atualização de algo. Nas usinas as principais mudanças que deverão ocorrer através do processo de retrofit são:

- Elevação da eficiência das turbinas;
- Elevação de pressão de geração de vapor;
- Redução de consumo de vapor de processo;
- Elevação da recuperação do condensado;
- Aquecimento de água de reposição;
- Redução de Potência (consumo de energia elétrica);
- Superaquecimento de vapor em caldeiras;
- Redução de pressão de vapor de baixa.

O Ethanol Summit (2011) informou a notícia que o governo paulista suspendeu a recolhimento de ICMS sobre operações de aquisição de bens de capital destinados a projetos de retrofit de usinas de açúcar e etanol. Ao invés de creditar o imposto para recebê-lo de volta em 48 parcelas, as empresas poderão empregar o recurso na reforma de instalações. O decreto que instaura a medida foi assinado pelo governador Geraldo Alckmin (PSDB) nesta segunda-feira (6/6), durante a cerimônia de abertura do Ethanol Summit em 2011, promovido pela Unica, em São Paulo. O objetivo, disse o político, é permitir que a capacidade instalada de geração excedente a biomassa seja ampliada dos atuais 660 MW para 5.500 MW em São Paulo. O governador paulista também assinou o protocolo para criação de um selo verde, espécie de certificação, que passará a identificar empresas usuárias de energia elétrica produzida a partir de geração a biomassa.

2.6.4. Caldeiras

Segundo a Wikipédia (2011), caldeira é um recipiente metálico cuja função é, entre muitas, a produção de vapor através do aquecimento da água. As caldeiras produzem vapor para alimentar máquinas térmicas, autoclaves para esterilização de materiais diversos, cozimento de alimentos e de outros produtos orgânicos, calefação ambiental e outras aplicações do calor utilizando-se o vapor.

As usinas funcionam bem porque se utilizam do próprio bagaço de cana para gerar energia e hoje as usinas se aproveitam deste combustível que é resíduo da fabricação do açúcar e do álcool para gerar energia elétrica, produto comercializado pelas mesmas.

Segundo Dantas (2008), atualmente existem três modelos de caldeira: com fornalha do tipo ferradura, com grelha plana ou inclinada, que realizam queima em leito fixo e caldeiras que realizam queima em suspensão. O modelo de queima em suspensão se mostra o mais eficiente, por serem mais modernas e são usadas quando as usinas fazem substituição de equipamentos ou em novas unidades.

Observou-se também uma troca das caldeiras na questão de eficiência, antes eram usadas caldeiras de baixa eficiência e média pressão (21 a 60 bar), atualmente são usadas caldeiras de alta eficiência e com mais pressão (85 a 100 bar).

2.6.5. Turbinas

Segundo a Wikipédia (2011), turbina é um equipamento construído para captar e converter energia mecânica e térmica contida em um fluido, em trabalho de eixo. Os principais tipos encontrados são:

- Turbinas a vapor
- Turbinas a gás
- Turbinas hidráulicas
- Turbinas eólicas

A forma construtiva básica é a mesma para todos os tipos: um rotor dotado de certo número de pás ou palhetas, ligados a um eixo que gira sobre um conjunto de mancais de deslizamento ou mancais de pastilha (mancais de rolamento, por questões de durabilidade não são usados).

As turbinas podem ser usadas para movimentar outro equipamento mecânico rotativo, como uma bomba, compressor ou ventilador, ou podem ser usadas para a geração de eletricidade e nesse caso são ligadas a um gerador.

Nas usinas são usadas turbinas a vapor, que podem ser classificadas da seguinte forma:

- Contrapressão: O vapor expandido na turbina sai acima da pressão atmosférica e é utilizado no processo;
- Condensação: O vapor sai abaixo da pressão atmosférica e condensa em equipamentos a vácuo;

- Extração (*pass out*): Parte do vapor deixa a turbina entre a entrada e a saída, onde um conjunto de válvulas regula o fluxo para a seção de exaustão, mantendo a extração na pressão requerida pelo processo. Pode ser configurada tanto em turbinas de contrapressão ou de condensação;
- Pressão mista (*pass in*): Além do vapor de alta pressão, utiliza vapor de menor pressão entrando na parte baixa da turbina. Usada com caldeiras de dupla pressão, ou plantas combinadas com turbinas a gás ou motores a diesel.

