

**Insper Instituto de Ensino e Pesquisa
Faculdade de Economia e Administração**

Rafael Yunes Selegatto

**POTENCIAL DE GERAÇÃO ELÉTRICA E ANÁLISE DE
VIABILIDADE DE UM PROJETO ATUAL DE COGERAÇÃO
A PARTIR DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR**

**São Paulo
2011**

Rafael Yunes Selegatto

**POTENCIAL DE GERAÇÃO ELÉTRICA E ANÁLISE DE
VIABILIDADE DE UM PROJETO ATUAL DE COGERAÇÃO
A PARTIR DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR**

Monografia apresentada ao curso de Ciências Econômicas
como requisito parcial para a obtenção do Grau de
Bacharel do Insper - Instituto de Ensino e Pesquisa.

Orientador: Prof. Rodrigo Menon Simões Moita – Insper

**São Paulo
2010**

**POTENCIAL DE GERAÇÃO ELÉTRICA E ANÁLISE DE
VIABILIDADE DE UM PROJETO ATUAL DE COGERAÇÃO A
PARTIR DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR.**

Monografia apresentada ao curso de Ciências Econômicas como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel do Insper - Instituto de Ensino e Pesquisa.

EXAMINADORES

Prof. Rodrigo Menon Simões Moita

Prof.. Dr.

Prof. Dr.

Agradecimento

Agradeço a minha família, que sempre me deu força em todos os projetos de minha vida.

Resumo

SELEGATTO, Rafael Yunes. Potencial de geração elétrica e análise de viabilidade de um projeto de cogeração a partir do bagaço de cana-de-açúcar. São Paulo, 2011. Faculdade de Economia. Insper - Instituto de Ensino e Pesquisa.

O setor elétrico brasileiro tem sido atualmente foco de grande atenção devido ao alto crescimento da demanda observado nos últimos anos. Além disso, o fato de o país ter sido contemplado como sede, nos próximos anos, de dois dos principais eventos esportivos mundiais (as olimpíadas e a copa do mundo de futebol) pronuncia ainda mais as preocupações do setor, previstas as necessidades crescentes e a garantia de estabilidade no fornecimento.

Apesar do grande número de hidroelétricas que já operam e que estão em construção no Brasil, a busca por fontes alternativas de geração de energia elétrica também está sendo altamente considerada. E dentre estas fontes alternativas, duas se destacam: a cogeração a partir do bagaço da cana-de-açúcar, que é a sobra no processo de produção de açúcar e álcool, e a energia eólica. E é na biomassa de cana o foco do presente estudo, com o objetivo de analisar a viabilidade, do ponto de vista financeiro, de um projeto de cogeração de energia elétrica. Serão abordados também fatores que afetam esse projeto e apresentado estudo sobre o real potencial de geração de energia que este determinado setor possui.

Palavras-chave: Cogeração. Biomassa. Potencial.

Abstract

SELEGATTO, Rafael Yunes. Potential of Power generation, and financial viability of a project of cogeneration using bagasse of the sugar cane. São Paulo. 2011 – Monograph. Faculty of Economy. Insper – Institute of Education and Research.

The energy sector has been a focus of attention in Brazil due to currently high demand that has been happening in recent years, and the fact that the country will be the host in the coming years for two major world sporting events. Besides the large number of hydroelectric plants already operating and under construction in Brazil, the search for alternative sources of power generation is also highly regarded. Among these alternative sources, two are standing out, the cogeneration using the bagasse from sugar cane that is left over from the process of producing sugar and ethanol, and wind energy. And it is in the biomass of cane that we will focus our study to analyze the viability of a financial standpoint, of a project of cogeneration, besides this will be discussed some factors that affect this project, and what is the real potential of power generation this given sector has.

Key words: Bagasse. Cogeneration. Potential.

Sumário

Introdução		
1.0	O que é cogeração	
1.1	Cogeração no Brasil	
1.2	Cogeração a partir do bagaço de cana-de-açúcar	
1.3	Outros Usos para o Vapor	
2.0	Potencial de Geração e Barreiras	
2.1	O Potencial de Geração	
2.2	Barreiras ao Desenvolvimento do Potencial	
3.0	O mercado de Energia Elétrica	
3.1	Evolução do Setor	
3.2	Agentes do Setor Elétrico	
	3.2.1 - ACR, Ambiente de Contratação Regulado	
	3.2.2 - ACL, Ambiente de Contratação Livre	
3.3	Formação dos Preços	
	3.3.1 - Fatores que Influenciam o PLD	
4.0	Estudo de Viabilidade	
4.1	Métodos de Análise	
	4.1.1 - TIR	
	4.1.2 - VPL	
4.2	Dados	
	4.2.1 - Custos	
	4.2.2 - Geração de Caixa	
4.3	Premissas e Resultado	
	4.3.1 - Premissas	
	4.3.2 - Resultado	
	4.3.2.1 - VPL	
	4.3.2.2 - TIR	
4.4	Preço Mínimo de Energia	

4.5	Características do PLD	
Conclusão		
Anexos		
Referências		

INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como objetivo principal analisar o potencial de geração de energia elétrica a partir da queima do bagaço de cana-de-açúcar, levando-se em consideração a atual produção nacional de cana. Além disso, é apresentado um estudo de viabilidade financeira da instalação de uma planta de cogeração no Estado de São Paulo.

