



UNICAMP UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS-

UNICAMP

INSTITUTO DE ECONOMIA

CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS



1290001113



IE

TCC/UNICAMP R618o

FRANCINE ROSSI RODRIGUES

**A OPORTUNIDADE DA CO-GERAÇÃO DE ENERGIA
ELÉTRICA A PARTIR DO BAGAÇO DA CANA-DE-
AÇÚCAR**

ORIENTADOR: Prof. Dr. Pedro Ramos ✓

Monografia

CAMPINAS
Estado de São Paulo-Brasil
Novembro/2003



SUMÁRIO

AGRADECIMENTO.....	3
RESUMO.....	4
INTRODUÇÃO.....	5
CAPÍTULO 1: A AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA DO BRASIL: CARACTERIZAÇÃO, PROCESSO PRODUTIVO, SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVAS.....	6
1.1. Caracterização da agroindústria canavieira do Brasil.....	6
1.1.1. Produtos gerados	
1.1.1. Subprodutos gerados	
1.2. Descrição do processo produtivo do açúcar e do álcool.....	14
1.2.1. Matéria-prima	
1.2.2. Transporte, pesagem, descarregamento e estocagem da cana	
1.2.3. Extração do caldo da cana	
1.2.4. Geração de energia	
1.2.5. Tratamento primário do caldo	
1.2.6. Tratamento químico do caldo	
1.2.7. Fabricação do álcool	
1.3 Situação atual e perspectivas da agroindústria canavieira do Centro/Sul.....	22
CAPÍTULO 2: O SETOR ELÉTRICO NACIONAL E A CO-GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA PELO COMPLEXO AGROINDUSTRIAL CANAVIEIRO.....	24
2.1. A reforma do setor elétrico nacional na década de 1990.....	24
2.2. Os problemas da reforma da década de 1990.....	27
2.3. A relação entre o setor elétrico nacional e a co-geração de energia pelo complexo agroindustrial canavieiro.....	29
2.3.1. Caracterização do setor elétrico nacional	

2.3.2. A reestruturação do setor elétrico nacional no final da década de 1990 e a atividade da co-geração no setor sucroalcooleiro

CAPÍTULO 3: CARACTERIZAÇÃO DA CO-GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA PELO COMPLEXO AGROINDUSTRIAL CANAVIEIRO, IMPASSES E PERSPECTIVAS NO NOVO AMBIENTE INSTITUCIONAL.....	33
3.1. O processo da co-geração.....	33
3.2. A co-geração no setor agroindustrial canavieiro.....	35
3.2.1. O desenvolvimento sustentado e a co-geração de energia elétrica no setor agroindustrial canavieiro	
3.3. Situação atual do setor elétrico nacional e as suas implicações para os co-geradores.....	50
 OBSERVAÇÕES FINAIS.....	 56
 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	 58

AGRADECIMENTO

Em primeiro e mais importante lugar agradeço a Deus por esse trabalho, desde a inspiração na escolha do tema, passando pelo desenvolvimento, até a sua conclusão.

Agradeço à minha família pela enorme força. Ao meu irmão pelas suas preciosas dicas. À minha mãe por estar sempre torcendo e me incentivando. Ao meu pai, pela sua valiosa ajuda sendo um dos maiores conhecedores da área. Indicação de livros, de profissionais da área, além de conversas comigo foram algumas de suas inúmeras intermediações.

Agradeço também ao meu orientador, Professor Doutor Pedro Ramos, pela dedicação, pela indicação da bibliografia adequada, pela correção de meus erros e por suas sugestões para que o trabalho estivesse sempre melhorando. Agradeço, em especial, o grande estímulo que me foi dado por ele.

Enfim, porém não menos importante, não posso esquecer dos amigos de meu pai, que me forneceram materiais e me atenderam para entrevistas esclarecendo todas as minhas dúvidas.

RESUMO

O potencial do complexo agroindustrial canavieiro, dadas as muitas utilizações que a sua matéria-prima, a cana-de-açúcar, pode assumir, apresenta, atualmente, possibilidade de ser melhor explorado. A cana-de-açúcar, além de sua função de fonte de alimento humano e animal, geradora de energia, fertilizantes e outros subprodutos, possui resíduos, como o bagaço e a palha, com conteúdo de energia bastante significativo.

As novas regulações internacionais no campo do comércio e do meio ambiente e os problemas do mercado açucareiro (desempenho descendente dos preços e acirrada concorrência dos substitutos próximos) têm induzido os produtores do setor a rever suas estratégias produtivas e comerciais e a nortear suas empresas para a diversificação e a valorização de suas produções .

Assim sendo, podendo o complexo agroindustrial canavieiro ampliar as alternativas de aproveitamento das potencialidades da cana, diversificando suas fontes de receita, a oportunidade da co-geração e venda de energia elétrica vinda do bagaço aparece como uma possibilidade bastante real.

A partir de meados da década de 1990, com a reestruturação do setor elétrico nacional, surgiram oportunidades de comercialização da energia co-gerada. Dessa forma, as usinas do setor foram estimuladas a co-gerar energia elétrica com obtenção de excedentes para serem vendidos a concessionárias, centros agroindustriais vizinhos vinculados ao setor ou ainda comercializados no mercado de energia .

Entretanto, alguns fatores relacionados à situação do setor elétrico nacional têm incidido negativamente na compra e comercialização da eletricidade gerada nas usinas canavieiras: falta de políticas energéticas que estimulem a geração descentralizada de excedentes; tarifas de venda de eletricidade muito baixas, não remunerando adequadamente os produtores autônomos e falta de incentivos fiscais e financeiros para a geração independente de eletricidade. Deve ser acrescentado a esses fatores a indefinição acerca do novo modelo institucional para o setor elétrico brasileiro.

INTRODUÇÃO

O resíduo da moagem da cana-de-açúcar, isto é, o bagaço, tem sido utilizado pelas usinas do complexo agroindustrial canavieiro para a produção de energia elétrica para consumo próprio. A oportunidade que surgiu ao final da década de 1990 foi a possibilidade da comercialização da energia excedente. Nesse sentido, a produção e a comercialização de energia elétrica aparecem como uma fonte de oportunidade para o setor no aproveitamento de seus subprodutos.

O estudo de tal oportunidade para o setor implica a análise de duas vertentes. De um lado estão os estímulos e as limitações impostas pelo próprio setor agroindustrial canavieiro: a viabilidade do empreendimento ou o retorno do investimento é um ponto essencial, uma vez que as principais atividades do complexo ainda são a produção de açúcar e de álcool. Por outro lado, a inserção do setor como comercializador de energia elétrica depende da situação do setor elétrico, ou melhor, da definição de um modelo elétrico que dê condições para que o empresário sucroalcooleiro visualize o mercado e, assim, defina seus investimentos.

Assim sendo, dadas as novas buscas do setor agroindustrial canavieiro em diversificar seus produtos e dadas as possibilidades de inserção no setor elétrico com as novas formas de comercialização, a partir do final da década de 1990, a oportunidade da co-geração de energia elétrica através do bagaço da cana-de-açúcar tem despontado como um grande negócio para o setor.

Para a pretendida análise, portanto, a monografia compõe-se de três capítulos. No primeiro, a agroindústria canavieira do Brasil é caracterizada, tendo em conta o processo produtivo, a situação atual e as perspectivas. No segundo capítulo, faz-se uma descrição do setor elétrico nacional e a sua relação com a co-geração de energia elétrica pelo complexo agroindustrial canavieiro. No terceiro e último capítulo, é feita uma caracterização da co-geração de energia elétrica pelo complexo e são indicados os impasses e as perspectivas do novo ambiente institucional, ainda em conformação.

CAPÍTULO 1: A AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA DO BRASIL: CARACTERIZAÇÃO, PROCESSO PRODUTIVO, SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVAS

1.1. Caracterização da agroindústria canavieira do Brasil

A agroindústria canavieira no Brasil será caracterizada nesta parte do trabalho levando-se em conta os produtos e subprodutos potenciais ou gerados, a matéria prima empregada e os empregos criados. Tal descrição tem por objetivo verificar a importância desse setor na economia brasileira, e assim indicar como o desenvolvimento de algumas de suas “novas” atividades pode elevar sua participação na oferta de bens e de serviços, tal como a eletricidade, para a população brasileira. Com isto busca-se também tratar as perspectivas futuras para o complexo, seja quanto aos mercados de seus principais produtos (açúcar e álcool), seja quanto aos seus atuais subprodutos.

Assim, o complexo pode buscar na utilização mais ampla de sua matéria prima; abrindo possibilidades para a economia açucareira, fugindo da dependência de um único produto, o que corresponde a um único mercado. Como observou TAUPIER (1999, p.4): “ Os produtores de açúcar de cana têm uma indiscutível vantagem ao contarem com uma matéria-prima renovável, criadora de compostos químicos básicos, de um rendimento por hectare sem comparação com outra planta e com uma capacidade de conversão de energia cinco vezes superior à empregada em produzi-la. Com a possibilidade que oferece a sua melhoria genética, convertem a cana-de-açúcar na matéria-prima ideal para as exigências do novo século”.

A cana-de-açúcar é a matéria prima básica do setor. É uma gramínea com potencial variado e complexo e que ainda pode ser muito explorado. Plantam-se 4,5 milhões de hectares de cana (duas vezes a área do Estado do Piauí) em menos de 1% das terras agricultáveis no Brasil, segundo dados do *site* da UNICA (União da Agroindústria Canavieira de São Paulo).

No Brasil, a cana é cultivada no Centro-Sul e no Norte-Nordeste, o que permite dois períodos de safra. Depois de plantada, a cana demora de um ano a ano e meio para ser colhida e processada, pela primeira vez. Mas ela pode ser cortada até cinco vezes, lembrando que a cada ciclo são necessários investimentos para manutenção da cultura e, portanto, da produtividade. O Brasil se destaca como o maior produtor do mundo, seguido pela Índia e Austrália.

O setor agroindustrial canavieiro brasileiro emprega em torno de um milhão de trabalhadores, segundo dados da UNICA. Mais de 80% da cana colhida é cortada à mão, sendo que a queima da palha da planta vem antes do corte para torná-lo mais seguro para o trabalhador. Porém, a mecanização tem avançado com a legislação paulista estipulando para o fim da queima. Nesse sentido, a tecnologia evolui obrigando políticas de reaproveitamento de mão de obra e o monitoramento de impactos ambientais relacionados com a mecanização (a erosão e a difusão de pragas).

A cana é a força que está por trás das usinas e destilarias pertencentes ao setor. Nelas, a biomassa é processada e todo um ciclo é alimentado: produção de açúcar como alimento, energia elétrica vinda da queima do bagaço nas caldeiras, álcool hidratado para movimentar veículos e álcool anidro para melhorar o desempenho energético e ambiental da gasolina. Esses, portanto, são os produtos atualmente gerados pelo setor. Eles possuem dinâmicas de preço e demanda diferentes. Assim, atender os seus mercados requer planejamento e gestão. Durante muito tempo essa foi a tarefa do governo.

Até a década de 1990, o Estado intervinha no setor através da regulamentação das relações entre os agentes econômicos e da orientação da expansão da atividade agro-industrial canavieira. Em 1933, era criado o Instituto de Açúcar e Álcool (IAA) como demonstrativo dessa intervenção estatal. Com a extinção de tal instituto, no início da década de 1990, a agroindústria canavieira passou uma grande transformação : fim das restrições à entrada na produção de açúcar; liberalização dos preços; exportações feitas pelos próprios produtores e não mais via Estado e criação do Conselho Interministerial de Açúcar e Álcool (CIMA) para a formulação e implementação de políticas. Vale lembrar que o contexto do período no qual se dava a mudança abrangia, para as empresas do setor, pequeno aproveitamento de subprodutos, baixos salários como meio de aumento de competitividade, expansão da atividade através de incorporação de novas terras somente e heterogeneidade produtiva , ou seja, empresas de diversos portes, perfis financeiros, além de vários níveis de eficiência e diferentes custos de produção (RAMOS, 1999, p.9).

Assim sendo, a partir da década de 1990, o setor privado tem assumido toda a responsabilidade no setor e, atualmente, com o regime de livre mercado, os preços do açúcar e do álcool são definidos por oscilações de oferta e demanda. Não usufruindo mais do suporte dado pelo Estado e sendo submetida à concorrência interna, a iniciativa privada busca novas perspectivas de crescimento: aperfeiçoamento de técnicas para elevação do rendimento e para o aproveitamento de subprodutos. Este

é o ponto que este estudo pretende explorar: a utilização do bagaço da cana de açúcar (um subproduto) para fim de geração de energia elétrica.

Neste anseio do setor em melhorar a utilização de seus subprodutos, a remuneração do fornecedor da matéria prima é favorecida, uma vez que os preços da cana são estabelecidos de acordo com a qualidade da matéria-prima, com os preços efetivos pagos aos produtores, tendo em conta a sua participação relativa no preço final dos produtos. Além disso, inserido nesse novo contexto do setor e com a busca de maior estabilidade aos seus produtos, a área privada tem buscado instrumentos de mercado, como operações futuras, e a abertura de novos mercados para o açúcar e o álcool, pela quebra de barreiras protecionistas, além de lutar pela transformação do álcool em *commodity* ambiental. Em países como França, México, Canadá, Austrália, Índia e Colômbia, novos programas para o uso do álcool indicam algo favorável para o setor. Nos Estados Unidos, a proibição de uso do aditivo para gasolina MTBE (Metil-Tércio-Butil-Éter), considerado como cancerígeno e poluidor, deverá exigir volumes significativos de álcool combustível e aí entra o Brasil com o atendimento dessa demanda (UNICA, 2003).

1.1.1. Produtos gerados

Segundo MORAES (1999), o complexo agroindustrial canavieiro brasileiro tem 55% das suas fábricas produzindo tanto álcool quanto açúcar, 5% são produtoras só de açúcar e 40% são destilarias autônomas, ou seja, só produzem álcool.

AÇÚCAR (UNICA, 2003):

-Brasil é o maior produtor de açúcar de cana do mundo e também o maior exportador. Conta com os menores custos de produção devido ao uso da tecnologia e gestão de vanguarda;

-Metade da produção brasileira vai para o mercado interno;

-As nossas exportações se dividem em açúcar branco (refinado), cristal e demerara;

-Rússia é o maior importador do açúcar brasileiro;

-Estado de São Paulo é responsável por 60% de toda a produção nacional de açúcar e 70% de todas as nossas exportações;

-Consumo brasileiro *per capita* anual é de 52 kg (o mundial é de 22 kg). Tal consumo é viabilizado pela cana plantada em 2,35 milhões de hectares de terra.

ÁLCOOL (UNICA, 2003):

HIDRATADO: geração do combustível para cerca de 3 milhões de veículos que rodam no Brasil (corresponde a 4,9 bilhões de litros/ano).

ANIDRO: misturado na gasolina na proporção de 24%, sendo que a frota brasileira é de 17 milhões de veículos, corresponde a 5,5 bilhões de litros/ano.

ÁLCOOL USADO DE FORMA INTENSIVA: para a indústria de bebidas, no setor químico, farmacêutico e de limpeza.

Visando reduzir a vulnerabilidade energética por volta de 1975, após o choque do petróleo, o Brasil apostou no álcool combustível. Criou um programa de diversificação para a indústria canavieira com investimentos públicos e privados apoiados pelo Banco Mundial. Tal programa ampliou a área plantada com cana e possibilitou a implantação de destilarias de álcool, autônomas ou anexas às usinas de açúcar. Inicialmente, a produção de álcool deu-se como aditivo à gasolina (álcool anidro). A partir de 1980, o álcool passou a ser usado como combustível puro (álcool hidratado), mas sem apresentar desempenho adequado. Com o desenvolvimento da engenharia nacional surgiram motores especiais para o álcool hidratado. Segundo dados da UNICA, em 1984, os carros a álcool respondiam por 94,4% da produção das montadoras. Porém, a partir de 1986, as políticas econômicas destinadas a conter a inflação através da contenção de tarifas públicas desestimularam a produção nacional de álcool. Então, em 1989, veio a crise de abastecimento. Nesse sentido, a indústria de automóveis passou a reduzir a produção de carros a álcool : 63% da produção total em 1988 para 0,06% em 1997 e 1,02% em 2001 (UNICA, 2003).

A redução da demanda de álcool hidratado foi compensada pelo maior uso do álcool anidro. Nosso país tem história no desenvolvimento de tecnologia de motores e logística de transporte. A determinação da porcentagem de álcool anidro misturado à gasolina (de 20% a 24%) é dada pelo

CIMA (Conselho Interministerial de Açúcar e Alcool) e visa equilibrar a relação oferta/demanda de álcool (UNICA, 2003).

O mercado de álcool possui enorme potencial de expansão. Fatores como combate ao efeito estufa, à poluição, a valorização da segurança energética e o incremento da atividade agrícola pesam muito na explicação desse potencial, segundo a UNICA. Os Estados Unidos, por exemplo, já tem uma frota grande de veículos que rodam com diversas misturas de álcool e gasolina. Além disso, em razão do fim do MTBE, em alguns de seus estados, deverá aumentar a utilização do álcool misturado à gasolina. Também países como Austrália, México e Canadá, estimulados por preocupações ambientais, ensaiam programas de álcool. Sendo que crescem os custos políticos e militares para garantir o suprimento mundial de petróleo (fontes produtoras se situam em regiões instáveis) e lembrando que atualmente a demanda por esse energético tem se apresentado maior que as reservas existentes, abre-se espaço para a energia de fontes renováveis como a biomassa da cana-de-açúcar.