Quando se fala em turbinas o que pode ser mudado, para que se obtenha uma cogeração mais eficiente, é a troca de turbinas de simples estágio, por turbinas de múltiplo estágio, que são mais eficientes.

2.6.6. Modificações de equipamentos

Atualmente baseado nos estudos de Rodrigues (2005), que fez uma análise da evolução tecnológica das usinas, vemos 4 cenários diferentes:

- Cenário 1: instalação típica, onde se utiliza, caldeiras de baixa eficiência para fazer a queima do bagaço, que operam com baixa pressão e baixo aproveitamento técnico. O Vapor que é gerado pelas caldeiras é utilizado em turbinas de simples estágio com baixa eficiência térmica, que transforma energia térmica em energia mecânica para o acionamento de moendas ou transformadas em energia elétrica através de um gerador. Esse cenário acontece em usinas mais antigas do país, que operam há algumas décadas e não foram feitas modernizações no seu parque industrial;
- Cenário 2: instalação de uma caldeira de alta pressão com eficiência térmica elevada, que possibilita a otimização do uso de combustível, o gerador de simples estágio foi substituído por uma turbina multi-estágio de condensação, que possui baixo consumo específico de combustível, que possibilita uma maior geração de energia elétrica para a mesma quantidade de combustível. Nesse cenário observamos as usinas que optaram por fazer o *retrofit*, em seu parque industrial;
- Cenário 3: foram mantidos os investimentos feitos no cenário 2, com um investimento adicional, as turbinas do acionamento mecânico de picadores, desfibradores e moagem, foram substituídas por motores elétricos de alta eficiência, assim o vapor que antes era destinado as turbinas, será utilizado ao longo dos estágios da turbina de multi-estágio. Este cenário mostra as usinas que geram energia elétrica excedente e fazem a comercialização da mesma, hoje utilizados nas novas usinas que são construídas na região centro sul do país;

- Cenário 4: foram mantidos os investimentos feitos no cenário 3, mais uma otimização no consumo de vapor da usina termelétrica, agora na linha de baixa pressão. Estas alterações reduziram o consumo de vapor do processo e causaram uma maximização na geração de energia elétrica, assim toda a economia deste vapor foi aproveitada para maximizar a condensação do turbo-gerador, que conseqüentemente otimizou a geração de energia elétrica da unidade termelétrica.

Podem-se observar na Tabela 1 os resultados sobre os possíveis ganhos e potenciais de excedente de energia elétrica, que podem ser utilizados para a comercialização, segundo (RODRIGUES, 2005).

Tabela 1. Quadro comparativo do potencial de geração e exportação de energia elétrica

CENÁRIO	DESCRIÇÃO	GERAÇÃO kWh/tc	EXPORTAÇÃO kWh/tc
01	Baixa Eficiência Térmica	13,0	-
02	Alta Eficiência Térmica	80,0	65,2
03	Eletrificação	119,3	90,5
04	Melhorias no Processo	130,2	101,5

Fonte: RODRIGUES (2005).

2.6.7. Estimativas Para o Uso da Palha

O uso da palha, voltado para a cogeração é um tema que é discutido amplamente, pois são levantadas algumas questões em torno do assunto. A primeira é que o uso da palha só poderá acontecer plenamente quando a queima da cana terminar, o que está previsto para 2014, em nas áreas mecanizáveis e em 2017, nas áreas não mecanizáveis, que apresentam declive acima de 12%, isso no estado de São Paulo.

Pode-se citar o custo do transporte da palha até a usina, uma sugestão dada pelo engenheiro agrônomo Onório Kitayama, assessor da presidência da União da Agroindústria Canavieira de São Paulo (Unica) na área de bioeletricidade, a palha poderá seguir para uma planta industrial mais próxima, localizada no raio médio dos canaviais da usina. E, assim, com um custo competitivo, ser empregada para a produção e exportação de energia para indústrias instaladas nas proximidades.