Para a avaliação da real possibilidade desse setor se tornar relevante na matriz energética brasileira, faz-se necessário um dimensionamento realista do poder de geração de energia do setor sucroalcooleiro. O setor de cogeração de energia, neste caso, é dependente do volume de cana existente atualmente, já que o bagaço que irá alimentar as caldeiras para geração de energia vem da cana-de-açúcar, descartado no processo de produção de açúcar e álcool. Esse setor, no entanto, só passará a uma realidade próxima a seus limites potenciais se for comprovadamente vantajoso economicamente, para que ocorram os investimentos necessários nas usinas, com o objetivo de se aproveitarem desse benefício. É necessário, portanto, um rigoroso e acurado estudo de sua viabilidade financeira.

Para a análise do potencial do setor, será considerada toda a área nacional onde atualmente ocorre o plantio de cana-de-açúcar, mesmo que as plantas industriais não possuam estrutura de cogeração. Para o estudo de viabilidade financeira, optou-se pelo uso das técnicas de Valor Presente Líquido (VPL), e pela Taxa Interna de Retorno (TIR), pois ambos são métodos largamente usados para avaliação de projetos.

No âmbito do potencial de geração, dados da ÚNICA (União da Indústria de Cana-de-açúcar) mostram que a moagem da safra 2009/10 de cana foi de aproximadamente 644 milhões de toneladas, e informações da COGEN (Associação da Indústria de Cogeração de Energia Elétrica) sobre geração bagaço/energia indicam que a capacidade atual de geração elétrica do setor sucroalcooleiro nacional é de aproximadamente 11GW/ano, o que representa quase 80% da capacidade máxima de geração da hidroelétrica de Itaipu (atualmente a maior do mundo). Em contrapartida, vale ressaltar que o setor gera atualmente cerca de 4 GW/ano - de acordo com a UNICA-, o que mostra ainda considerável espaço para expansão do setor.

Quanto ao estudo de viabilidade financeira de um projeto de cogeração de energia elétrica, foram considerados os custos e a receita de uma usina de cogeração no Estado de São Paulo, já que o Estado concentra mais que 60% de toda produção de cana nacional. Utilizando informações fornecidas por usinas, *papers* e matérias que tratam do assunto, foi possível

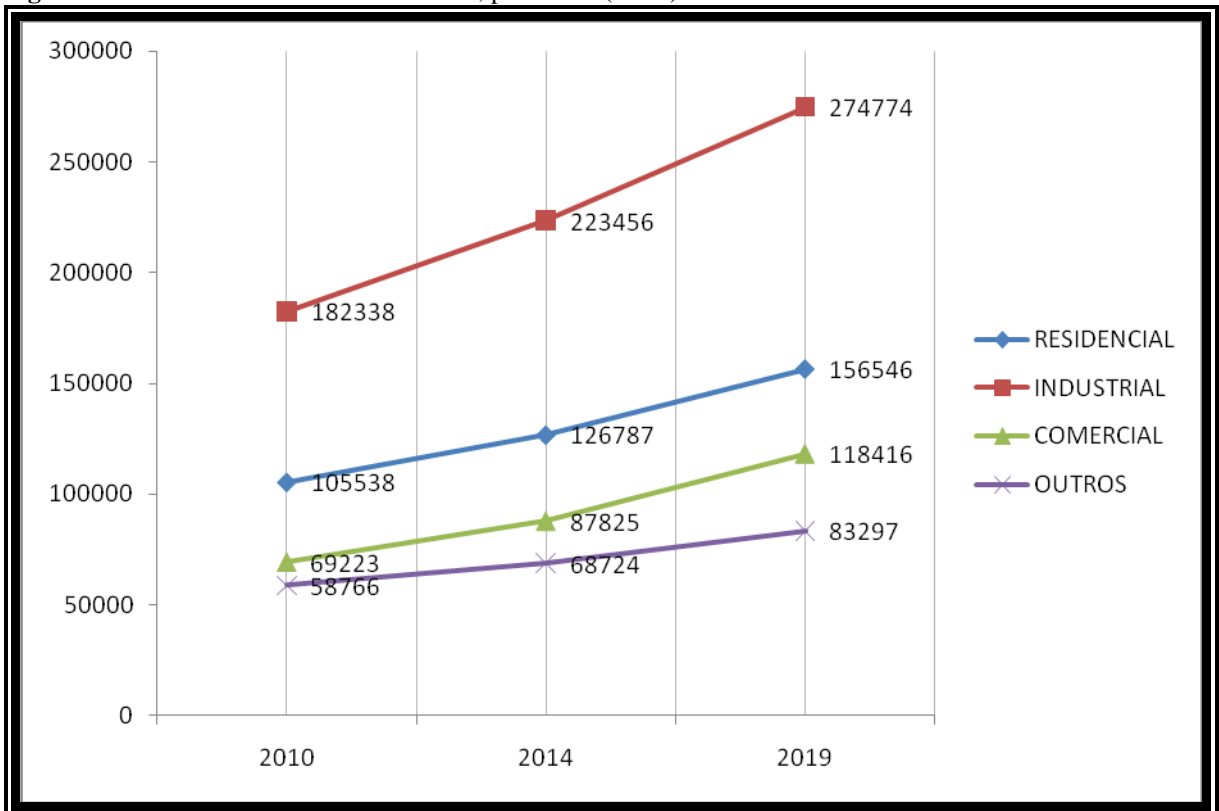
concluir que, atualmente, um projeto de cogeração possui um VPL estimado em torno de R\$ 11.400.000,00, com uma Taxa Interna de Retorno de 18,88%.