Portanto, a utilização do álcool como combustível aparece estimulada tanto por razões econômicas (economia de divisas), sociais (geração de empregos) e ambientais (combustível limpo com potencial de seqüestrar carbono da atmosfera), de acordo com a UNICA.

ENERGIA ELÉTRICA CO-GERADA (UNICA, 2003):

No processo de geração de açúcar e álcool, o vapor e o calor são fundamentais. O vapor necessário nesse processo, obtido pela queima do bagaço da cana, movimenta turbinas e acaba por gerar energia elétrica. Tal energia, além de ser usada pelas próprias usinas, tem sido atualmente vendida às concessionárias. Segundo a UNICA, o potencial de co-geração da nossa agroindústria canavieira varia de 4000 a 22000 mil megawatts (MW), enquanto que a potência total instalada no Brasil é de 83,4 mil MW (OLIVEIRA, 2003, p. A-6). No Estado de São Paulo, o setor tem gerado para consumo próprio entre 1200 e 1500 MW e para a venda por volta de 450 MW (o Estado corresponde a 90% de toda energia co-gerada pelo bagaço no Brasil).

1.1.2. Subprodutos gerados (UNICA, 2003)

-Plástico biodegradável (produzido com açúcar, bagaço e solventes);

-Do bagaço obtêm-se bagaço hidrolisado para ração, papéis fármacos e produtos para síntese de compostos orgânicos, com muitas aplicações na indústria química e farmacêutica;

-Do melão vem o álcool combustível, o álcool bebida e o usado na indústria química, farmacêutica e de cosméticos. Também se extraem levedura, mel, ácido cítrico, ácido láctico. Além disso, desenvolve-se a alcoolquímica: possibilidade de transformação do álcool etílico ou etanol (polietileno, estireno, cetona, entre outros);

-Dos resíduos, utilizam-se a vinhaça e o vinhoto como fertilizantes.

Percebe-se, portanto, que da cana tudo se aproveita: bagaço, méis, torta e resíduos da colheita.

O setor sucroalcooleiro brasileiro é um dos mais competitivos do mundo. O uso da matéria-prima cana-de-açúcar é um fator que ajuda bastante para esse destaque do setor. Pode-se destacar, segundo a UNICA, os aspectos em que estão concentradas as atenções do setor atualmente:

-Desenvolvimento de novas variedades de cana mais adaptadas ao clima, ao solo e ao sistema de corte, além de mais resistentes a pragas e com maior concentração de sacarose;

-Uso de insumos modernos, melhoria do transporte e mecanização da lavoura;

-Melhores processos de planejamento e controle;

-Maior uso de produtos químicos no processo de fabricação de açúcar e álcool;

-Inovação no processo de produção de açúcar e álcool;

-Gerenciamento da produção;

-Co-geração de energia elétrica;

Tendo em vista a tendência atual do complexo canavieiro de diversificação da produção, a oportunidade da co-geração de energia elétrica através do bagaço da cana-de-açúcar aparece nessa direção. Dado que a co-geração utiliza-se de resíduos, a competitividade do setor (produtor de açúcar para o mercado interno e externo e de álcool combustível, tudo com tecnologia nacional) tende a aumentar, elevando a possibilidade de se exportar mais açúcar e de abrir o mercado externo do álcool. Além disso, é possível até que aumente o uso interno de álcool carburante e a exportação de petróleo, diante da tendência desse último se tornar mais caro a cada ano, e assim, acumular um ativo importante de crédito de carbono para o país. O emprego do álcool carburante na matriz energética representa a expansão do cultivo da cana e, em consequência, da oferta de energia, o que atende a uma política energética baseada em fontes renováveis e limpas (UNICA, 2003).

Em relação à economia nacional, a adoção da energia do resíduo da cana significa levar o desenvolvimento para o interior do país, com maior ocupação de terras, geração de empregos e com

incentivo para a indústria de base nacional, além de colocar o Brasil como executor de políticas responsáveis em termos mundiais (UNICA, 2003).

Um outro referencial que caracteriza a agroindústria canavieira, tratando dos seus produtos e subprodutos, é o Manual dos Derivados da Cana-de-açúcar, realizado pelo Instituto Cubano de Pesquisa dos Derivados da Cana (TAUPIER, 1999). Nele a cana-de-açúcar é apresentada como uma cultura comercial e matéria industrial bastante relacionada a fenômenos de grande atenção dada pela humanidade: alimentação, energia e meio ambiente. Em termos de alimentação, ela tem a característica de ser o alimento energético mais completo; como matéria prima renovável, gera cinco vezes mais energia do que a necessária pra obtê-la; por fim contribui para o meio ambiente dada sua ação no sentido de atenuar o efeito estufa (absorve grandes quantias de gás carbônico e devolve oxigênio para o meio ambiente).

Durante bastante tempo, a cana-de-açúcar foi usada exclusivamente como matéria-prima para a produção de açúcar. A vasta diversidade de produtos e subprodutos que se pode gerar com a cana, as mudanças internacionais no campo do comércio e do meio ambiente, os problemas do mercado açucareiro induziram os produtores de açúcar a rever suas estratégias produtivas e comerciais. Nesse sentido, ao final do século XX, estratégias de diversificação e de valorização de suas produções passaram a se destacar nas empresas do setor (TAUPIER, 1999). Portanto, através de uma matéria-prima renovável, com altos rendimentos de biomassa e compatível com o meio ambiente, surgem alternativas produtivas sustentáveis com menor dependência do de um único produto e de um único mercado.

Segundo o estudo acima referido, sendo a cultura da cana não mais direcionada exclusiva e unicamente à produção de açúcar, melhorias genéticas dirigidas a propósitos específicos serão perseguidas: variedades de cana com maior proporção de fibras ou maior teor de açúcares ou ainda crescimentos da planta em menores prazos são alguns exemplos. É nesse sentido que caso se deseje quantidades elevadas de bagaço, procurar-se-á incrementar a idade da planta, já que assim aumenta-se a porcentagem de fibra e se reduz a de sacarose.

Através da colheita da cana e de seu processamento industrial, oito produtos e subprodutos são obtidos de acordo com a classificação do Manual que está sendo mencionado. Tais produtos e subprodutos são indicados como matéria-prima para as indústrias de transformação, química e bioquímica, que, por sua vez, permitem obter mais de cem produtos de valor comercial. Açúcar,

bagaço, melaço, torta de filtro, cinza, residual líquido, resíduos no centro de limpeza e resíduos na colheita seriam as possíveis matérias-primas de diversas indústrias.

O bagaço é apresentado como um resíduo da moagem, ou seja, do processo de separação do caldo da fibra. Ele contém aproximadamente 47% de fibra e 50% de umidade. Com cana de 13,5% de fibra, 100 toneladas de cana produziram 28 toneladas de bagaço. Após extração do caldo, este passa por um tratamento químico, o resíduo desse processo é a torta (50% de umidade). Quando o caldo é então concentrado, elimina-se bastante água e se obtém o chamado mel rico com alta concentração. Em seguida, o mel passa por evaporação para a cristalização da sacarose. A próxima etapa é a centrifugação para possibilitar a maior cristalização possível da sacarose. Da centrifugação se obtém o melaço e o açúcar cru (mascavo) *standard*, com 97-98% de sacarose. Em uma produção típica anual de uma usina canavieira (capacidade de moagem de 3 milhões de toneladas de cana diárias), sendo a quantidade de cana moída de 400 milhões de toneladas (t)/ano geram-se: 108 milhões t de bagaço, 14 milhões t de torta, 14,5 milhões t de mel final, 165 milhões t de água (uso tecnológico) e 50 milhões t de açúcar (TAUPIER, 1999).

O bagaço constitui-se de fibras (45%), sólidos solúveis (2-3%), sólidos insolúveis (2-3%) e água (50%). A fibra é a fração sólida orgânica insolúvel em água e é a parte que contém elementos estruturais que permitem o uso do bagaço na indústria dos derivados. Os sólidos insolúveis são compostos por terra, pedra e outros materiais; os solúveis formam a fração que se dissolve na água e que é composta por sacarose e cera. A água presente no bagaço desempenha papel importante em processos tecnológicos a que ele é submetido (seu aproveitamento como matéria-prima). Dado que o bagaço só está disponível na safra, as usinas que o empregam como matéria-prima estão obrigadas a armazená-lo para garantir a operação no ano todo. Os métodos de armazenamento são assim classificados: compactados e a granel. Até recentemente, os métodos de armazenamento de forma compactada foram o único sistema utilizado em fábricas de polpa e papel, de tabuleiros e painéis, de furfurol e outros. Entretanto, atualmente estão sendo postos em prática novos métodos, como o a granel (empilhados) e o de pré-secagem do bagaço. Através desses últimos, se eliminam em grande medida a decomposição química do bagaço e o perigo de incêndios (TAUPIER, 1999).

O crescente desenvolvimento da indústria dos derivados e o compromisso energético do bagaço começam a adquirir relevante significação econômica. Para os países produtores de açúcar de cana e que não possuem disponibilidades significativas de petróleo, o bagaço constitui um valioso potencial energético. Entretanto, dada a existência cada vez menor de materiais fibrosos para serem utilizados

como matéria-prima na indústria de derivados, induz-se a venda do bagaço para as indústrias de polpa, papel e produtos aglomerados ou seu direcionamento para alimentação animal e como matéria-prima de furfurool, carvão ativado, produtos moldados e outros (TAUPIER, 1999).

Tratando agora dos méis, da torta e dos resíduos da colheita, em uma visão geral, podemos resumir: os méis são comercializados com objetivos industriais (produção de álcool e bebidas) e de forma direta para alimentação animal; a torta, dado seu alto conteúdo de nutrientes é usada como fertilizante, mas também pode ser empregada na alimentação de gado bovino e para a extração de cera; os resíduos da colheita (troços, folhas, folhas secas), por sua vez, possuem várias alternativas de utilização, tabuleiros, furfurool, fertilizantes, alimento animal, combustível, mel hidrolítica, polpas e fungos comestíveis. É válido destacarmos a palha da cana. Sua composição é semelhante à do bagaço, todavia, não contém açúcares e possui uma umidade natural inferior à do bagaço. É atraente do ponto de vista de utilização energética, tanto que suas vantagens como recurso renovável têm sido uma preocupação de pesquisadores e especialistas da área.

1.2. Descrição do processo produtivo do açúcar e do álcool

A seguir serão apresentados alguns fundamentos da fabricação de açúcar e álcool extraídos do Caderno Copersucar, série industrial n.20, de fevereiro de 1988 com revisão em agosto de 1999.

1.2.1. Matéria-prima

No Brasil, o açúcar é produzido a partir da cana. Hoje, ela também é utilizada para a produção de álcool. Basicamente, a sacarose é o principal elemento da cana-de-açúcar (sólido), sendo indicada na **tabela 1** a composição média da cana-de-açúcar e na **tabela 2** a distribuição dos vários constituintes dessa matéria-prima.

Composição	Teor (%)
Água	65 - 75
Açúcares	11 - 18
Fibras	8 - 14
Sólidos solúveis	12 - 23

Fonte: Caderno Copersucar, 1999, p.1

Tabela 2 - Principais constituintes da cana-de-açúcar.

Constituintes	Sólidos solúveis (%)
Açúcares	75 a 93
- sacarose	70 a 91
- glicose	2 a 4
- frutose	2 a 4
Sais	3,0 a 5,0
- de ácidos inorgânicos	1,5 a 4,5
- de ácidos orgânicos	1,0 a 3,0
Proteínas	0,5 a 0,6
Amido	0,001 a 0,05
Canas	0,3 a 0,6
Ceras e graxas	0,05 a 0,15
Corantes	3 a 5

Fonte: Caderno Copersucar, 1999, p.2

1.2.2. Transporte, pesagem, descarregamento e estocagem da cana

O transporte da cana do campo até a usina, no Brasil, é predominantemente do tipo rodoviário, através de caminhões, que carregam cana inteira (colheita manual) ou cana picada em toletes de 20 a 25 cm (colheita mecânica), segundo o Caderno Copersucar. A cana pode ser descarregada e ficar em estoque ou ser enviada para alimentação direta nas moendas.

A cana estocada deve ser renovada em curtos intervalos de tempo, para a diminuição de perdas de açúcar por decomposição bacteriológica. A cana picada, que não deve ser estocada, é descarregada e enviada para o processo de moagem imediatamente.

1.2.3. Extração do caldo da cana

Alimentação e lavagem de cana

O primeiro equipamento - a mesa alimentadora - recebe as cargas de cana do estoque ou diretamente dos caminhões, transferindo-as a uma ou mais esteiras metálicas que transportam a cana até as moendas, passando pelo sistema de preparo.

A lavagem - efetuada sobre as mesas alimentadoras - visa à retirada de matérias estranhas como terra, areia etc., para a obtenção de um caldo de melhor qualidade e aumento da vida útil dos equipamentos. Esta lavagem nunca é feita na cana picada, pois isto ocasionaria um arraste de sacarose pela água.

Há uma tendência de redução ou eliminação do sistema de limpeza da cana com água. A alternativa são os sistemas de limpeza a seco que além de eliminar a água, permitem a remoção de parte das impurezas vegetais, cuja proporção tem aumentado em função do aumento da colheita mecanizada e colheita de cana crua.

Preparo da cana

A mesa alimentadora controla a quantidade de cana sobre uma esteira metálica que a transfere ao setor de preparo. O intuito do preparo da cana é aumentar a sua densidade e a capacidade de moagem, além de realizar o máximo rompimento das células para liberação do caldo nelas contido, obtendo-se, assim, uma maior extração.

Moagem

A cana é constituída essencialmente de caldo e fibra. O açúcar está dissolvido no caldo; dessa forma o objetivo principal é extrair a maior parte deste caldo. Existem dois processos de extração: a moagem e a difusão.

A moagem consiste em deslocar o caldo contido na cana fazendo a cana passar entre dois rolos, submetidos à pressão e rotação. Um objetivo secundário da moagem, porém importantíssimo, é a produção de um bagaço final em condições de propiciar uma queima rápida nas caldeiras.

Embebição

A cana, ao passar pela moenda, tem o seu caldo removido. A adição de água ao bagaço é a embebição e serve para diluir o caldo que sobrou no bagaço, aumentando a extração de sacarose.

Na passagem da cana pelas moendas ocorre uma queda de fragmentos de cana ou bagaço, denominados bagacilhos, cuja quantidade deve ser controlada, uma vez que a queda excessiva aponta deficiência no ajuste das moendas. O bagacilho que deixa as moendas junto com o caldo misto é peneirado e retorna ao sistema de moagem, enquanto o caldo misto, já livre da maior parte do bagacilho, é enviado para a fabricação de açúcar ou álcool.

Difusão

Outro processo de extração da sacarose da cana é a difusão, o qual ainda é pouco utilizado no Brasil, e cuja tecnologia aproveita etapas do processo de moagem:

- Difusão: Preparo da cana > Difusão > remoção de água.

1.2.4. Geração de energia

Após a extração do caldo, obtém-se o bagaço, composto de fibra (46%), água (50%) e sólidos dissolvidos (4%). A quantidade de bagaço obtida varia de 240 a 280 kg de bagaço por tonelada de cana, de acordo com os dados do caderno Copersucar. Vale lembrar que o açúcar nele contido representa uma das perdas do processo.

O bagaço é queimado nas caldeiras e a energia liberada transforma água em vapor. O vapor gerado é utilizado no acionamento das turbinas onde ocorrerá a transformação da energia térmica em energia mecânica. Estas turbinas são responsáveis pelo acionamento dos picadores, desfibradores, moendas etc. e também pelo acionamento dos geradores para a produção da energia elétrica necessária nos vários setores da indústria. O vapor liberado por estas turbinas é denominado vapor de escape, que é reaproveitado como a energia básica necessária no processo de fabricação de açúcar e de álcool.

1.2.5. Tratamento primário do caldo

O tratamento primário objetiva a máxima eliminação das impurezas insolúveis (areia, argila, bagacilho etc.) presentes no caldo de cana, cujos teores variam de 0,1 a 1%, de acordo com o caderno Copersucar. A eliminação deste material beneficia o processo e aumenta a eficiência dos equipamentos instalados, contribuindo para a obtenção de produtos finais de melhor qualidade.

1.2.6. Tratamento químico do caldo

Apesar do tratamento preliminar citado, o caldo de cana contém, ainda, impurezas menores, que podem ser solúveis, coloidais ou insolúveis. Nesse sentido, o tratamento químico visa à eliminação destas impurezas por sedimentação. É necessário, ainda, fazer a correção do pH para evitar decomposição da sacarose. O caldo tratado pode, então, ser enviado à fabricação de açúcar ou de álcool.

Aquecimento

O aquecimento do caldo é realizado em equipamento denominado trocador de calor, que o aquece com a finalidade de acelerar e facilitar a coagulação e floculação de não-açúcares protéicos, emulsificar graxas e ceras, ou seja, acelerar o processo químico.

Sedimentação

É a etapa de purificação do caldo através da decantação. O caldo decantado é enviado ao setor de evaporação para concentração. As impurezas sedimentadas constituem o lodo, que normalmente é transportado ao setor de filtração, para recuperação do açúcar nele contido.