Outra questão é sobre os equipamentos hoje utilizados para a queima do bagaço se eles poderiam ser usados para a queima da palha ou se outros equipamentos devem ser desenvolvidos especificamente para o uso da palha.

Um aspecto que deve ser ressaltado é que não seria ideal, tirar toda a palha do campo, pois ela serve de proteção para o solo, o que deveria ser utilizado para a cogeração é o excedente de palha, que mesmo assim acrescentaria bastante no processo de cogeração de energia elétrica.

2.7. Venda de energia elétrica excedente

2.7.1. Órgãos e instituições envolvidas no processo

Para que se entenda melhor como é feita a venda da energia elétrica excedente pelas usinas, citaremos alguns órgãos e entidades responsáveis e suas principais funções de acordo com o site da Copel (Companhia Paranaense de Energia):

CNPE - Conselho Nacional de Política Energética

MME - Ministério de Minas e Energia. Formulação e implementação de políticas para o setor energético, de acordo com as diretrizes do CNPE.

SIN - Sistema Interligado Nacional. Instalações responsáveis pelo suprimento de energia elétrica a todas as regiões do país eletricamente interligadas. Apenas cerca de 2% da capacidade de produção de eletricidade do país encontra-se fora do SIN, em pequenos sistemas isolados localizados principalmente na região amazônica.

CCEE - Câmara de Comercialização de Energia Elétrica, uma empresa de direito privado, submetida à regulamentação por parte da Aneel, foi criada em substituição à antiga estrutura da MAE - Mercado Atacadista de Energia Elétrica. O CCEE é responsável por todas as atividades requeridas à administração do Mercado, inclusive financeiras, contábeis e operacionais, sendo as mesmas reguladas e fiscalizadas pela Aneel. Nele se processam as atividades comerciais de compra e venda de energia elétrica por meio de contratos bilaterais, CCEAR e de um mercado de curto prazo, restrito aos sistemas interligados Sul/Sudeste/Centro Oeste e Norte/Nordeste. O CCEE não compra ou vende energia e não tem fins lucrativos. Ele viabiliza as transações de compra e venda de energia elétrica entre os agentes de mercado.

CCEAR - Contrato de Comercialização de Energia no Ambiente Regulado. A contratação regulada deverá ser formalizada por meio de contratos bilaterais, celebrados entre cada concessionária ou autorizada de geração e todas as concessionárias, permissionárias e autorizadas do serviço público de distribuição.

ANEEL - A Agência Nacional de Energia Elétrica. Autarquia em regime especial, vinculada ao Ministério de Minas e Energia – MME foi criada pela Lei 9.427 de 26 de Dezembro de 1996. Tem como atribuições: regular e fiscalizar a geração, a transmissão, a distribuição e a comercialização da energia elétrica, atendendo reclamações de agentes e consumidores com equilíbrio entre as partes e em benefício da sociedade; mediar os conflitos de interesses entre os

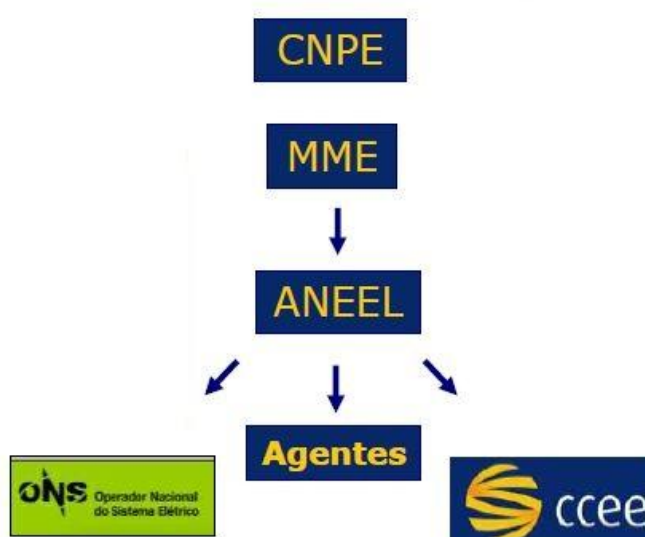
agentes do setor elétrico e entre estes e os consumidores; conceder, permitir e autorizar instalações e serviços de energia; garantir tarifas justas; zelar pela qualidade do serviço; exigir investimentos; estimular a competição entre os operadores e assegurar a universalização dos serviços.