Os resultados apresentados comprovam ser o projeto de cogeração viável do ponto de vista financeiro. No entanto, cabe analisar um pouco mais minuciosamente como funciona a formação do preço de venda desta energia e como é dada a sua comercialização para um projeto com estas características.

Além do estudo de formação de preços, ainda no intuito de se aprofundar a análise, optou-se por calcular qual seria o preço mínimo para que ainda fosse financeiramente viável o investimento em cogeração a partir do bagaço de cana-de-açúcar. Utilizou-se como taxa de mínima de retorno para o projeto 12,8%, taxa que representa o custo de oportunidade de se investir no negócio de açúcar e álcool medido pela Cosan. O preço mínimo para que esse projeto fosse viável é de R\$140,64 o MWh, o que mostra a sensibilidade do setor com relação ao preço de venda da energia.

É apresentado ainda um último estudo, analisando os preços, nos últimos cinco anos, para a energia elétrica, comparando-os ao preço mínimo necessário para a viabilidade do setor, mostrando assim como que esses preços tem-se comportado nos últimos tempos.

Cabe esclarecer e enfatizar, finalmente, qual foi a motivação deste trabalho: como pode ser visto no gráfico a seguir, as projeções nacionais para o consumo de energia elétrica mostram um forte aumento na demanda, e esse trabalho objetiva verificar se a geração elétrica a partir da biomassa de cana-de-açúcar tem condições assumir um papel de relevância no atendimento desta demanda.

Figura 3 – Consumo de eletricidade na rede, por classe (GWh)

Fonte: Plano Decenal de Expansão de Energia 2019 (EPE)

O presente trabalho inicia-se com uma introdução sobre o que é cogeração de energia elétrica a partir do bagaço de cana-de-açúcar. Em sequência, é apresentado o potencial de geração elétrica atual do setor e como funciona a precificação da energia elétrica, o que é um dos fatores mais relevantes do estudo, já que se constata a alta sensibilidade com relação a essa variável. É apresentada, finalmente, toda a análise financeira do projeto, com o detalhamento de todos os cálculos para se chegar aos resultados, e as conclusões finais.

1.0 - O QUE É COGERAÇÃO

A presente seção define o processo de cogeração de energia e o método predominante no Brasil, além de apresentar brevemente como funciona tal método. Posteriormente, explica-se como ocorre a geração de energia a partir da biomassa de cana-de-açúcar.

1.1 - Cogeração no Brasil

De acordo com o conceito de cogeração proposto por Oddone (2001) *“A co-geração pode ser definida como o processo de transformação de uma forma de energia em mais de uma forma de energia útil”*. E dentre estas formas de energia, ele mesmo propõe, como sendo as mais úteis e comuns, a energia mecânica (a movimentar máquinas, equipamentos e turbinas para geração de energia elétrica) e a térmica (geração de vapor, frio ou calor).

No Brasil, a principal forma de cogeração se dá na forma de transformação da energia mecânica em elétrica, caso em que estão incluídas as hidroelétricas como exemplo maior.