Filtração

O lodo retirado do decantador recebe a adição de, aproximadamente, 5 kg de bagacilhos/TC, segundo caderno Copersucar, que agirão como auxiliar de filtração. Esta filtração objetiva recuperar o açúcar contido no lodo. O material retido no filtro recebe o nome de torta e é enviado à lavoura para ser utilizado como adubo.

Evaporação

O caldo obtido nos decantadores é submetido a um processo de concentração via eliminação da água presente.

Cristalização do açúcar

Após deixar os evaporadores, o xarope é enviado a outra etapa de concentração quando ocorrerá a formação dos cristais de açúcar, devido à precipitação da sacarose dissolvida na água. Há dois tipos de cristalização: cristalização evaporativa ou cozimento e cristalização por resfriamento.

Centrifugação do açúcar

Dos cristalizadores, a massa cozida resfriada segue para o setor de centrifugação e é descarregada nas centrífugas. A ação da força centrífuga faz com que o mel atravesse as perfurações da tela do cesto, ficando detidos, em seu interior, somente os cristais de sacarose. O processo se completa pela lavagem do açúcar com água e vapor. O mel removido é coletado em um tanque e retorna aos cozedores para recuperação do açúcar dissolvido ainda presente. A partir deste ponto, o mel passa a ser denominado melaço e é enviado para a fabricação de álcool.

Secagem

O resfriamento e a secagem do açúcar são realizados em um secador. Após essa etapa, o açúcar está pronto para ser enviado ao ensaque. Vale lembrar que o ar que passa pelo secador arrasta consigo

uma pequena quantidade de pó de açúcar, sendo, portanto necessária a lavagem deste ar para recuperação do açúcar arrastado.

Ensaque, pesagem e armazenamento do açúcar

Do secador, o açúcar é recolhido para a operação de ensaque e pesagem. Máquinas de costura industriais realizam o fechamento do saco, que, então, está pronto para a armazenagem. O açúcar é armazenado em sacos de 50 kg e em locais previamente determinados, facilitando o controle de qualidade. A eficiência global dos processos de fabricação de açúcar e álcool está em média em torno de 87%, de acordo com o caderno Copersucar.

1.2.7. Fabricação do Álcool

No Brasil, além do açúcar e do melaço, que é um subproduto da produção do açúcar, o caldo da cana é utilizado também na produção de álcool. Este é obtido após a fermentação do caldo ou de uma mistura de melaço e caldo. Entretanto, antes de ser enviado ao processo fermentativo, o caldo deve receber um tratamento de purificação.

Tratamento do caldo para destilaria

Após passar pelo tratamento primário, descrito, anteriormente, o caldo deverá sofrer pasteurização com aquecimento e resfriamento imediato. Um tratamento mais completo implica adição de cal, aquecimento e posterior decantação. Livre de impurezas (areia, bagacilho etc.) e esterilizado, o caldo vai para a destilaria.

Fermentação

Preparação do mosto

O mosto é uma solução de açúcar cuja concentração foi ajustada para facilitar a sua fermentação. É constituído de méis e caldo.

Preparo do fermento

O processo de fermentação mais utilizado nas destilarias do Brasil tem a característica de recuperar leveduras através da centrifugação do vinho.

Fermentação propriamente dita

É nesta fase que os açúcares são transformados em álcool. Durante a reação, ocorre liberação de gás carbônico, a solução aquece-se e há formação de alguns produtos secundários como: álcoois

superiores, glicerol, aldeídos etc. O tempo de fermentação varia de 4 a 12 horas. Ao final deste período praticamente todo o açúcar já foi consumido, com a conseqüente redução da liberação de gases.

Ao terminar a fermentação, o teor médio de álcool é de 7 a 10%, segundo dados do caderno Copersucar, e a mistura recebe o nome de vinho fermentado. Devido à grande quantidade de calor liberado durante o processo e à necessidade da temperatura ser mantida baixa (34°C), é preciso realizar o resfriamento do vinho, o qual é bombeado com água em contracorrente.

Centrifugação do vinho

Após a fermentação, o vinho é enviado às separadoras centrífugas para recuperação do fermento. O concentrado do fermento recuperado, denominado leite de levedura, retorna às cubas para o tratamento.

Destilação

Segundo o caderno Copersucar, o vinho que vem da fermentação possui, em sua composição 7 a 10°GL (% em volume) de álcool, além de outros componentes de natureza líquida, sólida e gasosa. Dentro dos líquidos, além do álcool, encontra-se a água com teores de 89 a 93%, glicerina, álcoois homólogos superiores, furfural, aldeído acético, ácidos succínico e acético etc. Já os sólidos são representados por bagacilho, leveduras e bactérias, açúcares não-fermentescíveis, sais minerais, matérias albuminóides e outros, e os gasosos, principalmente pelo CO₂ e SO₂.

O álcool presente neste vinho é recuperado por destilação através dos diferentes pontos de ebulição das diversas substâncias voláteis presentes, separando-as. A operação é realizada com a destilação propriamente dita, a retificação, a desidratação e a debenzolagem.

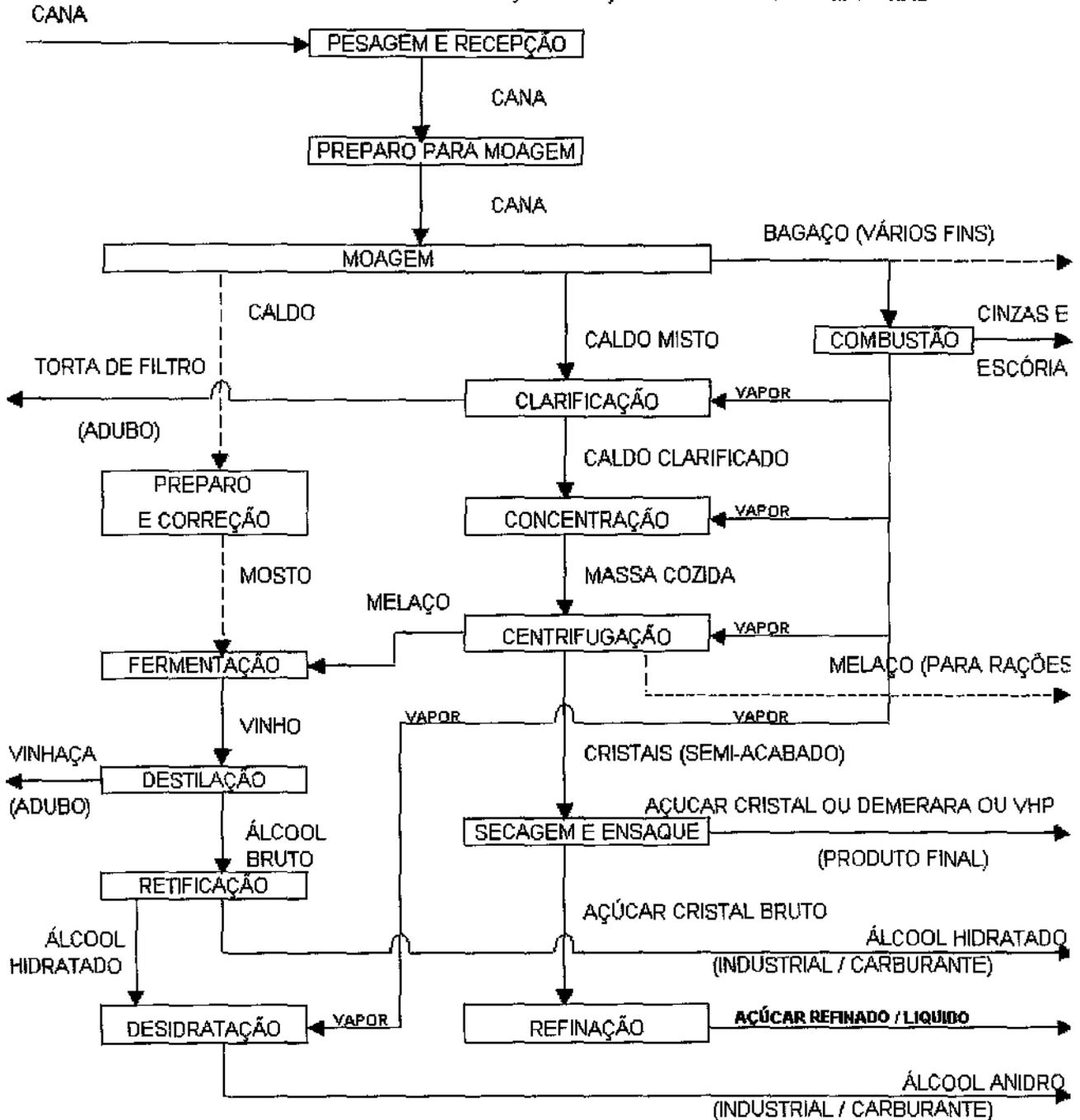
O etanol é separado do vinho. A destilação elimina ainda impurezas (ésteres e aldeídos). A vinhaça, retirada a uma proporção aproximada de 13 litros para cada litro de álcool produzido, é constituída de água, sais, sólidos em suspensão e solúveis e é utilizada na lavoura como fertilizante.

O álcool hidratado, produto final dos processos de destilação e retificação, é uma mistura binária álcool-água que atinge um teor da ordem de 96°GL. Este álcool hidratado pode ser comercializado desta forma ou pode sofrer um processo de desidratação. Os álcoois produzidos, hidratado e anidro, são quantificados através de medidores de vazão ou tanques calibrados e são enviados para armazenagem em tanques de grande volume, onde aguardam sua comercialização.

Segue um quadro síntese da produção de açúcar e álcool em usinas.

Esquema 1

ESQUEMA SIMPLIFICADO DA PRODUÇÃO DE AÇÚCAR E DE ÁLCOOL EM USINAS



Fonte: SZMRECSANYI, 1979, p. 122

1.3. Situação atual e perspectivas da agroindústria canavieira do Centro/Sul

Os anos da década de 1990 marcaram uma importante mudança para a agroindústria canavieira do centro/sul do Brasil, pois aprofundou-se a desregulamentação, com o fim do controle estatal sobre quase a totalidade de suas atividades. As características que vieram da fase de controle por parte do Estado, “produção agrícola e fabril sob controle das usinas, heterogeneidade produtiva, baixo aproveitamento de subprodutos, competitividade fundamentada nos baixos salários e na expansão extensiva da produção” (BELIK e VIAN, 2002, p.69), explicitaram as debilidades do complexo.

Durante a época da intervenção do Estado, os instrumentos usados eram as quotas de produção e exportação, subsídios e controle da implantação de novas unidades. Com o fim da intervenção, a eliminação do controle à entrada na produção de açúcar e álcool, a liberalização dos preços (açúcar, álcool e cana) e a saída do governo do monopólio das exportações de açúcar são algumas das mudanças lembradas por RAMOS (1999).

Além do esgotamento do modelo de intervenção governamental, o setor conviveu nos últimos anos com períodos de excesso de oferta; de baixas cotações no mercado internacional de açúcar; de persistência do protecionismo nos países consumidores; de câmbio valorizado até 1998; de escassez de financiamentos externos e do governo; de baixos preços para o álcool e desestímulo para a sua produção devido à competição com o petróleo. Em 1997, um importante marco foi o advento do decreto proibindo a queima da cana (implementação em oito anos nas áreas onde a colheita pode ser mecanizada e em quinze anos onde a topografia dificulta o emprego de colheitadeiras).

É nesse contexto que as empresas do complexo são incentivadas a adotarem novas estratégias competitivas. Apesar de, recentemente, o mercado de açúcar estar com expectativas otimistas quanto à possibilidade da redução dos subsídios agrícolas nos países europeus e nos Estados Unidos, e de o mercado de álcool também apresentar promissoras perspectivas para a exportação desse produto, as empresas do setor não devem ter por intenção focalizar suas metas somente nos mercados de seus dois produtos. A co-geração, ao fazer uso de um resíduo da produção de açúcar e álcool, aparece como uma das oportunidades que tem o complexo, dada a multiplicidade de usos da sua matéria-prima fundamental (a cana-de-açúcar), de buscar maior eficiência produtiva. O melhor aproveitamento da matéria-prima, com seu bagaço sendo empregado para gerar energia elétrica, portanto, encaixa perfeitamente com as necessidades do setor. Resta verificar até que ponto o ambiente institucional não se apresentará como um obstáculo.

Evidencia-se, no complexo, um processo, iniciado na década de 1990, de concentração/centralização de capitais que pode estar bastante relacionado ao fim do apoio estatal. “Os capitais têm buscado novas formas de sustentação e de perspectivas de crescimento, acirrando-se a concorrência interna no complexo” (RAMOS, 1999, p. 18). Dessa forma, possibilidades para elevar a eficiência do complexo vêm sendo tentadas: pesquisas para aumentar a quantidade de açúcar e álcool por hectare de cana colhida; esforços para um melhor aproveitamento dos subprodutos (utilização do bagaço da cana para fins como a co-geração de energia elétrica) e busca de fontes alternativas de receitas como rendas de *royalties* de novas variedades de cana.

Diferenciação de produto (novas marcas de açúcar refinado, embalagens diversas, açúcar *light*, líquido e orgânico); diversificação produtiva (co-geração de energia elétrica, produção de suco de laranja, confinamento de gado) e especialização produtiva (automação da produção industrial, mecanização da agricultura, melhora da logística de transporte, terceirização agrícola e industrial) são algumas das novas estratégias competitivas do setor, tendo em vista a nova institucionalidade e os problemas criados ou não resolvidos (RAMOS, 1999). Vale lembrar que as estratégias do setor não se limitam ao campo produtivo: apresentam-se também estratégias financeiras, como as fusões e aquisições (aquisição para expansão ou para entrada em novas regiões) e os grupos de comercialização de açúcar e álcool (estruturação de sistemas de comercialização e parcerias para exportação de açúcar e álcool) (BELIK e VIAN, 2002, p.81).

Assim sendo, percebe-se que, tendo a política de intervenção estatal no complexo canavieiro nacional sido responsável por uma estrutura de baixa competitividade, o encerramento de tal política obrigou as empresas do setor a adotarem estratégias diferenciadas, em relação às anteriores, em busca de competitividade nacional e internacional.

CAPÍTULO 2: O SETOR ELÉTRICO NACIONAL E A CO-GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA PELO COMPLEXO AGROINDUSTRIAL CANAVIEIRO

O objetivo deste capítulo é apresentar em que medida as características do setor elétrico nacional são indutoras, limitam ou impõem dificuldades para o aproveitamento da oportunidade da co-geração de energia elétrica através do bagaço da cana-de-açúcar.

2.1. A reforma do setor elétrico nacional na década de 1990

O setor elétrico brasileiro constituiu-se a partir de 1930 através do capital privado, tendo o Estado uma ação reguladora (a empresa Light era a principal responsável pelo abastecimento no eixo Rio - São Paulo, segundo BARTHOLOMEU, 2001). A partir de 1945, o Estado passou a investir na geração e transmissão de energia elétrica, tomando o espaço da iniciativa privada. É característico da década de 1970 um Estado empreendedor em um setor cujas indústrias são intensivas em capital, necessitam de largo volume de investimentos de longo prazo de maturação e também apresentam crescentes economias de escala, o que torna favorável a constituição de monopólios verticalmente integrados.

O setor de energia elétrica organiza-se por uma indústria de rede que interliga unidades produtoras e consumidores. Geração, transmissão, distribuição e comercialização de eletricidade são as etapas da cadeia produtiva.

A transmissão e a distribuição são etapas que “apresentam características de monopólio natural pela anti-economicidade em se duplicar tais redes” (CASAGRANDE, 2003, p.63). Por outro lado, com o surgimento de novas tecnologias de produção de energia, que possibilita redução da escala mínima de produção, a atividade da geração se torna executável em regime de concorrência.

Até a década de 1990 o setor elétrico nacional era totalmente estatizado. A geração e a transmissão eram exercidas por grandes empresas federais verticalizadas e a distribuição por empresas estaduais que, em alguns casos, operavam ativos de geração, transmissão e distribuição de energia. A Eletrobrás era encarregada do planejamento da operação e da expansão do sistema e também agia como agente financiador setorial. O segmento da geração integrava verticalmente os ativos de transmissão e o segmento da distribuição integrava os da comercialização. Além disso, o consumidor não podia escolher seu fornecedor (SOUZA, 2000).

Podemos procurar entender o objetivo das reformas pelas quais passou o setor elétrico, nos anos da década de 1990, a partir da necessidade da instituição da concorrência no setor tendo em vista as dificuldades por que ele passava: falta de condições das estatais na expansão do sistema (crise da dívida fiscal), o endividamento público, o controle das tarifas públicas para contenção da inflação e o mau gerenciamento das empresas. Portanto, estavam sendo verificados fatores que impactavam negativamente nos investimentos e nas condições financeiras das concessionárias estatais (SOUZA, 2000).

O processo de reestruturação do setor de eletricidade teve início em 1991, com o então Presidente Fernando Collor, em seu Plano Nacional de Desestatização, e aprofundou-se no governo de Fernando Henrique Cardoso, iniciado em 1995, quando pesava o aumento na taxa de crescimento do consumo de energia elétrica em relação ao crescimento do PIB, tendo em vista a elevação do poder aquisitivo da população com o Plano Real. Os motivos da reestruturação eram apresentados assim: busca de redução de custos para aumento de competitividade da indústria nacional e para maior atração de capitais, necessários para novos investimentos no setor e procura por elevação das receitas do governo através de privatizações. Motivos esses baseados na dificuldade de financiamento de novos investimentos e nos problemas de eficiência econômica que eram claros na época da reestruturação (BRAGA, 2002).