ONS - O Operador Nacional do Sistema Elétrico. Foi criado em 1998, com a finalidade de operar o Sistema Interligado Nacional (SIN) e administrar a rede básica de transmissão de energia em nosso país. A sua missão institucional é assegurar aos usuários do SIN a continuidade, a qualidade e a economicidade do suprimento de energia elétrica. Cabe ao ONS garantir a manutenção dos ganhos sinérgicos da operação coordenada; criando condições para a justa competição entre os agentes do setor. Instituído pela lei 9.648/98 e pelo Decreto 2.655/98, o ONS teve seu funcionamento autorizado pela Aneel, com a Resolução 351/98, e assumiu o controle da operação do SIN em 1º de março de 1999. O ONS atua como sociedade civil de direito privado, sem fins lucrativos, e opera o SIN por delegação dos agentes (empresas de geração, transmissão e distribuição de energia), seguindo regras, metodologias e critérios codificados nos Procedimentos de Rede; aprovados pelos próprios agentes e homologados pela Aneel.

2.7.2. Acesso a rede de energia

Na figura abaixo será mostrado uma descrição feita por Vilela (2008), de como é o Novo Modelo do Setor Elétrico brasileiro, as mudanças que ocorreram em relação aos anos anteriores. Das quais podemos citar a crise do setor nos anos 90 em consequência disso às privatizações, a Criação do Ambiente de Contratação Livre (ACL) e Regulado (ACR), entre outros.

Figura 2 - Aspectos Regulatórios – Novo Modelo Setor Elétrico



Fonte: Vilela (2008).

2.7.3. Modelos de comercialização

Na parte de comercialização será feito o uso de algumas informações contidas no trabalho de CLEMENTE (2003), Avaliação dos Resultados Financeiros e Riscos Associados de uma Típica Usina de Cogeração Sucro-Alcooleira. Nos termos do setor elétrico que faz a cogeração pode se classificado como Auto-Produtor (AP), ou como Produtor Independente de Energia Elétrica (PIE).

No caso da usina ele gera uma energia elétrica excedente que pode ser comercializada de várias formas, dependendo de fatores técnicos, fiscais, operacionais e/ou empresariais, além da localização e dos riscos que a usina esteja disposta a assumir. A interligação da usina geradora é feita com as concessionárias de distribuição mais próxima, contudo a venda pode ser feita a ela ou terceiros (existe a possibilidade de venda ao sistema básico, mas isto se aplica a potências e tensões elevadas, superiores a 230 kV). Dessa forma uma decisão importante que deve ser tomada pelas usinas é a forma de comercializar a energia, de modo que a usina tenha garantias operacionais e econômicas necessárias para conduzir o negócio. Abaixo são descritas algumas possibilidades de comercialização, que podem ser feitas sozinhas ou de maneira combinada:

- No caso de venda para uma concessionária, o preço da venda de energia é ajustado a partir de uma negociação, esse tipo de venda de energia elétrica não se aplica o ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços).
- Como produtora Independente de Energia, a usina pode vender para um consumidor livre. O preço de venda é ajustado livremente entre as partes, no entanto deve ser paga o uso dos sistemas de transmissão e distribuição ao ONS (Operador Nacional do Sistema) e a concessionária de distribuição, respectivamente. Essa modalidade se aplica o ICMS
- A energia também pode ser vendida para terceiros, através de um comercializador, embora tenha um custo adicional, pode reduzir custos e encargos comerciais e evitar algumas burocracias e resolver outros problemas relativos.
- As usinas também podem vender no mercado spot (mercado de curto prazo), onde os preços refletem a oferta e a procura. No nosso país a demanda maior costuma ocorrer nos meses em que o regime pluviométrico é menor, que coincide com a maior produção de energia elétrica nas usinas da região centro-sul, fato esse que pode representar uma vantagem competitiva.