Dados do BEN 2010 – Balanço Energético Nacional - mostram que 77,1% da energia elétrica do Brasil é proveniente das hidroelétricas. Nessas geradoras, *“para transformar a força das águas em energia elétrica, a água represada passa por dutos forçados e gira a turbina que, por estar interligada ao eixo do gerador, faz com que esse entre em movimento, gerando a energia elétrica”*. (MORAES & SHIKIDA, 2002)

Depois das hidroelétricas, as termoelétricas são as mais representativas na matriz nacional. *“No caso de uma usina termoelétrica, existe uma combinação diferente: a fornalha, onde é queimado o combustível; e a caldeira, onde é produzido o vapor. O jato de vapor extraído da caldeira gira a turbina que, por estar interligada ao eixo do gerador, faz com que este entre em movimento, gerando a eletricidade”*. (MORAES & SHIKIDA, 2002)

1.2 - Cogeração a partir do bagaço de cana-de-açúcar

O processo de cogeração a partir da biomassa se enquadra como uma termoelétrica, em que o bagaço da cana serve como combustível para alimentar a fornalha. O processo se

inicia nos ternos de moenda da usina, onde a cana-de-açúcar é moída e eliminado o bagaço que, de acordo com a COGEN (2010), significa 25% a 30% do peso da cana processada com 50% de umidade. O bagaço sempre foi utilizado nas usinas para geração de calor, substituindo a lenha, mas apenas há pouco tempo começou a exercer a função de gerar o vapor e transformá-lo em formas de energia como calor, eletricidade ou para tração.

Para a obtenção do vapor, inicialmente, é necessário o tratamento da água num objeto chamado desaerador. *“O desaerador é um equipamento usado para eliminar ar e gases contidos na água de alimentação da caldeira, elevando a temperatura da água da caldeira em torno de 120° C”* (HUGO, 1969). Este processo é necessário para evitar que estes gases corrosivos prejudiquem a longo prazo tubulações e bombas.

Depois de tratada, a água alimenta a caldeira, que precisa então de matéria-prima – o bagaço - para aquecer a água e gerar vapor. *“Este bagaço deixa as moendas e é enviado às caldeiras através de vários transportadores de correia e várias esteiras, sendo a última esteira posicionada frontalmente às caldeiras, com a função de transportar e dosar o bagaço nas bicas dosadoras para cada fornalha”*. (COPERSUSAR, 1983).



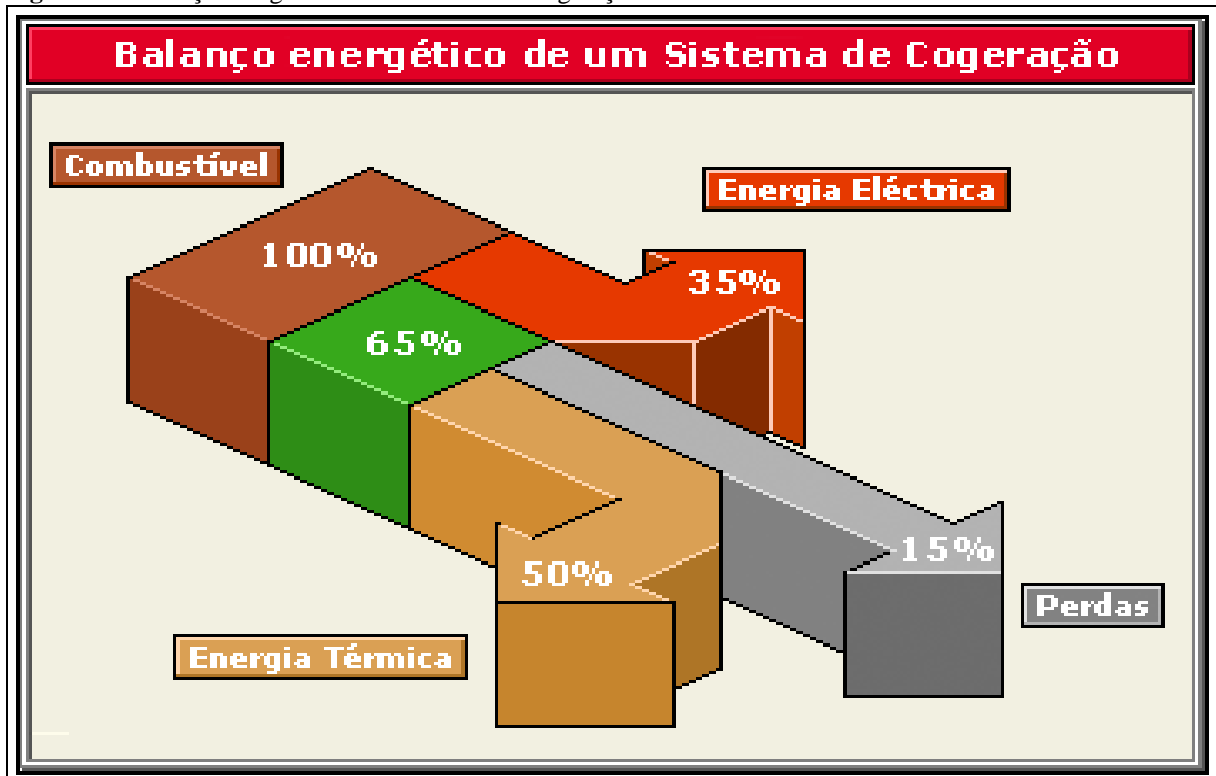
Fonte: (Koblitz)