Dentre as medidas tomadas nos anos de 1995 e 1996, podem ser destacadas: -estabelecem-se dois segmentos, o de transmissão e o de comercialização, ou seja, tais segmentos se separam dos ramos aos quais pertenciam (limites ao *market share* das geradoras com as desverticalizações, transmissão permanecendo regulada já que possui características de monopólio, consumidores cativos continuando fixos a um distribuidor que permanece monopolista e, por fim, ativos de comercialização ainda monopolistas para os consumidores cativos, enquanto que para os livres, há a opção de compra de energia de comercializadores que atuam como corretoras, de produtores independentes de energia e de distribuidoras verticalizadas) - estabelecimento do conceito de consumidores livres (consumo médio acima de certos patamares dá a tais consumidores opções de escolha acerca de quem adquirir energia); - livre negociação entre as empresas; - entrada de novos agentes em todos os segmentos da energia; - redução dos contratos iniciais, a partir de 2003 a energia contratada “velha” seria descontratada em busca de melhores contratos (a idéia do governo era possibilitar a valorização de suas geradoras com a descontração dessa energia “velha”); - criação do regime de produção independente de energia (o produtor tem liberdade para escolher o montante, os preços e o comprador da energia por ele

produzida); - instituição do livre acesso às redes de transmissão e distribuição para qualquer usuário desde que o interessado pague pelo seu uso; - novos regimes tarifários; - criação da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) em 1996 com o objetivo de estabilizar regras e políticas setoriais, consistindo em um “órgão regulador do setor elétrico, com função de regular e fiscalizar todos os segmentos da cadeia produtiva”, pode se dizer também que é “árbitro entre os interesses do Estado e os diversos agentes do setor elétrico, sendo responsável pela licitação das concessões e fiscalização dos contratos no setor elétrico”(SOUZA, 2000, p.24).

Podemos resumir as características do modelo que surgia em meados da década de 1990: “a desverticalização das atividades de geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia; a liberalização das atividades de geração e comercialização, consideradas competitivas; e o livre acesso aos sistemas de transmissão e distribuição, que permaneceram sob forte regulação” (CASAGRANDE, 2003, p.71).

A partir de 1996, efetivou-se o “Projeto de Reestruturação do setor elétrico brasileiro” - Projeto ReSEB. Os anseios de tal projeto eram: a) assegurar fornecimento de energia elétrica para o País; b) condições para o incentivo da concorrência nos segmentos do setor; c) apoio para potenciais hidrelétricos econômicos como fonte maior de energia; d) condições para continuidade do programa de privatização (CASAGRANDE, 2003).

O livre comércio de energia no atacado foi outra medida estabelecida dentro do intuito de elevação do grau de concorrência no setor. Com isso, as distribuidoras passaram a ter liberdade na escolha de seu fornecedor de energia, assim como os consumidores já a tinham com a instituição de consumidores livres, de flexibilização do regime de geração e de livre acesso. A criação do Mercado de Atacado de Energia (MAE), “mercado de curto prazo para liquidação das diferenças entre os contratos bilaterais e as contagens físicas efetivamente verificadas” (CASAGRANDE, 2003, p.74), ou seja, uma espécie de bolsa de energia substituta do antigo sistema de preços de geração e contratos renováveis de suprimento, e a do Operador Nacional do Sistema (ONS), em 1998, “ agente responsável pela operação centralizada do sistema interligado” (CASAGRANDE, 2003, p.74), foram mudanças institucionais que buscaram possibilitar o comércio de energia no atacado. Vale lembrar algumas das funções estabelecidas para o ONS: planejamento operacional dos segmentos de geração e transmissão; responsabilidade na administração do transporte de eletricidade do país; planejamento de investimentos necessários para o período de até cinco anos; garantias de investimentos no segmento de transmissão; contabilização de energia negociada no MAE, entre outras.

Decreto-se, no ambiente organizado para compra e venda de energia via contratos bilaterais de longo prazo e de curto prazo (preço acordado entre as partes) e negociações no mercado *spot* (preço dado pela otimização do sistema elétrico), ou seja, no MAE, a participação de concessionários e autorizados a explorar serviços de geração (detentores de geradoras) com capacidade instalada igual ou maior a 50 megawatts (MW). Agentes autorizados a importar 300 GWh/ano ou mais também deviam participar. Além deles, os comercializadores com mercado igual ou maior de 300 GWh/ano e exportadores de energia desse mesmo volume eram convocados ao MAE. Já os autoprodutores com geração de capacidade instalada igual ou maior a 50MW tinham participação facultativa (SOUZA, 2000).

Vale lembrar que originalmente foi estabelecido que os agentes do MAE que não possuísem usinas de geração podiam comercializar até 15% da energia requerida pelo consumidor final no mercado de curto prazo (via mercado *spot* ou contratos bilaterais). Os outros 85% deveriam ser comercializados com contratos de longo prazo.

O preço no mercado *spot* varia conforme o risco de déficit do sistema e sua capacidade de atender à demanda. Sendo a fonte hidráulica a principal origem de geração elétrica atual no Brasil, os preços são voláteis, já que os custos marginais oscilam conforme períodos de chuva e de seca.

Apesar da volatilidade de seus preços, o mercado de curto prazo apresenta funções significativas como a de indicar o valor de curto prazo da energia e de ser sinal econômico para futuros investimentos no setor e para contratação de energia a longo prazo.

Com relação à geração de energia, eram feitas concessões de produção, em leilões, para aqueles que dessem a maior oferta. Dessa forma, licitações das concessões eram executadas para geradores que se propusessem a pagar mais.

2.2. Os problemas da reforma da década de 1990

Durante as privatizações em setores estratégicos nacionais, como no caso do setor de energia, os recursos envolvidos se direcionaram para a modernização e para a melhoria de operacionalização da comercialização/distribuição. Novos investimentos para elevação da capacidade produtiva não foram significativos (BRAGA, 2002). O segmento da geração permaneceu sob dominação estatal, enquanto que no da distribuição passou a vigorar forte presença da iniciativa privada. Nesse sentido, a grave

crise pela qual passou o setor em 2001 tem suas causas nos próprios problemas intrínsecos à reforma que se verificava no setor.

A concepção de que a atividade de geração pode ser considerada competitiva não levava em conta as barreiras à entrada de novas geradoras de energia no setor, ou seja, esqueceu o poder de mercado das grandes hidrelétricas e a dificuldade da concorrência entre as geradoras, tendo em vista que o setor elétrico brasileiro é dividido em quatro submercados de energia; que a coordenação dá pouca liberdade aos geradores para definir os montantes a serem produzidos; que os problemas de governança no MAE e no ONS são significativos; e que há entraves para a expansão do sistema (CASAGRANDE, 2003).

De acordo com a análise de CASAGRANDE (2003, p.96), nas atuações do governo havia um certo dilema “mercado *versus* coordenação” implícito nas buscas de liberalização da comercialização de energia com a criação de um mercado propício e na necessidade de coordenação entre usinas hidrelétricas para obtenção de melhor eficiência operacional. Tal dilema precisaria ser resolvido para que a estrutura institucional do setor desse condições para seu funcionamento.

É interessante notar que o setor elétrico, na década de 1990, passou por dois processos que muitas vezes são erroneamente confundidos: o da reestruturação e o das privatizações. A reestruturação indicava uma reorganização do setor e das suas instituições. Já as privatizações ilustravam expectativas de redução do déficit público (ganho de receita para amortização de dívidas), redução da dívida externa (com entrada de divisas) e redução de tarifas (com a eficiência da gestão privada sendo transmitida ao consumidor). Vale, portanto, procurar não confundir os dois processos e neles suas conseqüências para o desempenho posterior do setor elétrico. Nesse sentido, podemos indicar como resultado das privatizações o aumento da dívida pública interna devido à elevação dos juros implementada para uma maior atração de capitais externos (período pós 1994), o aumento da dívida externa dado pela valorização do real que implicou em maiores importações e, conseqüentemente, em maiores encargos para o Balanço de Pagamentos, e também o crescimento das tarifas de energia principalmente por elevação dos custos não gerenciáveis ligados ao câmbio e aos encargos governamentais (FILHO, 2003).

Enfim, em relação aos problemas da reforma podemos destacar o fraco desempenho dos investimentos para elevação de capacidade produtiva, que se verificou com o processo de privatizações. Em 2001 o racionamento de energia exigido ilustrou a possibilidade da falta de energia.

2.3. A relação entre o setor elétrico nacional e a atividade da co-geração de energia no complexo agroindustrial canavieiro

2.3.1. Caracterização do setor elétrico nacional

Tendo o Brasil grandes bacias hidrográficas (alto volume de recursos hídricos) e boas condições topográficas, a opção da energia elétrica de fonte hidráulica é a mais empregada. Além disso, fatores como escalas de produção e economias de escala, dadas pela interligação via sistemas de transmissão, tornam os custos marginais da energia vinda das hidrelétricas bastante baixos quando comparados a outras fontes de energia.

Assim sendo, com fontes alternativas não possibilitadas de produzir com custos marginais inferiores aos das usinas hidrelétricas, a competição no setor normalmente apareceu muito limitada. Ademais, as barreiras à entrada no setor têm se apresentado elevadas devido aos custos de instalação da indústria de energia. Nessa linha, um obstáculo é a necessidade de extensas malhas de linhas de transmissão, já que os centros geradores se situam distantes dos centros consumidores. Vale apontar para a divisão de operações dentro do país: o sistema elétrico Sul/Sudeste/Centro Oeste, onde há larga malha de transmissão, poucos grandes produtores, muitos consumidores e alto consumo *per capita*; o sistema Norte/Nordeste com poucas geradoras e pequena malha de transmissão e os sistemas isolados do Norte, nos quais prevalecem altos custos e baixo consumo (SOUZA, 2000).

As usinas termelétricas apenas complementam o abastecimento hidráulico já que têm custos marginais mais elevados e pela sazonalidade dos fluxos de água que seguem os períodos chuvosos e secos.

Através das Tabelas 3 e 4 percebemos o claro domínio da energia hidráulica e do petróleo na matriz energética brasileira (cerca de 71% juntos em 2000). A participação da lenha e da cana-de-açúcar representou aproximadamente 20% das nossas fontes primárias.

Tabela 3: Produção de energia elétrica no Brasil por fonte de geração (1988-1998), em GWh

Ano	Bagaço ¹	Carvão	Gás Natural	Hidro	Lenha	Lixívia	Óleo Combustível	Diesel	Outras Fontes ²
1988	1878	132		3546	545	691	1687	330	2362
1989	1784	108		3586	520	782	1718	323	2142
1990	1744	103	654	3114	612	1003	1946	389	2344
1991	1876	108	739	3173	571	999	1881	386	2699
1992	2066	200	387	2760	790	1798	1863	345	2810
1993	2017	229	388	3370	864	1679	2024	352	3114
1994	2314	287	479	3238	666	2165	1869	356	2790
1995	2574	276	560	3449	646	2195	2103	378	2741
1996	3593	322	973	4324	669	2273	2130	709	2950
1997	3880	247	1107	4386	727	2509	2070	853	3357
1998	3979	267	1171	4980	687	2526	2112	1055	3613

Fonte: Ministério de Minas e Energia – MME (1999), retirado de Souza e Burnquist (2000, p. 27).

¹ O montante inclui o consumo próprio das usinas sucroalcooleiras e comercializado com as concessionárias.

² Refere-se às seguintes fontes de geração: gás de cozinha, outros resíduos e outras fontes secundárias.

Fonte: BARTHOLOMEU (2001)

Tabela 4: Produção de energia primária (%)

FONTES	1985	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000
ENERGIA PRIMÁRIA NÃO RENOVÁVEL	26,3	27,0	27,0	28,8	29,4	31,8	33,9	37,0
PETRÓLEO	19,4	21,5	21,1	22,7	23,1	25,4	27,3	29,8
GÁS NATURAL	3,7	4,1	4,7	5,1	5,1	5,3	5,7	6,0
CARVÃO VAPOR	1,8	1,1	1,2	1,0	1,1	1,0	1,0	1,1
CARVÃO METALÚRGICO	0,6	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
URÂNIO (U3O8)	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
ENERGIA PRIMÁRIA RENOVÁVEL	73,7	73,0	73,0	71,2	70,6	68,2	66,1	63,0
ENERGIA HIDRÁULICA	36,5	40,5	44,5	44,0	43,7	43,2	41,9	41,9
LENHA	23,0	19,0	13,9	12,4	11,5	10,7	10,5	10,1
PRODUTOS DA CANA-DE-AÇÚCAR	13,1	12,1	12,8	13,0	13,6	12,5	11,8	9,2
OUTRAS FONTES PRIM. RENOVÁVEIS	1,1	1,4	1,7	1,7	1,8	1,7	1,9	1,9
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: MME (Balanço Energético Nacional 2001)

2.3.2. A reestruturação do setor elétrico nacional no final da década de 1990 e a atividade da co-geração no setor sucroalcooleiro

Antes da reforma do setor, a única opção de comercialização para os co-geradores era a forma tradicional: a venda para as grandes distribuidoras locais de eletricidade (SOUZA, 2000). Tendo sido construído um novo perfil para o setor elétrico a partir da década de 1990, novas formas de comercialização de energia surgiram de maneira a favorecer os co-geradores do complexo

agroindustrial canavieiro. Além disso, a garantia de compra da energia por mais empresas a um preço do MWh (megawatt-hora) suficiente para remunerar os investimentos aparecia como um estímulo para que os co-geradores permanecessem no mercado de eletricidade (BARTHOLOMEU, 2001).

Inseridas no novo ambiente institucional do setor elétrico, algumas das novas formas de comercialização podem ser destacadas: vendas para concessionárias de serviço público de energia elétrica; para consumidores livres; para comercializadores; para consumidores integrantes de complexo industrial ou comercial; para um conjunto de consumidores em condições acertadas com o concessionário local de distribuição e até para qualquer consumidor que provar à Aneel não ter o distribuidor local lhe assegurado energia em até 180 dias (SOUZA, 2000).

Os produtores independentes de energia das usinas de cana-de-açúcar são caracterizados por possuírem empreendimentos de pequena escala e de curto prazo de maturação quando comparados aos das grandes hidrelétricas. Tais produtores independentes têm de firmar contratos de uso dos sistemas de transmissão com o ONS e contratos de conexão com a distribuidora, estabelecendo responsabilidades pela implantação, operação e manutenção das instalações de conexão (SOUZA, 2000).

Os investimentos nos sistemas de co-geração têm custo médio por Kw instalado de US\$ 300 a US\$ 1150, valores menores que os necessários nas hidrelétricas. Apesar disso, a co-geração exige aportes financeiros significativos com amortização a longo prazo, ou seja, requer linhas de financiamento específicas, tendo em conta a situação atual do complexo agroindustrial canavieiro (SOUZA, 2000).

Em relação ao preço da energia, estabeleceu-se a possibilidade de contratos entre distribuidoras e produtores com preços acordados livremente entre eles. O limite estaria no repasse do preço de aquisição da energia ao preço cobrado dos consumidores, por parte das distribuidoras. A fórmula do custo de compra indicaria o reajuste anual a ser aplicado aos consumidores cativos por suas distribuidoras. A Aneel havia decretado um valor normativo (VN) com influência direta sobre o preço de repasse e baseado nos preços de compra de energia de curto prazo. Para o desenvolvimento de fontes alternativas de energia, como as fontes renováveis, a Aneel fixaria o valor normativo alto para elas quando comparado ao valor estabelecido às demais fontes de energia (SOUZA, 2000).

Assim sendo, como meio de incentivo para as distribuidoras contratarem energia vinda da co-geração pelo bagaço da cana, apareceu a fixação do valor normativo para o fornecedor de energia, que influencia diretamente a formação do preço de repasse e indiretamente o reajuste anual, a ser usado

pelas distribuidoras, ao consumidor. A concorrência pela compra de energia também surgiu como meio para incentivar a compra de energia co-gerada.

Em um próximo tópico, porém, serão apresentadas algumas mudanças recentes para o novo modelo do setor elétrico, e dentre elas estará, a substituição do valor normativo.

Outro ponto positivo da reestruturação do setor elétrico que merece ser lembrado é a possibilidade da comercialização da energia co-gerada não só com a distribuidora local. A partir da introdução das novas formas de comercialização, com uma quebra contratual, o co-gerador pode negociar a venda de energia com outros interessados. Além disso, co-geradores inseridos na área de concessão de alguma distribuidora tem menores custos na venda para esse distribuidor de maneira que é incentivado a firmar contratos com essa distribuidora (SOUZA, 2000).

Dessa maneira, alternativas de comercialização da energia co-gerada podem promover mudanças nas relações entre as distribuidoras locais e os co-geradores, de forma a melhorar a remuneração desses últimos.