A usina deve ficar atenta quanto aos contratos e se comprometer a sempre entregar a energia elétrica estabelecida em contrato, pois caso não entregue estará sujeita a multa, geralmente com valores altos. Por isso é importante que a usina fique atenta aos riscos técnicos e operacionais.

Pode-se destacar a participação do Governo Federal, pela criação do PROINFA (Programa Nacional de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica), que incentiva o uso da biomassa para geração de energia elétrica. Entre os principais mecanismos de incentivo previsto pelo PROINFA, podemos citar, garantia de compra, por um prazo de até 15 anos, estabelecimento de um valor de referência compatível com as características técnico-econômicas do empreendimento, redução não inferior a 50% nos encargos de uso de sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica.

A ANEEL procura regulamentar o uso da biomassa na geração de energia elétrica, com ações que visam definir novas regras para a entrada de novos empreendedores, particularmente AP e PIE, com o objetivo de considerar as peculiaridades e custos desse tipo de geração em sistemas elétricos isolados e interligados. A viabilidade da venda dos excedentes de eletricidade por AP e PIE envolve três agentes na negociação, a sociedade, o setor elétrico e o setor empreendedor, no caso as usinas.

2.7.4. Estimativas e Problemas da Produção de Energia a partir do Bagaço

Conforme matéria publicada no jornal O Estado de São Paulo, segundo o economista Zilmar José de Souza, assessor de bioeletricidade da Única (União da Indústria de Cana de Açúcar), "Seria preciso fazer um amplo programa de troca de caldeiras, para inserir essas usinas no sistema". O chamado retrofit, porém, só vale a pena para o usineiro quando a caldeira atual está no fim da vida útil, antes disso, só com algum incentivo do governo.

Segundo o gerente setorial do Departamento de Biocombustíveis do BNDES, Artur Milanez, o volume de recursos desembolsados pelo banco para projetos de cogeração com bagaço de cana aumentou dez vezes em cinco anos: de R\$ 130 milhões, em 2004, para R\$ 1,3 bilhão, em 2009. A carteira atual tem 83 projetos contratados, com capacidade para gerar 2.475 MW.

As caldeiras mais modernas chegam a 100 bar de pressão. A Usina Vertente trabalha com uma de 45 bar, que deverá dar lugar a uma de 65 bar em 2013. O custo estimado do projeto - incluindo caldeira nova, dois geradores de 20 MW e 11 quilômetros de linhas de transmissão - é de R\$ 100 milhões. Custo que segundo Cagno Filho, diretor executivo da Usina Vertente, espera pagar com recursos do BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento) e da venda de energia. "A ideia é cogerar o ano inteiro e acabar de vez com essa montanha de bagaço. Hoje não faz sentido ampliar a capacidade de moagem sem ampliar a capacidade de cogeração. Uma coisa está casada com a outra."

De acordo com estimativas da Unica (União da Indústria de Cana-de-Açúcar de São Paulo), em informações disponibilizadas no Atlas de Energia Elétrica do Brasil, em 2020 a eletricidade produzida pelo setor poderá representar 15% da matriz brasileira, com a produção de

14.400 MW médios (ou produção média de MWh ao longo de um ano), considerando-se tanto o potencial energético da palha e do bagaço quanto a estimativa de produção da cana, que deverá dobrar em relação a 2008 e atingir 1 bilhão de toneladas. Segundo o Plano Nacional de Energia 2030, o maior potencial de produção de eletricidade encontra-se na região Sudeste, particularmente no Estado de São Paulo, e é estimado em 609,4 milhões de gigajoules (GJ) por ano. Na seqüência estão Paraná (65,4 milhões de GJ anuais) e Minas Gerais (63,2 milhões de GJ anuais). A evolução da regulamentação, da legislação e dos programas oficiais também estimulam os empreendimentos. Em 2008, novas condições de acesso ao Sistema Interligado Nacional (SIN) foram definidas pela Aneel, o que abre espaço para a conexão principalmente das termelétricas localizadas em usinas de açúcar e álcool mais distantes dos centros de consumo, como o Mato Grosso. Além disso, acordo fechado entre a Secretaria de Saneamento e Energia de São Paulo, a transmissora Isa Cteep, a Unica e a Associação Paulista de Cogeração de Energia, estabelece condições que facilitam o acesso à rede de transmissão paulista e a obtenção do licenciamento ambiental estadual. A iniciativa pode viabilizar a instalação de até 5 mil MW pelo setor sucro-alcooleiro.