O vapor produzido nas caldeiras é transportado através de tubulações até os turbogeradores, onde ele aciona as turbinas, que se movimentam rapidamente, dando origem à energia pela Lei da Indução de Faraday, em que a indução de tensões nos terminais movem um eixo que, interligado ao gerador, faz com que se transforme energia mecânica em elétrica. Nesse processo de conversão da energia mecânica, um gerador síncrono trifásico, geralmente com excitação externa, faz com que o campo girante do rotor magnetize os pólos e gere energia elétrica.

1.3 - Outros usos para o vapor

Além da termoelectricidade, o bagaço da cana-de-açúcar é empregado também para a geração de vapor para o próprio processo produtivo sucroalcooleiro, caracterizando o conceito de cogeração. Uma das desvantagens dessa cogeração é que o calor só pode ser utilizado próximo ao centro produtor, devido à maior dificuldade no transporte da energia térmica (perdas térmicas nas tubulações), o que limita estas instalações a unidades relativamente pequenas se comparadas com as centrais térmicas convencionais, como mostra a Fig. 4.

Figura 5 – Balanço energético de um sistema de cogeração



Fonte - www.eficiencia-energetica.com

No setor sucroalcooleiro, a cogeração é considerada uma ação de conservação de energia, uma vez que o rendimento do processo de geração de vapor é elevado de acordo com a produção combinada, dando-se melhor aproveitamento ao combustível. No Brasil, o processo de cogeração é empregado, sobretudo, por segmentos industriais autoprodutores de vapor e eletricidade, para seu processo industrial. O setor de alimentos e bebidas, onde está incluído o setor sucroalcooleiro, foi responsável por 49,5% do consumo total de biomassa para geração de energia em 2000, sendo assim o principal setor em termos de consumo final energético de biomassa.

2.0 - POTENCIAL DE GERAÇÃO E BARREIRAS AO SETOR

Nesta seção, visa-se mostrar a atual situação da cogeração no Brasil, além de estudar o potencial total de geração de energia elétrica do setor sucroalcooleiro. Para isso, são utilizadas algumas pesquisas feitas sobre o tema, além de dados sobre o setor, com o objetivo de verificar se os canaviais brasileiros têm capacidade de se tornar relevantes para a matriz elétrica nacional.

Por último, são ainda analisadas algumas barreiras que foram citadas por outros autores como sendo relevantes para o desenvolvimento do potencial de crescimento do setor.

2.1 - O potencial de geração

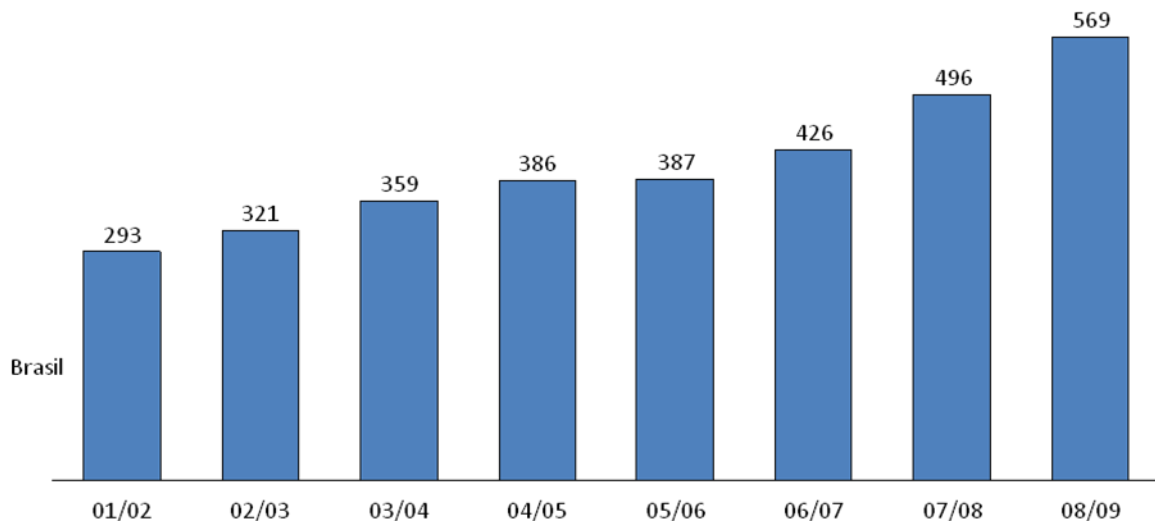
Para que a tecnologia de cogeração a partir da biomassa de cana-de-açúcar possa realmente alcançar um patamar relevante o suficiente para complementar as hidroelétricas, especialmente durante os períodos de estiagem, é necessário estudar a dimensão deste potencial.