Apesar da instituição do MAE, isto é, das negociações bilaterais de curto prazo, de longo prazo e no mercado spot (curto prazo), algumas das características dos co-geradores e dos demais agentes do setor demonstram que os contratos de longo prazo são os mais procurados. Para o consumidor livre, a preferência por tais contratos é baseada na incerteza quanto ao fornecimento e ao preço da energia nos mercados de curto prazo. Quanto aos co-geradores, os fatores estimuladores da adoção de contratos de longo prazo são a incerteza, a falta de atuação (tradição) nos mercados de curto prazo e a possibilidade da ruptura do contrato de curto prazo, o que obrigaria a paralisação do processo produtivo durante o tempo de espera até a contratação de um novo comprador. Portanto, até que a reestruturação avance rumo ao fortalecimento dos mercados de curto prazo, os contratos de longo prazo serão os preferidos (SOUZA, 2000).

Percebe-se portanto que, apesar da indefinição do governo quanto ao dilema *mercado* (liberalização da comercialização de energia) *versus* *coordenação* (coordenação entre usinas hidrelétricas) na reestruturação do setor elétrico na década de 1990 (CASAGRANDE, 2003), os co-geradores puderam verificar importantes avanços rumo a uma melhor inserção nas atividades de tal setor.

CAPÍTULO 3: CARACTERIZAÇÃO DA CO-GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA PELO COMPLEXO AGROINDUSTRIAL CANAVIEIRO, IMPASSES E PERSPECTIVAS DO NOVO AMBIENTE INSTITUCIONAL

3.1. O processo da co-geração

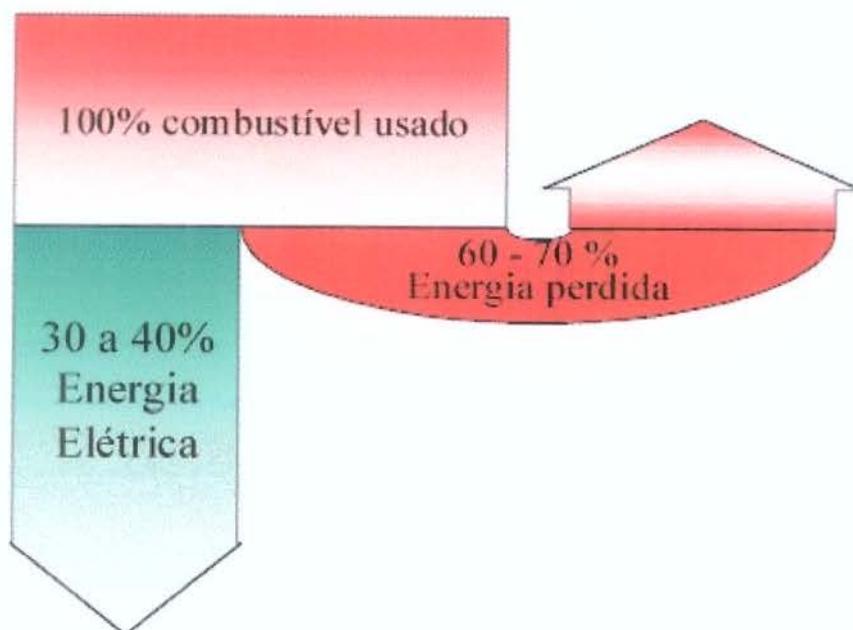
Entende-se por co-geração o processo de produção simultânea de energia elétrica e energia térmica através de um mesmo combustível, que pode ser petróleo, gás natural, carvão, diesel ou biomassa (SOUZA, 2000).

Os co-geradores podem ser classificados por dois tipos: 1) os autoprodutores, aqueles (pessoas, empresas, consórcios detentores de concessão) que produzem energia elétrica para consumo próprio e com necessidade de prévia permissão, dada pela Aneel, podem comercializar a energia excedente; 2) os produtores independentes (empresas, consórcios detentores de concessão), aqueles que produzem regularmente energia elétrica, parcialmente ou na sua totalidade, para comercialização por sua responsabilidade e risco (SOUZA, 2000).

No caso de uma geração termelétrica (Figura 1), o acionamento de seu gerador exige um combustível cuja energia nele contida, em grande parte, é transformada em calor e perdida para o meio ambiente. Independentemente do tipo de combustível e do motor (a explosão, turbina a gás ou a vapor), no máximo 40% da energia do combustível usado em um gerador pode ser transformada em energia elétrica (INEE, 2003).

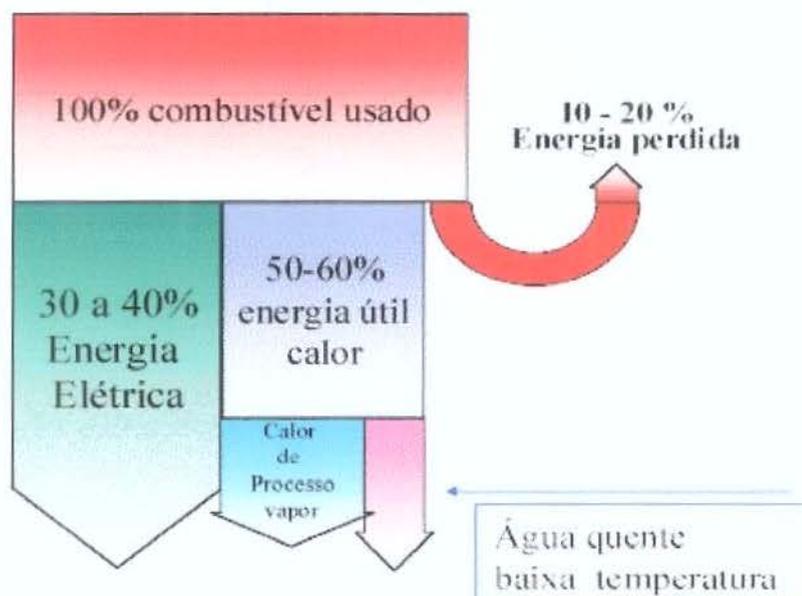
Entretanto, com a tecnologia da co-geração (Figura 2), o calor produzido na geração elétrica é utilizado no processo produtivo sob a forma de vapor. Assim, a eficiência energética é ampliada, tornando útil até 85% da energia do combustível (INEE, 2003).

Figura 1: Geração termelétrica antes da co-geração



Fonte: INEE, 2003

Figura 2: Com a co-geração



Fonte: INEE, 2003

Porém, com o calor só podendo ser usado perto do equipamento, as instalações de co-geração ficam limitadas a unidades pequenas quando comparadas com as geradoras das concessionárias. Nesse sentido, a co-geração acaba por perder competitividade para a eletricidade produzida nas grandes

centrais geradoras hidráulicas, que têm ganho de escala. Vale lembrar, entretanto, que nos últimos dez anos, a mudança institucional do setor elétrico vem estimulando a produção elétrica local mais eficiente e de baixo custo, o que tem levado ao aperfeiçoamento da tecnologia da co-geração, até para pequeno porte. Em países europeus como a Holanda e a Finlândia, a co-geração já representa por volta de 40% da potência instalada no setor elétrico (INEE, 2003).

A energia elétrica de fonte hidráulica tem seus centros geradores normalmente distanciados dos centros consumidores, o que exige construção de longas malhas de linhas de transmissão. Estas, por sua vez, acabam por sofrer perdas em seus sistemas longos (10 a 15%, segundo INEE, 2003). A vantagem dos co-geradores aparece em estes poderem estar instalados em localidades próximas aos centros consumidores, evitando dessa forma os elevados gastos e as inevitáveis perdas com os sistemas de transmissão.

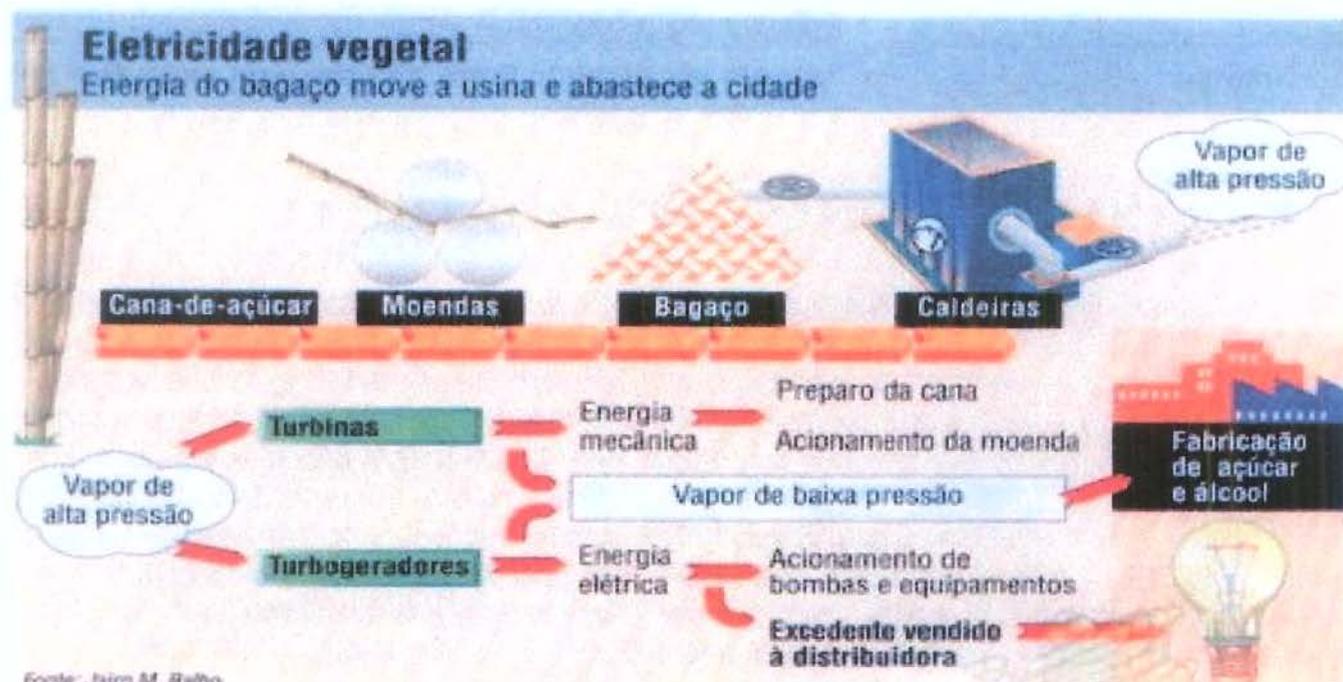
Portanto, a atividade da co-geração pode elevar a eficiência energética, além de aumentar as condições de competição das empresas na geração elétrica (INEE, 2003). Uma grande vantagem da cana sobre outras fontes de biomassa é que já existe toda uma estrutura montada pela agroindústria canavieira.

3.2. A co-geração no setor agroindustrial canavieiro

O bagaço da cana-de-açúcar, subproduto do processo de produção de açúcar e álcool, é o combustível empregado no processo de co-geração no setor agroindustrial canavieiro.

Cada tonelada de cana produz 260 kg de bagaço, cujo teor de fibra médio é de 43% e de umidade é de 50%. Cada kg de fibra seca gera 5 kg de vapor quando queimado (SOUZA, 2000). O vapor de alta pressão que sai das caldeiras, quando o bagaço é queimado, alimenta os turbogeradores, que, por sua vez, geram energia elétrica. Esta é empregada para acionar bombas e equipamentos da própria usina e o excedente pode ser vendido para uma distribuidora. O vapor de alta pressão também movimenta as turbinas e, se transformando em energia mecânica, vai acionar as moendas. O vapor de baixa pressão que sai das turbinas e dos turbogeradores é usado para o processo produtivo das usinas (concentração do caldo do açúcar e destilação do álcool são alguns exemplos de funções), ou seja, para a fabricação de açúcar e álcool.

Figura 3: O processo da co-geração nas usinas canavieiras



Fonte: Jairo M. Balbo

Fonte: Revista Globo Rural, jun 2001, ano 16, n. 189, p 14.

Fonte: BRAGA (2002)

A energia co-gerada por este setor é disponibilizada no período correspondente ao da safra agrícola (maio-novembro na região sudeste), já que seu insumo é um resíduo do processo produtivo do açúcar e álcool, cuja matéria-prima é a cana-de-açúcar. Fatores como a deterioração do bagaço após longos períodos de estocagem, devido à fermentação da matéria orgânica e dos açúcares residuais; a necessidade do consumo próprio (das usinas) da energia para operação na safra e a importância da manutenção dos equipamentos de geração na entressafra, explicam a limitação da co-geração em período não superior ao da safra. Por um lado, o abastecimento de energia co-gerada fica restrito a alguns meses, por outro lado, aparece como um fator positivo já que coincide com o momento de baixos índices pluviométricos (SOUZA, 2000). Além disso, com a safra canavieira ocorrendo no período de seca, o aproveitamento da co-geração permitiria racionalizar os investimentos existentes na hidroeletricidade (KITAYAMA, 2003, em seminário do BNDES).

Entretanto, conforme será tratado em um próximo tópico, de acordo com a tecnologia empregada nas usinas, já se poderia gerar energia elétrica durante o ano todo. Além disso, atualmente as usinas do setor já estocam quantidades apreciáveis de bagaço na entressafra. Alguma deterioração ocorre devido às chuvas, porém a técnica de estocagem está razoavelmente dominada. De qualquer

forma, estudos que almejem que grandes quantidades de bagaço sejam estocadas com redução de perdas e riscos de incêndio continuam sendo necessários (LEAL, 2003)¹.

Os custos operacionais da co-geração são relativamente baixos (de R\$ 8,00 a R\$ 12,00 por MWh, segundo BARTHOLOMEU, 2001). Os principais itens são a manutenção de equipamento; os custos de conservação (óleo, por exemplo); os salários; os materiais de segurança; a depreciação e a compra, o frete e o manuseio do bagaço. A disponibilidade de bagaço aparece como o item de maior influência nos custos operacionais, assim como a disponibilidade de água indica os mesmos custos nas hidrelétricas (BARTHOLOMEU, 2001).

Um dos fatores que interferem nas decisões das usinas canavieiras em co-gerar energia a partir do bagaço de cana é o preço pago pelas concessionárias pelo MWh (por volta de R\$65,00, segundo BARTHOLOMEU, 2001). Ele deve cobrir os custos totais de geração, ou seja, os impostos, os custos operacionais, os juros de financiamento, entre outros, além de gerar um excedente para as usinas continuarem a investir. O bagaço, sendo o combustível empregado, é de grande importância. Elevações no seu preço dadas por queda da quantidade de bagaço disponível (pela quebra de produção de cana e/ou de porcentagem da fibra, já que a quantidade de bagaço que se obtém depende do teor de fibra da cana) podem prejudicar a atividade. É nesse sentido que o aumento de eficiência da estrutura da co-geração se faz importante para a redução da dependência do bagaço (BARTHOLOMEU, 2001).

O preço de R\$ 65/MWh pago pelas concessionárias atualmente tem dificultado a entrada do setor de açúcar e álcool no mercado de geração de eletricidade. Por volta de 1999, a Aneel havia anunciado o aumento do preço indicativo de compra de energia elétrica produzida a partir da biomassa, estipulando o valor de R\$ 80,80/MWh (ARRIETA, CARPIO e LORA, 2001).

Unidades que consomem alta quantidade de vapor no processo de co-geração e/ou que produzem cana com baixo teor de fibra apresentam possível falta de bagaço. Nesse caso, podendo ocorrer falta da matéria-prima para a co-geração, entra em risco o cumprimento dos contratos que as usinas de co-geração possuem com as distribuidoras (BARTHOLOMEU, 2001). Além disso, se uma usina não é capaz de fornecer o bagaço sobrando requerido, e é necessário trazê-lo de outras usinas, os custos de transporte podem ser significativos e acabar por eliminar a vantagem econômica que representa seu emprego (TAUPIER, 1999).

Vale destacar que a atividade da co-geração apresenta um custo de oportunidade em relação ao combustível bagaço, uma vez que este pode possuir vários fins em uma usina canavieira. O

¹ LEAL, Manoel Regis Lima Verde. Entrevista realizada na Copersucar dia 03 de outubro de 2003.

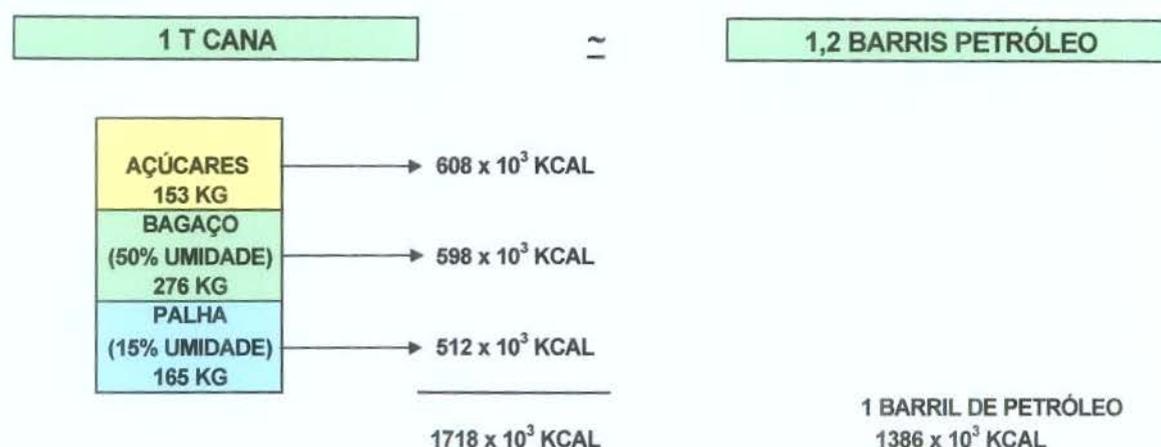
desinteresse das usinas de cana em gerar excedentes de eletricidade está em parte baseado no preço de venda às concessionárias, tido como insatisfatório. Muitas vezes, vender o excedente de bagaço pode ser mais vantajoso do que gerar energia elétrica. Inclusive, a partir da década de 1990, o preço de venda do bagaço aumentou significativamente: em 1992 era de US\$ 4,5 por tonelada, atualmente atinge US\$ 7,5 (ARRIETA, CARPIO e LORA, 2001).