Segundo Carlos R Silvestrin, Vice Presidente Executivo da Cogen, informa na revista Alcoolbras, na matéria de Flavio Bosco, são perspectivas promissoras para os próximos 10 anos ele diz que, “O programa em desenvolvimento estabelece a possibilidade de um incremento médio anual de 1.000 MW, adicionais até o horizonte de 2020, podendo atingir o patamar de 15.000 MW instalados”.

2.8. Usinas que vendem energia elétrica excedente

Conforme noticiado no site do jornal Gazeta do Povo, podemos destacar a primeira venda de energia elétrica excedente, através da queima do bagaço, realizada em 1987, pela usina São Francisco, localizada na cidade de Sertãozinho, estado de São Paulo, a venda foi feita para a CPFL (Companhia Paulista de Força e Luz). Essa venda possibilitou a celebração de outros contratos entre usinas e distribuidoras de energia, porém eram contratos de curto prazo, contudo em 1993, contratos de longo prazo (10 anos), foram fechados. Esses projetos despertaram o interesse da Eletrobrás, que procura dinamizar a cogeração de energia elétrica, através da queima do bagaço em todo país.

As usinas se adaptam para produção de energia elétrica através de cana-de-açúcar, através de financiamentos do BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento), que podem ser pagos no decorrer dos anos através do fornecimento de energia. A venda da energia elétrica é feita pra uma concessionária e é integrada ao Sistema Interligado Nacional (SIN), a usina em alguns casos tem que pagar uma taxa por usar a linha de transmissão.

De acordo com essa descrição podemos citar a Unidade em Tapejara, que integra o Grupo Santa Teresinha, localizada no noroeste do Paraná, segundo maior produtor de cana-de-açúcar do país. No ano de 2006 ela começou a fornecer 28,8 megawatts/hora de energia elétrica ao sistema interligado brasileiro, esse projeto pode ser viabilizado a partir do Programa de Incentivo as Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), lançado pelo Governo Federal no ano de 2004. A usina vende a energia elétrica excedente para a Eletrobrás, que integra o Sistema Interligado Nacional e paga uma taxa de R\$ 2,45 por megawatt, para a linha de transmissão Copel, uma estatal paranaense. No final das contas a usina terá uma receita de R\$ 2,37 milhões mensais com a venda de energia excedente.

3. CONCLUSÃO

Conclui-se que a cogeração de energia elétrica através da queima do bagaço de cana-de-açúcar, tende crescer cada vez mais, as usinas a cada dia procuram se adaptar, para que sejam mais eficientes na geração de energia elétrica, as usinas já construídas, através das modificações ou troca de equipamentos e as novas unidades construídas no modelo mais eficiente.

Outro ponto abordado foi à questão do uso da palha, foi observado que ela aumentará a geração de energia elétrica, mas alguns pontos tem que ser levados em conta. Não é toda a palha que deve ser usada na cogeração, pois se tem o custo com transporte, à questão dos equipamentos de queima não serem totalmente voltados para se fazer o uso de palha e por fim a questão que a palha serve de proteção quando a cana é cortada e ainda está para brotar.

Constatou-se também que são varias formas da usina fazer a venda de energia elétrica excedente, que ela deve optar pela maneira que seja mais rentável, observar que pode ser feita uma combinação de estratégias. Observou-se que vários órgãos participam das negociações de venda de energia elétrica, a questão das concessionárias, leilões de energia. Um universo que as usinas têm que saber como funcionam para que consigam vender a energia elétrica excedente, com eficiência.