Segundo o artigo escrito por Tolmasquim (2005), para a revista RioEconomia, *“atualmente, a potência instalada a partir das 284 usinas que geram bioeletricidade é de 4.131 MW. A geração por biomassa representa hoje 28% de toda energia termoelétrica produzida no Brasil”*. E o pré-requisito primeiro para essa geração é a existência de cana em volume suficiente. É com base nessa variável que todo estudo é feito.

Considerando-se toda a produção brasileira de cana-de-açúcar, e partindo-se da premissa de que toda a cana será moída pelas usinas, e que todo o bagaço gerado pela moagem da mesma terá a função de alimentar as caldeiras para a geração de energia, é possível mensurar o quanto de energia esse setor pode gerar.

Dados fornecidos pela UNICA mostram que o volume de cana-de-açúcar processado pela região Centro-Sul do Brasil durante a safra 2009/10 chegou a 541,9 milhões de toneladas, um aumento de 12,64% em relação ao mesmo período da safra 2008/09.

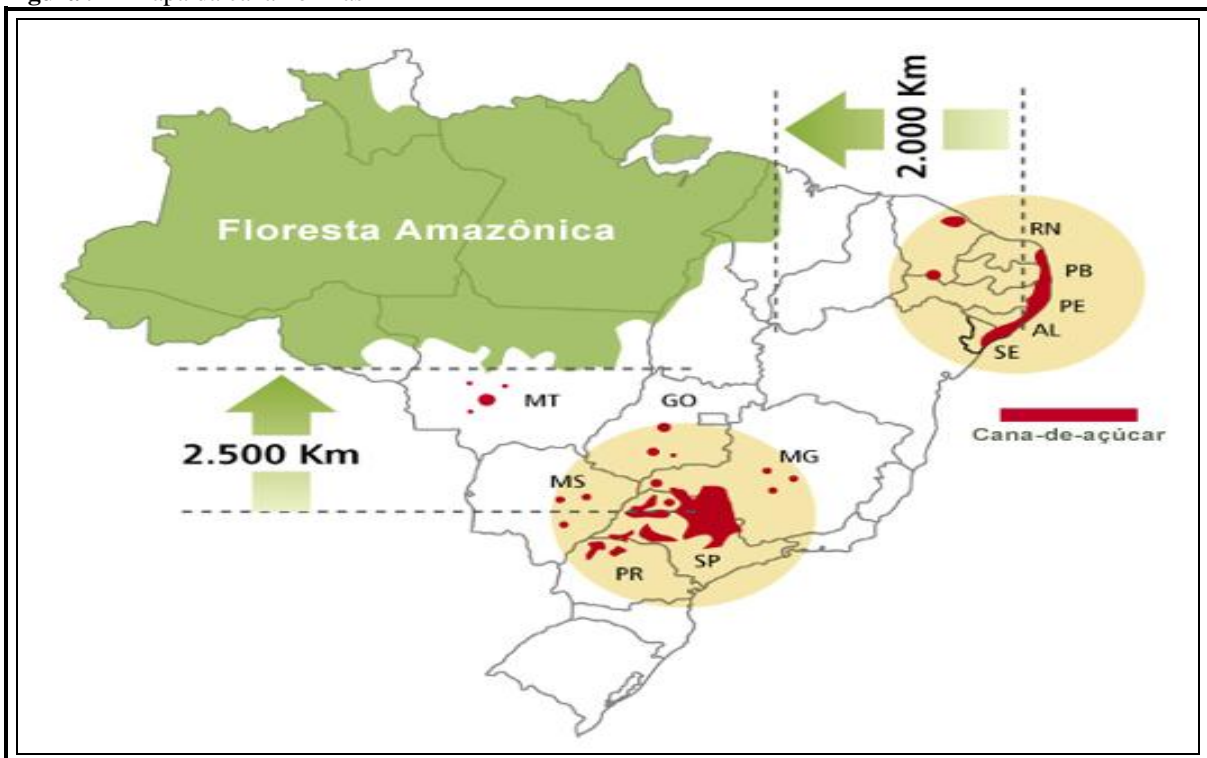
O gráfico abaixo mostra a evolução da produção nacional de cana desde 2001, em toneladas. É possível perceber que desde 2001 o setor vem numa trajetória ascendente, que se confirmou na safra deste ano, como mostra o dado supracitado, fornecido pela UNICA.