A transformação das usinas de açúcar e álcool em centrais energéticas de biomassa é necessária para fazer crescer o negócio de energia. Nesse sentido também, surge a necessidade da busca de outras culturas para ampliar o uso da biomassa para a produção de energia. Dessa forma, a co-geração de energia não ficaria presa ao combustível bagaço. Como maneira também de expandir o negócio, as usinas deveriam contratar mais especialistas no assunto que possam mostrar o potencial da biomassa da cana e a viabilidade do empreendimento. Uma vez que os negócios do setor são o açúcar e o álcool, a geração de energia precisa de inúmeros estímulos para sair da posição de mera utilidade do setor.

3.2.1. O desenvolvimento sustentado e a co-geração de energia elétrica no setor agroindustrial canavieiro

A partir de tecnologias já disponíveis no país, seguindo as prioridades do aproveitamento de fontes energéticas compatíveis com o modelo atual de eletricidade, de acordo com as exigências macroeconômicas e podendo obter desenvolvimentos tecnológicos e ganhos de eficiência, a co-geração de energia elétrica pelo bagaço da cana-de-açúcar pode se firmar como uma oportunidade atraente não só para a agroindústria canavieira como em especial para o país, ou seja, para o seu abastecimento de energia, e contribuindo para a viabilização de um desenvolvimento econômico sustentado (KITAYAMA, 2003, em seminário do BNDES).

Esquema 2: Energia da cana versus energia do petróleo



Fonte: KITAYAMA (2003), em seminário do BNDES.

Esquema 3: Bagaço e palha e a geração de eletricidade

I – BAGAÇO – 276 KG / TC COM 50% UMIDADE

8.000 – 10.000 MW

II – BAGAÇO + 50% DA PALHA – 165 KG/TC COM 15% UMIDADE

15.000 MW

Fonte: KITAYAMA (2003), em seminário do BNDES.

Através dos Esquemas 2 e 3 percebe-se o imenso potencial energético da cana-de-açúcar. O bagaço e a palha, ou melhor, a biomassa da cana é apresentada como fonte de energia limpa e renovável. Nesse sentido, o aproveitamento de toda energia primária da cana daria uma contribuição importantíssima para a matriz energética global (KITAYAMA, 2003, em seminário do BNDES). Com a safra 2002/2003 estando por volta de 300 milhões de tonelada/ano, ela equivaleria a 360 milhões de barris de petróleo/ano (KITAYAMA, 2003)², se considerarmos todo o bagaço para aproveitamento apenas para a co-geração.

Atualmente, o potencial gerador de energia elétrica no setor está entre 4000 MW e 22000 MW, dependendo da tecnologia e combustível empregados. O potencial energético total no Brasil está em torno de 84 mil MW, segundo KITAYAMA (2003)³.

^{2,3}KITAYAMA, Onório (consultor técnico da UNICA). Situação da co-geração. Palestra realizada em 15 de setembro de 2003, na ORPLANA (Organização dos Plantadores de Cana do Estado de São Paulo).

Quadro 1: APROVEITAMENTO DO POTENCIAL DE CO-GERAÇÃO:

- Aumento da renda setorial;
- Desenvolvimento tecnológico da indústria nacional (que implica em geração de empregos diretos e indiretos)
- Saúde: redução das emissões de CO₂
- Ganhos de competitividade para o açúcar e o álcool (que acarreta em melhoria da balança comercial, na quebra do binômio açúcar x álcool e na possibilidade da expansão da produção de cana)

Fonte: KITAYAMA (2003), em seminário do BNDES.

Dado que a co-geração utiliza-se de resíduos, a competitividade do setor tende a aumentar, elevando a possibilidade de se exportar mais açúcar e de abrir o mercado externo do álcool, o que pode representar expansão do cultivo da cana e, em consequência, da oferta de energia. Além disso, a adoção da energia do resíduo da cana significa levar o desenvolvimento para o interior do país, com maior ocupação de terras, geração de empregos e com incentivo para a indústria de base nacional (Quadro acima).

O aproveitamento do potencial co-gerador dos resíduos da cana-de-açúcar é adequado a um melhor uso dos investimentos em linhas de transmissão. “Pelo fato de 60% da produção de cana ocorrer no estado de São Paulo, maior consumidor de energia elétrica do país, o aproveitamento do potencial co-gerador dos resíduos da cana seria uma geração distribuída ao lado de linhas de transmissão já existentes” (KITAYAMA, 2003, em seminário do BNDES).

De acordo com o Operador Nacional do Sistema (ONS), nenhum investimento adicional na rede básica seria necessário para a entrada da energia co-gerada. Na verdade, ocasionaria um aumento do nível de segurança de abastecimento e redução do custo do transporte de energia (KITAYAMA, 2003, em seminário do BNDES). Nesse sentido, os investimentos economizados poderiam ser empregados para o melhoramento das interligações do sistema de transmissão.

Tabela 5: Potencial Energético dos Resíduos de cana

Potencial Energético - Resíduos de Cana

	Mundo (10 ⁶ t)	Brasil (10 ⁶ t)
Produção de cana	1 300	300
Produção de bagaço (1)	360	84
Produção de palha (1)	360	84
Biomassa Total	720	168
TEP (2)	150	35

Consumo Energia Primária no Brasil 168 10⁶ TEP (BEN 2002)

(1) 50% de umidade (2) base PCS

Fonte: LEAL (2003), em seminário do BNDES.

São duas as vertentes que fazem crescer o potencial dos resíduos da cana: o crescimento da produção de cana e o desenvolvimento tecnológico agrícola (variedades da cana) e industrial (para transformação da energia primária em secundária). Estando ligado ao crescimento da produção de cana, o aproveitamento dos resíduos relaciona-se com o mercado do álcool combustível. Com o açúcar e o álcool mais competitivos e com maiores mercados, expande-se a produção de cana com reflexos diretos na produção de energia elétrica co-gerada. Assim sendo, cria-se o círculo virtuoso da agroindústria canavieira do país. Além disso, agregando renda, a energia co-gerada poderá se estabelecer como um terceiro produto para o setor (KITAYAMA, 2003, em seminário do BNDES).

Vale lembrar que o Brasil dispõe de terras cultiváveis ociosas suficientes para a expansão da produção de cana sem prejudicar a produção de outras culturas, conforme indica KITAYAMA (2003, em seminário do BNDES).

Até meados da década de 1990, as usinas de cana-de-açúcar só podiam vender energia elétrica para a concessionária à qual estavam ligadas. Dessa maneira, a legislação não oferecia estímulos para a venda de energia pelo produtor independente e pelo autoprodutor. Além disso, os preços pagos pelos concessionários eram muito baixos, sendo, portanto, outro fator de desestímulo à atividade de venda de energia elétrica gerada pela agroindústria canavieira. Assim sendo, as usinas evoluíram até o ponto em que tornavam auto-suficientes em energia elétrica, ou seja, produziam toda a energia necessária para seu consumo sem produção de excedente para venda (LEAL, 2003)⁴.

⁴ LEAL, Manoel Regis Lima Verde. Entrevista realizada na Copersucar dia 03 de outubro de 2003.

Nesse sentido, a primeira linha da Tabela 6 ilustra a situação em que se encontravam as usinas: co-geração de energia elétrica na safra sem excedente para venda. Com pressão de 22 bar e temperatura de 300°C, as usinas queimavam praticamente todo o bagaço (92-95%), geravam toda a energia mecânica necessária para o acionamento de turbinas, motores e ventiladores, geravam toda energia elétrica para o funcionamento dos equipamentos e toda energia térmica indispensável para seu processo produtivo. Assim sendo, a usina tinha alcançado o equilíbrio: gastava todo seu combustível (bagaço) e não havia excesso de energia produzida. Vale indicar que a usina poderia aumentar sua eficiência, entretanto, somente às custas da sobra de bagaço, o que seria uma desvantagem já que só há mercado para 5 a 7% do bagaço, que é então direcionado para as usinas de laranja que consomem muita energia e precisam de bastante combustível (LEAL, 2003)⁵.

Tabela 6: Alternativas de geração em usinas

Tecnologia	Operação	Consumo do processo (KWh/te)	Excedente Energia	GWh (potencial do Brasil)	MW (potencial do Brasil)	% Consumo do Brasil
22bar-300C TG contrapressão	Safra	500	0-10	3 000	700	1
80bar-480C TG contrapressão	Safra	500	40-60	18 000	4 500	6
80bar-480C TG condensação	Ano todo	340	100-150	45 000	6 000	15
BIG/GT	Ano todo	< 340	200-300	90 000	12 000	30

Obs.: Consumo residencial médio 150KWh/mês; consumo nacional de energia elétrica 310 103 GWh/ano (BEN 2002); moagem anual de 300 milhões de toneladas de cana; BIG GT: *Biomass Integrated Gasifier/ Gás Turbine* (sistema integrado de gaseificação / turbina a gás).

Fonte: LEAL (2003), em seminário do BNDES.

A partir de 1995/96, com a reestruturação do setor elétrico nacional, a legislação passou a permitir que uma usina de certa localidade vendesse a energia para uma concessionária de outra localidade. Dessa forma, tal mudança tendeu a favorecer a produção de energia elétrica pelos usineiros

⁵ LEAL, Manoel Regis Lima Verde. Entrevista realizada na Copersucar dia 03 de outubro de 2003.

para a venda. Fatores como o aumento da concorrência e a elevação dos preços foram significativos para que o investimento em maiores instalações fosse compensador. Além disso, com as concessionárias se interessando por contratos de longo prazo e com exigência de energia mais certa, a atividade da venda da energia co-gerada foi se profissionalizando. Dessa forma, os esquemas produtivos, dada a vantagem com a venda, passaram a sofrer modificações a fim de poder ser gerada por volta de 40/50 KWh/tc de energia excedente. Na segunda linha da Tabela 6 (e na Figura 4) tal esquema está indicado: sobe-se a pressão para 80 bar e a temperatura para 480°C, trocando-se as turbinas anteriores por turbinas maiores. Hoje em dia esse é o esquema característico da co-geração de energia elétrica na safra com possibilidade de venda do excedente produzido (LEAL, 2003)⁶.

Uma usina opera durante sete meses; dessa forma, o esquema descrito anteriormente possibilita a co-geração de energia durante esses mesmos sete meses. Entretanto, já há o interesse na geração de energia para o ano todo. No Brasil, ainda não há usinas operando para gerar durante os doze meses, todavia, em outros países já está sendo posto em prática um esquema que permite tal atividade. Ele está indicado na linha 3 da Tabela 6 (e na Figura 5). Devido ao fato de que gerando energia o ano todo não há quem consuma o vapor que sai do processo na entressafra, faz-se necessária a condensação deste vapor para que ele não se perca. Usa-se bagaço mais palha como combustível, pressão de 80 bar e temperatura de 480°C. Nesse esquema é como se houvesse duas vias: uma que extrai vapor a 22 bar, movimenta as turbinas, aciona os equipamentos e resulta em um vapor a 2,5 bar que vai para o processo de fabricação de açúcar e álcool; outra via que extrai vapor a 0,1 bar, o qual, através de um condensador, volta para a caldeira. Assim sendo, durante a safra, passa-se mais vapor pela primeira via e, na entressafra, usa-se mais a segunda. Pode-se dizer que na entressafra a operação pode ser comparada à operação em uma termelétrica convencional (LEAL, 2003)⁷.

Atualmente, estuda-se a hipótese de um esquema com queima de bagaço e palha com gás natural para a co-geração de energia elétrica durante o ano todo. Tal esquema é o que aparece na quarta linha da Tabela 6 (e na Figura 6). Entretanto, ainda não há um esquema deste tipo em nível comercial, na Europa e nos EUA essa tecnologia está em fase de testes (LEAL, 2003)⁸. Através desse esquema, um gaseificador de bagaço transforma-o em gás de baixo poder calorífico a partir de processos de conversão a alta temperatura. Como esse gás combustível contém materiais que poderiam

⁶ LEAL, Manoel Regis Lima Verde. Entrevista realizada na Copersucar dia 03 de outubro de 2003.

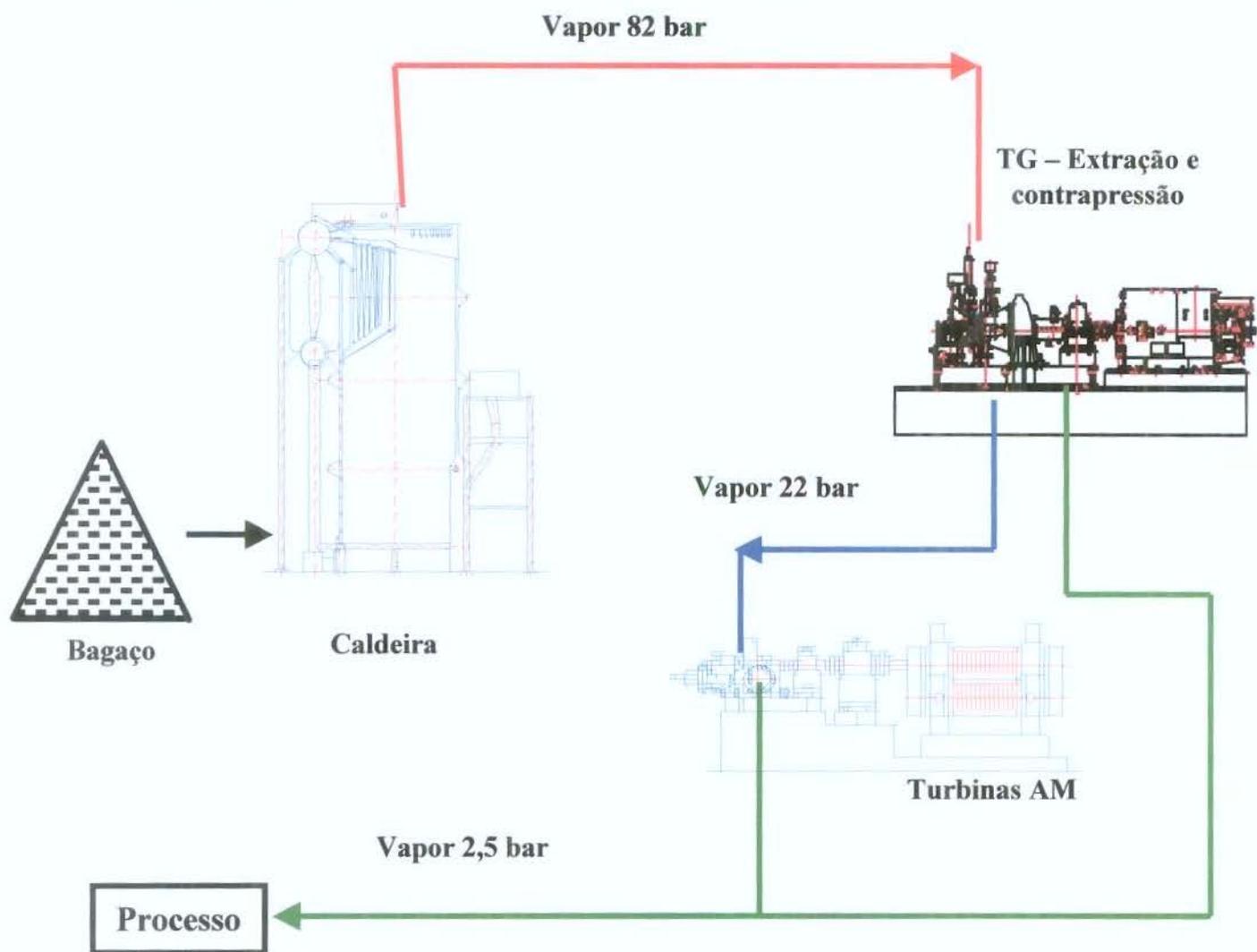
⁷ LEAL, Manoel Regis Lima Verde. Entrevista realizada na Copersucar dia 03 de outubro de 2003.

⁸ LEAL, Manoel Regis Lima Verde. Entrevista realizada na Copersucar dia 03 de outubro de 2003.

afetar a operação da turbina a gás, antes de sua introdução na câmara de combustão da turbina, o gás é submetido a um processo de limpeza. Os gases de escape da turbina a gás (temperatura entre 460 e 600 °C) constituem uma importante fonte de calor para a geração de vapor em uma caldeira de recuperação. O vapor então é utilizado em um ciclo com turbina a vapor. Compõe-se dessa forma um ciclo combinado gás /vapor: uma seção que faz uso de uma turbina a gás e outra que utiliza o calor rejeitado, sendo formada por uma turbina a vapor (ARRIETA, CARPIO e LORA, 2001).