Por fim pelos dados analisados, a questão da cogeração através da queima do bagaço, tem uma grande perspectiva de crescimento e esse processo é incentivado pelo Governo Federal, que além de ter mais uma fonte de energia elétrica, tem uma fonte ecologicamente correta, o que nos tempos atuais é um fator muito importante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A soma e o Resto. Disponível em <<http://www.eagora.org.br/arquivo/Bioeletricidade-eficiente-e-sustentavel>> Acesso em 27/04/2011.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Atlas de Energia Elétrica do Brasil: Biomassa. Brasil, 2011. 65 p. e 71 p.

CLEMENTE, L. Avaliação dos Resultados Financeiros e Riscos Associados de uma Típica Usina de Co-geração Sucro-Alcooleira. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2003. 93 p. Monografia.

Cogeração. Disponível em <<http://www.infoescola.com/energia/cogeracao>> Acesso em 26/04/2011.

Conceito e Tecnologias. Disponível em <http://www.cogen.com.br/cog_conceito.asp> Acesso em 27/04/2011.

CPFL investe em biomassa para geração de energia. Disponível em <http://economia.estadao.com.br/noticias/not_8777.htm> Acesso em 22/03/2011.

DANTAS FILHO, P. L. Análise da Viabilidade Econômica Financeira de Projetos de Cogeração de Energia Através do Bagaço de Cana-de-Açúcar em Quatro Usinas em São Paulo. São Paulo; Universidade de São De São Paulo, 2009. 18p. Dissertação de Mestrado.

Definição de Caldeira. Disponível em <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Caldeira>> Acesso em 10/06/2011

Definição de Retrofit. Disponível em <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Retrofit>> Acesso em 10/06/2011

Definição de Turbina. Disponível em <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Turbina>> Acesso em 10/06/2011.

Eficiência energética está no coração da Usina. Disponível em <http://www.revistaalcoholbras.com.br/edicoes/ed_130/mc_1.html> Acesso em 01/06/2011.

Energia da cana vale 3 Belo Monte. Disponível em <<http://www.estadao.com.br/noticias/vidae,energia-da-cana-vale-3-belo-monte,603472,0.htm>> Acesso em 04/05/2011.

Geração de energia elétrica. Disponível em <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_107_22122006154841.html> Acesso em 09/06/2011.

Geração e Exportação de Energia Elétrica por Usinas Sucoalcooleiras. Disponível em <<http://www.nipeunicamp.org.br/agrener/anais/2008/Artigos/82.pdf>> Acesso em 08/06/2011.

Governo paulista reduz ICMS para equipamentos de cogeração em usinas. Disponível em <<http://www.ethanolsummit.com.br/noticias-conteudo.php?id=168&idioma=1>> Acesso em 22/06/2011.

KITAYAMA, Onorio. Bioeletricidade: perspectivas e desafios. In: III Seminário Internacional do Setor de Energia Elétrica – GESEL/IE/UFRJ. Rio de Janeiro, 2008.

O Jogo Está só Começando. Disponível em
<http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/desenvolvimento/conteudo_265700.shtml> Acesso em 22/03/2010.

O que é energia de biomassa? Disponível em
<http://www.ons.org.br/educativo/perguntas_respostas.aspx> Acesso em 23/03/2011.

Planejamento Energético. Disponível em
<<http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Fgeracao%2Fpagcopel2.nsf%2Fdocs%2FD0CB8E680F003E830325741B00506EDA>> Acesso em 09/05/2011.

RODRIGUES, L. G. S. Análise energética de diferentes sistemas de cogeração com bagaço de cana-de-açúcar”, Dissertação de Mestrado apresentada a FEIS/UNESP. Ilha Solteira – SP, p. 70 – 103, 2005.

Sobre Energia da Biomassa. Disponível em <http://www.inee.org.br/biomassa_sobre.asp?Cat=biomassa> Acesso em 26/04/2011.

Usina de cana vende eletricidade. Disponível em
<<http://www.gazetadopovo.com.br/economia/conteudo.phtml?tl=1&id=568881&tit=Usina-de-cana-vende-eletricidade>> Acesso em 29/04/2011.