Fonte - UNICA

Ainda neste sentido, é válido salientar que a região Centro-Sul do Brasil responde atualmente por aproximadamente 87% da produção total do país. O restante se encontra no Nordeste brasileiro, região produtora mais antiga do país, originada ainda na época colonial. (UNICA, 2009)

Figura 9 – Mapa da cana no Brasil



Fonte: NiPE-Unicamp, IBGE e CTC

Em 2009, a UNICA publicou a tabela abaixo, com a perspectiva de produção de cana e qual seria o potencial de geração de eletricidade do bagaço gerado por esta produção.

Tabela 3:

Safrá (1)	Produção Cana Mton		Potencial Teórico bagaço + palha (2)				Potencial Mercado (3)	
	Brasil	SP	MW Brasil	MW SP	% Bagaço	% Palha	MW Brasil	MW SP
2008/09	562	343	8892	5424	75%	5%	3600	2232
2009/10	598	354	10158	6013	75%	10%	4173	2622
2010/11	620	353	11975	6826	75%	20%	6715	3080
2011/12	660	370	14285	8000	75%	30%	8315	3618
2012/13	695	385	16661	9229	75%	40%	10315	4250
2013/14	750	405	19726	10652	75%	50%	12315	4992
2014/15	773	413	22131	11836	75%	60%	14315	5864
2015/16	829	431	25665	13346	75%	70%	16315	6889
2016/17	860	439	26625	13579	75%	70%	18315	8092
2017/18	902	450	27925	13932	75%	70%	20315	9505
2018/19	950	466	29411	14411	75%	70%	22315	11166

Fonte: ÚNICA-COGENSP. 2009.

Para a confecção da tabela acima foi calculada uma razão entre a quantidade de bagaço gerada pela moagem de uma tonelada de cana, e a quantidade de energia gerada por uma tonelada de bagaço. Para tanto, foram utilizadas informações da COGENSP (2009), que, segundo a UNICA, representa a média do setor de açúcar e álcool.

$$1\text{ton de cana} = 250\text{kg bagaço} + 204\text{kg palha e ponta}$$

$$1\text{ton de bagaço} = 342,4\text{ KWh}$$

$$1\text{ton de palha} = 500\text{ KWh}$$

Usando as informações fornecidas, além dos dados de produção nacional fornecidos pela UNICA, é possível perceber que, com a moagem nacional da safra 2009/10, de aproximadamente 598 milhões de toneladas, o país produziria 161 milhões de toneladas de bagaço, o que representaria 51,19 milhões de MWh por ano (10158 MW). Este resultado representa a capacidade total de cogeração de todo o canavial presente no Brasil na safra 2009/10, se mostrando relevante para a matriz energética nacional.

Desconsiderou-se nesse estudo o uso da palha no processo de cogeração, ainda que ela se mostre viável como combustível para cogeração, pois não se sabe se seu uso é operacionalmente viável, uma vez que ela é um subproduto que usualmente sobra no chão das fazendas, e talvez o custo para captação e transporte desse produto até as caldeiras a torne inviável para cogeração.

Vale dizer que um dos principais fatores relevantes à análise do potencial de expansão do setor sucroalcooleiro, e por consequência do de geração elétrica, é a disponibilidade espacial de terras aptas ao cultivo de cana-de-açúcar.

Dados do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) mostram que no centro-sul, principal região de produção, na safra de 2008/09 havia 6.749.738 hectares produzindo cana-de-açúcar, assim divididos: 4.445.281 ha em São Paulo, 604.923 ha no Paraná, 574.990 ha em Minas Gerais, 432.009 ha em Goiás, 290.990 ha no Mato Grosso do Sul, 231.060 ha no Mato Grosso e 100.399 ha no Rio de Janeiro. (FRANCO, 2008)

Além disso, de acordo com dados da COGENSP (2009), apenas 50.000.000 dos 400.000.000 de hectares agricultáveis no Brasil estão sendo utilizados por lavouras em geral. Ainda que seja necessário realizar estudos mais aprofundados para analisar a real disponibilidade de terras agricultáveis para cana-de-açúcar, levando-se em conta fatores climáticos, geográficos, estruturais e sociais, essa informação mostra que as lavouras de cana no país ainda possuem grande espaço físico para expansão.

2.2 - Barreiras ao desenvolvimento do potencial

Franco (2008), traz em seu trabalho os dois aspectos que concluiu serem de maior importância do ponto de vista da análise de viabilidade do potencial de cogeração. São eles: 1) eventuais restrições associadas ao acesso à rede elétrica; 2) eventuais restrições associadas à baixa disponibilidade de água, podendo estes aspectos reduzir o potencial.