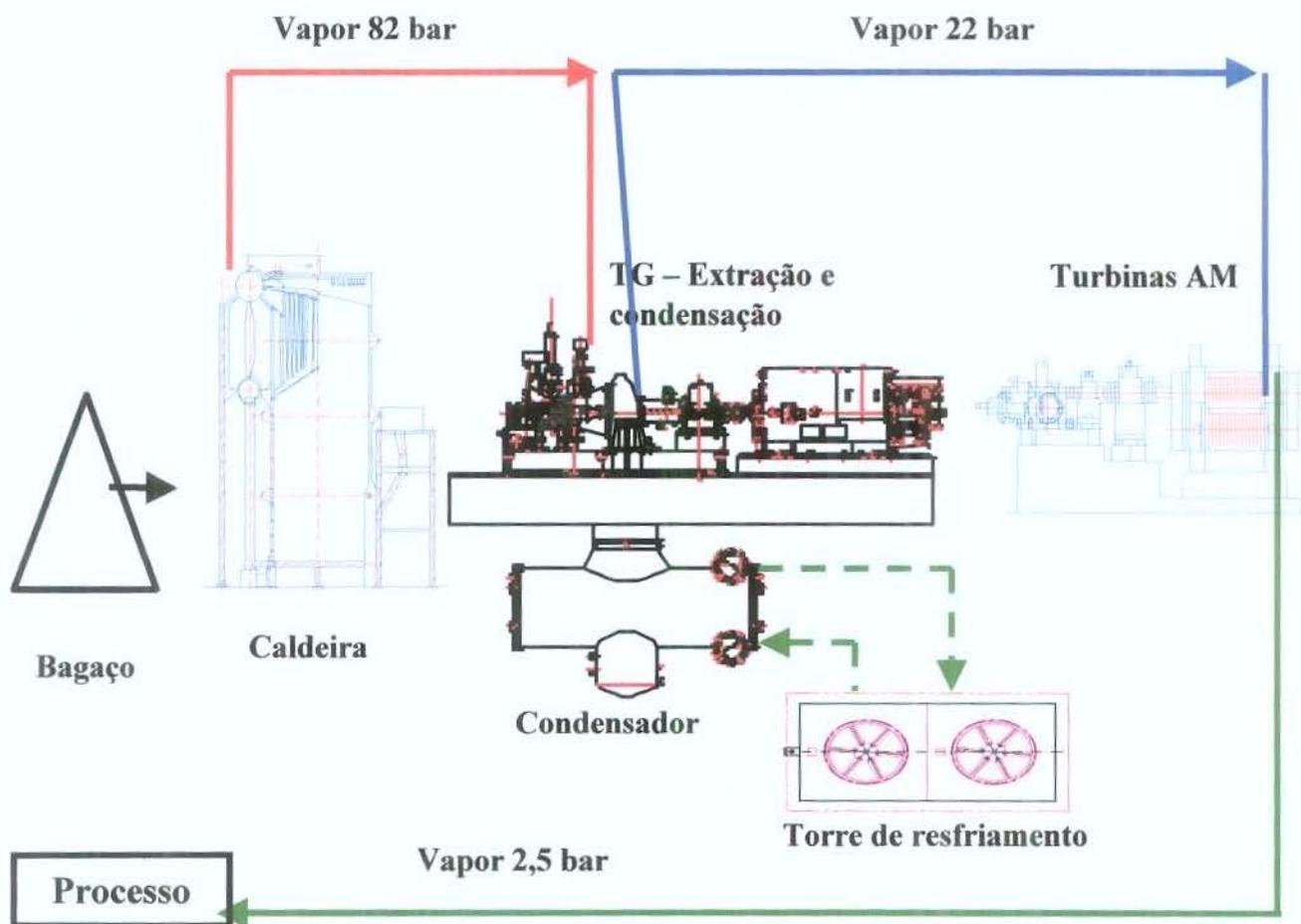
“Diferentemente da entressafra da hidroeletricidade, a entressafra do setor canavieiro é administrável” (KITAYAMA, 2003, em seminário do BNDES). O setor pode gerar energia elétrica durante o ano todo caso os projetos de co-geração sejam implantados com tipos especiais de tecnologia: condensação/extração e BIG/GT (caldeiras multicombustível). A possibilidade da geração de energia por esse setor, justamente em um período quando é abundante a eletricidade de fonte hidráulica, torna a capacidade de geração do setor canavieiro como reserva de potência para estar disponibilizada em situações hidrológicas desfavoráveis (KITAYAMA, 2003, em seminário do BNDES).

Figura 4 Tecnologia Convencional: co-geração só na safra



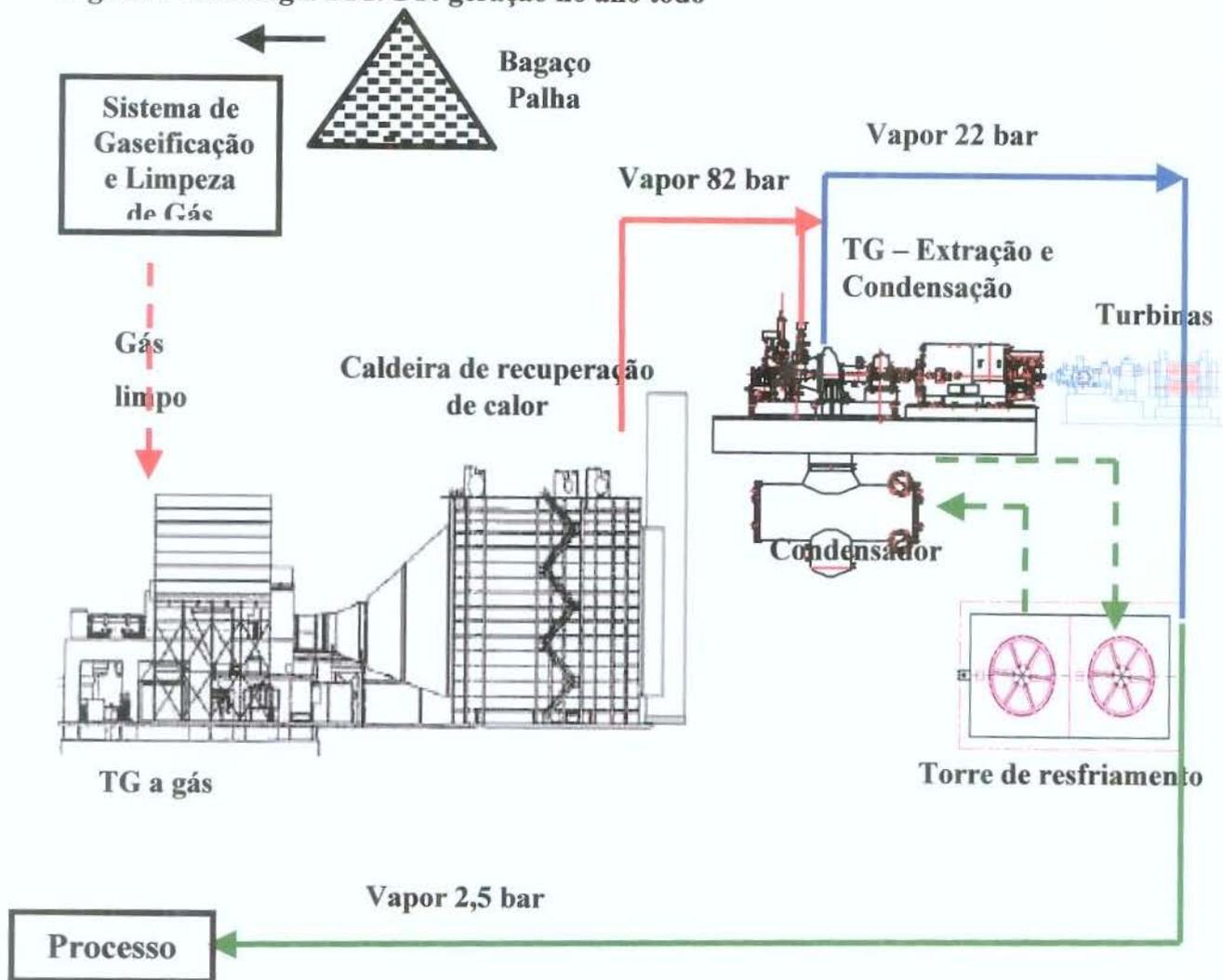
Fonte: LEAL (2003)

Figura 5 Tecnologia Convencional (condensação): geração no ano todo



Fonte: LEAL (2003)

Figura 6 Tecnologia BIG/GT: geração no ano todo



Fonte: LEAL (2003)

Tabela 7: Balanço Energético das Alternativas (Energia útil- KWh/tc)

Alternativa	Eletromecânica	Térmica	Total	EM/ETotal
22bar-300C TG contrapressão	28	330	358	0,08
80bar-480 TG contrapressão	90	330	420	0,21
80bar-480C TG condensação	180	230	410	0,44
BIG/GT	333	184	517	0,64

BIG GT: *Biomass Integrated Gasifier/ Gás Turbine* (sistema integrado de gaseificação / turbina a gás). Fonte: LEAL (2003), em seminário do BNDES.

De acordo com LEAL (2003, em seminário do BNDES), os principais equipamentos utilizados para a geração de energia elétrica na safra com a tecnologia convencional, são: caldeira AP, TG (turbogerador) extração, tratamento d'água e a subestação. O custo por KW instalado varia de US\$500 a 600. Para a geração durante o ano todo, fazendo uso da tecnologia convencional (condensação/extração), os principais equipamentos são caldeira AP, TG (turbogerador) extração/condensação, condensador, sistema de resfriamento, tratamento d'água, subestação e equipamento de redução do consumo no processo, cujos custos estão por volta de US\$600 a 800 por KW instalado. Segundo o mesmo autor, na geração de energia elétrica no ano todo, através da tecnologia BIG/GT, são utilizados como equipamentos um gaseificador, sistema de limpeza de gases, TG (turbogerador) a gás, caldeira de recuperação, TG extração/condensação, condensador, sistema de resfriamento, tratamento d'água, subestação e equipamentos de redução do consumo no processo. Os custos correspondem a US\$2500 por KW instalado.

A busca atual das usinas do complexo agroindustrial canavieiro por se firmarem como empreendimentos modernos pode estar, no caso da oportunidade da co-geração de energia, em alguns itens de otimização do processo. LEAL (2003, em seminário do BNDES) apresenta eletrificação de acionamentos; redução do consumo de vapor no processo; colheita de cana sem queimar com recolhimento da palha; uso do gás natural; uso do biogás; entre outros, como aspectos de elevação de competitividade para as usinas modernas.

Assim sendo, vem aparecendo atualmente nas usinas de açúcar e álcool uma motivação pelo estudo da queima conjunta do bagaço com gás natural. Desvantagens como o preço de duas a três vezes

maior do gás natural com relação ao bagaço e a dificuldade do uso associado de dois combustíveis tão diferentes se confrontam com as vantagens de possibilidade de geração de energia durante o ano todo; de aumento do potencial da co-geração (dada a maior flexibilidade operacional); da otimização da utilização de gasodutos e estocagem de bagaço (uma vez que no período da safra o consumo de gás natural é maior por ocorrer em uma estação mais fria e na entressafra o consumo é menor pela estação ser mais quente). Este último item aparece, dessa forma, como indutor da compra constante de gás natural (LEAL, 2003, em seminário do BNDES).

Tabela 8: Aspectos Econômicos: uma tonelada de cana

Especificações	R\$
80 litros de álcool	56
50 a 150 KWh	5 a 15
25 a 75 kg CO ₂ evitado	0,40 a 1,20

Fonte: LEAL (2003), em seminário do BNDES.

Um dos aspectos positivos da co-geração de energia elétrica nas usinas canavieiras diz respeito a questões ambientais, e assim sendo, passa a ser foco de análise não só do complexo agroindustrial canavieiro, como também interessa ao país como um todo.

Extraída de LEAL(2003), a tabela seguinte ilustra o balanço de CO₂, ou melhor, a redução nas emissões de CO₂ nas atividades das usinas do setor agroindustrial canavieiro.

Tabela 9: Balanço de CO₂ (10³ t CO₂ equiv./ano)

Uso de combustíveis fósseis na agricultura	+ 4700
Emissões de metano na queima da cana	+ 220
Emissões de NO ₂	+ 880
Substituição de gasolina por etanol	- 34 480
Substituição de óleo combustível por bagaço (indústria química e de alimentos)	- 19 070
Contribuição líquida (redução na emissão de CO₂)	47 750

Fonte: LEAL (2003), em seminário do BNDES.

Segundo tal autor, essa redução nas emissões de CO₂ (equivalente) corresponde a quase 20% de todas as emissões de combustíveis fósseis no Brasil.

Em relação à co-geração de energia pelo setor, tendo em vista as melhorias futuras no balanço de CO₂, LEAL (2003, em seminário do BNDES) indica 22 milhões de toneladas/ano de emissões evitadas de CO₂ através do uso da tecnologia existente, caldeiras e turbogeradores de alta pressão (150 KWh/tonelada de cana); do deslocamento de termelétricas (500kg CO₂/MWh) e com a safra de cana no Brasil estando por volta de 300 milhões de toneladas/ano.

Portanto, através da elevação da renda, da economia de divisas, da geração de empregos e dos impactos ambientais positivos, a co-geração de energia elétrica na agroindústria canavieira pode ser vista como uma atividade que contribui para um desenvolvimento econômico sustentado (KITAYAMA, 2003, em seminário do BNDES).

3.3. Situação atual do setor elétrico nacional e as suas implicações para os co-geradores

Devemos analisar os aspectos da reestruturação do setor, no sentido da criação de novas relações internas e externas, para se buscar perceber a direção em que essas mudanças estão agindo no estímulo à oportunidade de co-geração de energia elétrica pelo setor sucroalcooleiro. E, dentro dessa análise, cabe apontar em que medida o novo modelo proposto pelo novo governo pode limitar essa oportunidade de co-geração.

A criação do Mercado de Atacado de Energia (MAE) está diretamente relacionada ao projeto de reestruturação do setor. Entretanto, com a mudança de governo, ocorrida em janeiro de 2003, e com um novo modelo sendo gerado, o fim desse mercado pode ser decretado. Nesse sentido, novas normas aceitarão somente contratos de médio e longo prazo em substituição de venda à vista que é realizada no organismo. A proposta é de finalizar operações de mercado *spot* e criar um organismo formado de agentes privados destinados a controlar a contratação de eletricidade. Segundo a Ministra Dilma Rousseff, o novo modelo tem em vista o aumento da geração sem grande peso para a diversificação da matriz energética. Além disso, “as bases do novo modelo definem soluções estruturais para mudar o rumo do setor e incentivar investimentos. O Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), por exemplo, passará a cuidar da transmissão. À Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) caberá fiscalizar o desempenho dos agentes do mercado” (LORENZI, 2003, p. A-10).

Vale lembrar, todavia, a vantagem da existência do MAE e do ONS, segundo SOUZA (2000): garantia oferecida pelo mercado para o cumprimento do acordado nas negociações, diminuindo risco de

quebra de acordo entre as partes; responsabilidade do Operador na entrega de energia caso a usina seja incapaz de honrar seus compromissos.

O MAE foi instituído somente em setembro de 2000 e, a partir de 2002, passou a ter duas prioridades: gestão adequada e regularização das atividades do mercado. Somente a primeira meta foi alcançada, a segunda tem falhado por falta de recursos das empresas, segundo PAIXÃO (2003, p.10). Percebe-se no governo atual uma atitude contra o MAE. Suas negociações estão perdendo espaço, seu volume de negócios está baixo e o preço no mercado vem ficando bastante reduzido. Podemos exemplificar essa situação através de algumas atitudes tomadas pelo governo: inicialmente as distribuidoras contratariam 85% da demanda no longo prazo e 15% no mercado bilateral, agora essa exigência saltou para 95%; a energia liberada dos contratos iniciais em janeiro deste ano seria negociada no MAE, agora exigem-se leilões de oferta para essa energia.

Segundo PAIXÃO (2003, p.11), os erros do MAE devem ser corrigidos sem que se tenha que mudar o modelo do governo anterior. Ele aponta o fato de os investidores estrangeiros terem vindo para o Brasil somente em função deste modelo. Paixão indica o preço no MAE como um fator que pode ser modificado. Como a água da chuva é a maior influência sobre o preço, este se torna muito volátil. Nesse sentido, se faz necessária uma formação adequada de preços para então ser viável um mercado *spot* no Brasil.

Uma mudança concreta que já vem ocorrendo diz respeito aos leilões de energia elétrica. A Aneel tem feito a regulamentação das normas para a compra de energia nesses leilões. A idéia é criar mecanismos para as concessionárias comprarem a preços compatíveis. O preço de venda, resultante desses leilões, substituirá o valor normativo, passando a ser responsável para limitar o repasse às tarifas cobradas ao consumidor. Vale lembrar que nesses leilões podem participar as distribuidoras e as comercializadoras, sendo sugerido pela Aneel que os contratos tenham vencimento de seis meses, um ou dois anos.

Atualmente, os investimentos no setor elétrico estão praticamente estagnados. Com a ruim situação financeira das empresas, o setor encontra-se em estado de crise. PAIXÃO (2003, p.19) chega a colocar que um salto na economia pode induzir mais uma vez o problema do racionamento. Há um excesso de oferta de energia hoje porque a demanda está baixa (o fim do racionamento foi em 2002), entretanto, caso venha a ocorrer um crescimento econômico nos próximos anos pode haver falta de energia, já que os investimentos atuais, que corresponderiam à futura geração de energia e que atenderiam à possível demanda futura, estão muitos baixos e são insuficientes. Além disso, a falta de

investimentos para reduzir a vulnerabilidade dos pontos de interconexão entre os sistemas das distribuidoras e das transmissoras pode aumentar as chances de um apagão por sobrecarga de equipamentos. De acordo com um diagnóstico realizado pelo secretário-executivo do Ministério de Minas e Energia (MME), Maurício Tolmasquim, mencionado em BOZZO e GOMES (2003, p.17), em 2002, de um total de dívidas de R\$ 32 bilhões das empresas do setor elétrico, 68% era em moeda estrangeira e 31% venceria em 2003.

No período pós racionamento, o consumo de eletricidade seguiu em queda, 7% em 2002 (BOZZO e GOMES, 2003, p.18). Fatores como incorporação de tecnologias de conservação de energia pelas empresas e pela população; lento crescimento econômico e elevação das tarifas diante da queda do poder aquisitivo real do consumidor são apontados para explicar essa retração do consumo. Como consequência, segundo dados do Ministério de Minas e Energia (MME) encontrados em BOZZO e GOMES (2003, p.18), tem sobrado muita energia no mercado (mais de 10% da capacidade instalada do setor nos primeiros meses de 2003). Além disso, influenciadas por juros baixos do exterior nos anos anteriores ao racionamento, as dívidas das empresas do setor foram passadas a dólar. Em 1998, elas representavam menos de 30% dos patrimônios das companhias. Com a desvalorização do real, a partir de 2002 essa participação subiu muito, atingindo os 80% (BOZZO e GOMES, 2003, p.19).

Tendo em vista, portanto, o colapso financeiro a que está próximo o setor elétrico, representantes do setor e técnicos do governo vêm buscando definir um plano para contornar a falta de crédito e dar fôlego às companhias. Procurando recapitalizá-lo, o plano corresponde a um alongamento das dívidas pesadas que prejudicam o desempenho das empresas e acabam por colocar em risco investimentos futuros (BOZZO e GOMES, 2003, p.18).

Na verdade, as distribuidoras esperavam se recuperar através do processo de revisão tarifária periódica. Entretanto, os percentuais de reajustes foram aquém do esperado, seguindo ordens da Ministra Dilma Rousseff. Sua intenção liga-se ao espírito de poupar o consumidor e respeitar as metas inflacionárias. Caso o custo fosse repassado aos consumidores, o consumo poderia ser inibido ainda mais (BOZZO e GOMES, 2003, p.19).

O modelo apresentado pelo atual governo para o setor elétrico tem a idéia de recuperar o planejamento setorial, fortalecer o ministério como condutor das políticas setoriais, exibir um planejamento determinativo, uma contratação centralizada, além de licitação pela menor receita (PIRES, 2003).

A figura do planejador setorial irá definir obras estruturantes, constatar pressões de demanda de energia das distribuidoras e estabelecer a quantidade de energia a ser produzida pelas empresas privadas e estatais. É provável que haja um excesso de oferta uma vez que haverá penalizações para as distribuidoras que subestimarem em suas previsões (PIRES, 2003, p.1). O risco, na verdade, passa para as distribuidoras já que elas terão de arcar com toda a energia produzida pelas geradoras, não importando suas efetivas demandas.

Em relação à comercialização de energia, um agente central público seria o responsável (ACEE: Administrador dos Contratos de Energia Elétrica). Ele definiria o preço médio a ser praticado no país, sendo sujeito às pressões políticas e às situações macroeconômicas. Dessa maneira, os preços não mais seriam definidos nos contratos entre geradoras e distribuidoras, mas passariam a ser estabelecidos a posterior por esse agente. É presumível que seja composto um *mix* entre o preço baixo da energia das usinas hidrelétricas já amortizada com a energia mais cara dos novos empreendimentos (OLIVEIRA, 2003, p.A-6). Sendo que nos preços haverá uma parte que levará em conta a produção das geradoras com investimentos já amortizados, não mais se permitirá a desconstrução dos contratos iniciais como se havia estabelecido na reestruturação da década de 1990.

Quanto à licitação de linhas de transmissão, “o governo definiria as obras ou quantidade de energia necessárias para o sistema e promoveria licitações nas quais o vencedor seria o que requeresse a menor receita pela disponibilidade de sua capacidade instalada” (PIRES, 2003, p.2). Para o gerador que disponibilizar energia para 2008 ao menor preço será concedido o direito de produção de energia. Durante os anos de concessão, tal gerador teria sua receita garantida sem relação nenhuma com a demanda ou com a sua eficiência produtiva. Certamente os riscos serão elevados já que o gerador terá de se sujeitar a revisões tarifárias para cima ou para baixo, ao longo dos anos, e o consumidor terá de pagar uma quantia certa de energia mesmo que tenha havido erros no planejamento. Podemos exemplificar com o fato de as transmissões terem sido encarecidas pós 1999, nas tarifas cobradas aos consumidores, justamente por terem receita garantida. Entretanto, a idéia do governo é de que a menor receita para os empreendedores irá garantir menores tarifas aos consumidores (PIRES, 2003).

O objetivo das novas propostas para o setor elétrico é ajustar problemas como o alto custo das tarifas, e incentivar os investimentos privados no setor que foram paralisados no período pós racionamento com o excesso de energia e com a falta de contratos e de valores de remuneração de longo prazo (OLIVEIRA, 2003, p.A-6). A volta do planejamento determinativo de Estado (e não mais

o indicativo) é indício da idéia de que o mercado falhou nos marcos regulatórios (tarifas, repasses, contratos, enfim, nas regras).

O governo prevê subsídios para custear a energia elétrica gerada por fontes alternativas à fonte hidráulica. O Programa de incentivo às fontes alternativas de energia elétrica (Proinfa) será empregado, em 2003, para estimular tais fontes (pequenas centrais hidrelétricas, geração térmica a partir de biomassa e centrais eólicas), que são mais caras que a fonte de energia convencional utilizada no Brasil. Nesse sentido, o governo terá de conciliar o desejo de estimular a energia alternativa em um período em que as tarifas ao consumidor estão altas e as distribuidoras enfrentam uma crise financeira (SANT'ANNA, 2003, p.32 e 33). Todavia, a preocupação maior do governo é com a manutenção das tarifas (modicidade) e não tanto com a diversificação das fontes de energia. Um dos seus anseios é a universalização da energia elétrica, que implicará em altos custos pela extensão de redes de transmissão que ficarão ociosas (FILHO, 2003). Além disso, o governo deve manter sob controle do Estado as empresas estatais e incentivar a participação do capital privado na construção de novas usinas.

Voltando à co-geração a partir da biomassa da cana, pretende-se verificar sua inserção dentro do programa do governo de incentivo às fontes alternativas de energia e dessa forma constatar sua situação atual.

Tabela 10: Co-geração de biomassa da cana (Brasil, 2003)

Auto-produção	1485 MW
Produção de excedente	619 MW
Em construção	75 MW
Em processo de outorga	390 MW

Fonte: KITAYAMA, 2003, em seminário do BNDES.

Vale citar que, segundo a fonte acima mencionada, a tabela se refere a 178 unidades registradas, quando na verdade há por volta de 300, o que indica que muitas usinas estão operando clandestinamente.

Pode-se constatar que, apesar do potencial gerador de energia elétrica do setor ser alto (4000-22000 MW), ainda é bastante limitada a utilização desse potencial.

Tabela 11: Cotas do Proinfa (contratação para a primeira fase) para as fontes alternativas de energia e suas respectivas eficiências energéticas

Pequenas centrais hidrelétricas (PCH)	1100 MW	35%
Eólica	1100 MW	28%
Biomassa	1100 MW	50%

Fonte: KITAYAMA, 2003, em seminário do BNDES.

Percebe-se que as usinas canaveiras não estão nem sequer preenchendo a cota de 1100 MW estabelecida pelo Proinfa, o que implica em que a parte não completada pela co-geração seja transferida a outras fontes de energia.

Dada a indefinição do novo modelo do setor elétrico e a necessidade do estabelecimento das “regras do jogo” para o empresário sucroalcooleiro investir, pode-se procurar nesses fatores as causas da limitada expansão do negócio de energia no complexo agroindustrial canavieiro.

É possível que a centralização das decisões na comercialização da energia elétrica e o planejamento determinativo de Estado (intervencionismo de mercado) venham a prejudicar a oportunidade da co-geração no complexo agroindustrial canavieiro (setor já acostumado a trabalhar em mercado), porém podem vir a restaurar a articulação mercado/geração no setor elétrico, isto é, o esclarecimento de normas e de marcos regulatórios pode fazer com que os investimentos voltem (FILHO, 2003).

OBSERVAÇÕES FINAIS

A agroindústria canavieira tem seu enorme potencial baseado na própria matéria-prima que emprega. A cana-de-açúcar, cultura comercial e insumo industrial, está relacionada a fenômenos humanos bastante cruciais: alimentação, energia e meio ambiente.

Durante muito tempo, a produção de açúcar foi o destino quase exclusivo da cana. Estando presentes as diversas utilidades desta matéria-prima e passando o complexo por um período de mudanças estratégicas necessárias para vencer os desafios que impõe o novo milênio que se inicia, o potencial de diversificação apresenta-se com vantagens e carece de estímulos para novos usos econômicos.

Assim sendo, a co-geração de energia elétrica a partir do bagaço da cana-de-açúcar é uma opção que se apresenta bastante viável.

Entretanto, conforme visto no decorrer do trabalho, tal opção não se restringe apenas ao âmbito da agroindústria canavieira. O setor elétrico é bastante importante, já que é através dele que se faz a venda do excedente de energia elétrica co-gerada. A decisão do empresário sucroalcooleiro em gerar energia excedente se baseia no retorno do investimento, que é influenciado essencialmente pelo preço pago pelas concessionárias à eletricidade excedente.

Foi visto que a partir da segunda metade da década de 1990 o setor elétrico foi reestruturado, abrindo oportunidades atraentes para os co-geradores. Através da legislação e da regulamentação referente aos produtores independentes de energia e aos autoprodutores, surgiram novas opções para investidores privados. Entretanto, constata-se atualmente uma certa indefinição referente a um novo modelo para o setor elétrico, o que cria dificuldades e gera impasses ao aproveitamento das fontes alternativas de energia, como é o caso da co-geração a partir de biomassa.

É nesse sentido que o relativo desinteresse atual do complexo agroindustrial canavieiro em co-gerar excedentes de energia elétrica se faz presente. A falta de incentivos e os baixos preços pagos pelas concessionárias são as principais causas desse fraco interesse.

Além da atratividade para o setor canavieiro, a co-geração de energia elétrica a partir do bagaço da cana pode trazer contribuições significativas para minimizar o risco de déficits de energia. Ela agiria como um complemento da energia elétrica de fonte hidráulica, que é a predominante no país, conforme apresentado no trabalho. Além disso, não se pode esquecer das suas contribuições para um desenvolvimento econômico sustentável, a partir de suas qualificações como atividade geradora de renda e de empregos, economizadora de divisas e criadora de impactos ambientais positivos.

Dessa forma, conclui-se que a implantação de um programa de co-geração traria benefícios não só para os dois setores envolvidos (agroindústria canavieira e elétrico), como também para a sociedade como um todo, com seus aspectos positivos em termos ambientais e sociais. Para isso, um marco institucional adequado se faz necessário e é urgente. Com uma remuneração atraente para o co-gerador, a geração de excedentes de eletricidade no setor sucroalcooleiro receberia enorme impulso e poderia contribuir satisfatoriamente para o atendimento complementar da demanda de energia elétrica existente na sociedade brasileira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRIETA, Felipe Ponce; CARPIO, Ricardo Carrasco; LORA, Electo Silva. Eletricidade a partir do bagaço de cana. **Biomassa: Energia dos trópicos em Minas Gerais**. Belo Horizonte, Ed. UFMG, 2001, p.59-81.

BARROS, José Roberto Mendonça de; BARROS, Alexandre Lahóz Mendonça de; DIAS, Guilherme Leite da Silva. Modelo de intervenção mínima para o setor canavieiro. In: **Agroindústria Canavieira no Brasil: evolução, desenvolvimento e desafios**. São Paulo, ed. Atlas, 2002, p. 43-68.

BARTHOLOMEU, Daniela Bacchi. Co-geração de energia a partir de bagaço de cana. Artigo aprovado para o XXXIX Congresso brasileiro de Economia e Sociologia Rural (SOBER). Piracicaba, fevereiro de 2001. Disponível em <http://www.cepea.esalq.usp.br>

BELIK, Walter; VIAN, Carlos Eduardo de Freitas. Desregulamentação estatal e novas estratégias competitivas em São Paulo. In: **Agroindústria Canavieira no Brasil: evolução, desenvolvimento e desafios**. Organizadores: Márcia Azanha Ferraz Dias de Moraes e Pery Francisco Assis Shikida. São Paulo, ed. Atlas, 2002, p.69-92.

BOZZO, Carlos Leal; GOMES, Maria Luiza. Balanços no vermelho. **Revista Energia & Mercados**. Nº22, ano 2, maio de 2003, p.16-19.

BRAGA, Gisele. **A oportunidade da co-geração de energia elétrica pela agroindústria canavieira do Brasil**, Piracicaba, UNIMEP, Monografia de graduação de Ciências Econômicas, 2002.

BURQUINST, Heloisa Lee; MIRANDA-STALDER, Sílvia H. G. de. A importância dos subprodutos da cana-de-açúcar no desempenho do setor agroindustrial. **Revista de Economia e Sociologia Rural-SOBER**, Brasília, vol.34, n.3 e 4,p. 103-116, jul./dez. 1996.

CADERNO COPERSUCAR: Fundamentos da fabricação de açúcar e álcool, série industrial n.20, fevereiro de 1988, com revisão em agosto de 1999.

CASAGRANDE, Paulo Leonardo. Reforma e crise no setor elétrico brasileiro-aspectos concorrenciais. In: **A regulação da infra-estrutura no Brasil: balanço e propostas**. São Paulo: IOB-Thomson, 2003, p.57-96.

COLLET, Luciana. Novo modelo levaria anos para sair do papel, diz diretor do MAE. **Gazeta Mercantil**. 16 de abril de 2003, p. A-7.

FILHO, José Bonifácio S. A. **Impasses do setor elétrico nacional**. Palestra no Instituto de Economia da UNICAMP, 21 de agosto de 2003.

INSTITUTO NACIONAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (INEE). **Fórum de co-geração**. Disponível [*on line*] em <http://www.inee.org.br>, de 26 de agosto de 2003.

KITAYAMA, Onório. **A presença dos derivados da cana-de-açúcar na matriz energética do Brasil**. 15 de agosto de 2003, em seminário organizado pelo BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social).

LEAL, Manoel Regis Lima Verde. **Processos de co-geração: equipamentos, custos e potenciais**. Centro de tecnologia Copersucar. 26 de agosto de 2003, em seminário organizado pelo BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social).

LORENZI, Sabrina. Novo modelo decreta o fim do MAE. **Gazeta Mercantil**. 15 de abril de 2003, p. A- 10.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). **Balanço energético nacional**. Brasília, DF. Disponível [*on line*] em <http://www.mme.gov.br>, 28 de agosto de 2003.

MORAES, Márcia Azanha Ferraz Dias de. A desregulamentação do setor sucroalcooleiro brasileiro. In: **Tese de Doutorado**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP. Piracicaba, 1999.

OLIVEIRA, Raymundo de. Novo modelo prevê formação de preço médio. **Gazeta Mercantil**. 14 de maio de 2003, p.A-6.

PAIXÃO, Lindolfo. O atual governo ignora o MAE. In: Entrevista na **Revista Energia & Mercados**. Nº22, ano 2, maio de 2003, p.10-12.

PIRES, Adriano. Os pecados do novo modelo elétrico. Artigo. 2003

RAMOS, Pedro. Situação atual, problemas e perspectivas da agroindústria canavieira de São Paulo. **Instituto de Economia Agrícola**, São Paulo, v.29, n.10, p.09-21, out.1999.

SANT'ANNA, Ramon de. À espera do Proinfa. **Revista Energia & Mercados**. Nº22, ano 2, maio de 2003, p.32-33.

SZMECSANYI, T. O planejamento da agroindústria canavieira do Brasil, ed. Hucitec, 1979.

SOUZA, Zilmar José de. Uma avaliação das formas de comercialização da energia co-gerada pelo setor sucroalcooleiro, Piracicaba, ESALQ/USP, **Dissertação de Mestrado**, 2000.

SOUZA, Zilmar José de. Evolução e considerações sobre a co-geração de energia no setor sucroalcooleiro. In: **Agroindústria Canavieira no Brasil: evolução, desenvolvimento e desafios**. Organizadores: Márcia Azanha Ferraz Dias de Moraes e Pery Francisco Assis Shikida. São Paulo, ed. Atlas, 2002, p.214-240.

UNIÃO DA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA DE SÃO PAULO (UNICA). **Agroindústria da cana-de-açúcar**. São Paulo, SP. Disponível [on line] em: <http://www.unica.com.br>, 20 de junho de 2003.

TAUPIER, Luis O. Gálvez. A diversificação da cana no novo século. In: **Manual dos derivados da cana-de-açúcar**. Instituto cubano de pesquisa dos derivados da cana-de-açúcar, ABIPTI, 1º ed. em português, 1999, p.3-17.