Coelho e Zylbersztajn (1999) fazem um estudo sobre as legislações e regulamentação do setor, que têm grande influência na comercialização do excedente de energia, especialmente no âmbito nacional, onde o setor ainda possui grande influência do governo, e chegam à conclusão que esse pode se tornar uma ameaça ao setor, caso a regulamentação se altere, tornando o projeto inviável.

Souza (2007) aborda a escassez de recursos para financiamento agrícola, que tem sido uma das principais preocupações dos produtores e dos demais agentes que compõem o agronegócio. Desde a década de 80, os recursos destinados ao financiamento agrícola, que têm como fonte os recursos da União, têm diminuído de forma bastante considerável.

Essa falta de condições de financiamento para o setor rural afeta negativamente o setor industrial de açúcar e álcool, e por consequência o da cogeração, pela necessidade da matéria-prima. A criação de cooperativas agrícolas como Coopercana, e seu braço financeiro, a Cocred, foi uma das alternativas encontradas pelo setor para ganhar poder de barganha sobre o mercado, reduzindo de forma significativa os custos e aumentando as margens de lucro do negócio.

Em entrevista realizada com o empresário do setor Diego Yunes Selegatto (2010), “*a existência de cooperativas possibilita a participação de pequenos produtores no mercado, caso contrário a falta de escala na produção não permitiria que esta classe de produtores sobrevivesse às crises nos preços, que se tornaram algo sazonal no mercado*”. Também defende as cooperativas, dizendo que elas aumentam as opções de escoamento da produção, podendo alcançar melhores preços de venda.

3.0 - O MERCADO DE ENERGIA ELÉTRICA

Este capítulo apresenta um breve panorama histórico do setor, para que se tenha um esboço das características nacionais referentes ao setor elétrico. Em seguida, são analisados quais são seus principais agentes e como é o funcionamento do mercado de energia elétrica no Brasil. Também é analisada a formação do preço que comanda esse mercado, e como funciona a dinâmica de fornecimento em projetos de cogeração como o de cana-de-açúcar.

3.1 - Evolução do setor

Até a década de 1980, o setor elétrico brasileiro era em quase sua totalidade pertencente ao Estado. Entretanto, com a crise estatal que se observou neste período veio também o esgotamento do modelo vigente, em virtude da falta de recursos para os

investimentos necessários para a expansão da estrutura existente, assim proporcionando o surgimento de bases para um novo modelo a partir da década de 1990.

De acordo com Silva (2001), esta reestruturação foi guiada pela vontade de criar uma base competitiva e eficiente no mercado de energia elétrica, com a criação do conceito de “indústria da energia elétrica”, fundamentado pela competição de mercado, desverticalizando as atividades, separando-as em geração, transmissão e distribuição.

O principal objetivo dessa reestruturação foi o incentivo à competição e por consequência a diminuição os preços da energia elétrica, da transmissão e da distribuição, gerando maiores ganhos de eficiência e atraindo o capital privado para participar dos investimentos. De acordo com Tolmasquin (2002), *“a regulação da concorrência para estimular o funcionamento competitivo do setor, que se deu pela garantia do livre acesso de terceiros à rede de transmissão/distribuição, foi fundamental para que se tornasse viável o desenvolvimento de um ambiente competitivo no setor de energia elétrica”*. Outros estímulos aplicados foram: a redução de barreiras de entrada nas áreas de geração e comercialização, com a criação dos mercados atacadistas, e a viabilização da prática de tarifas não discriminatórias.

3.2 - Agentes do Setor

Durante o ano de 2004, o Governo Federal lançou as bases para o modelo atual do setor elétrico brasileiro. Esse novo modelo definiu a criação de algumas instituições, com o intuito de fiscalizar e coordenar o setor elétrico nacional, mas em relação à comercialização foram instituídos dois ambientes para a realização dos contratos, o Ambiente de Contratação Regulada (ACR), do qual participam agentes de geração e distribuição de energia elétrica, e o Ambiente de Contratação Livre (ACL), do qual participam agentes de geração, comercialização, importadores, exportadores e consumidores livres.

Atualmente existem sete agentes principais no setor elétrico nacional, cada um com objetivos e responsabilidades distintas: o MME, órgão responsável pela formulação e implementação de políticas energéticas; o CNPE, ligado à presidência, e presidido pelo Ministro de Minas e Energia; a ANEEL, para fiscalizar e regular a geração, transmissão e distribuição de energia; a EPE, responsável pela geração de informação sobre o setor e por projetar expansões do sistema; a CCEE, responsável pela comercialização, liquidação e

contratação de energia elétrica; o CMSE, que monitora as condições de atendimento e recomenda ações preventivas para segurança do fornecimento, e uma associação civil e privada, que é responsável pela coordenação e pelo controle das operações das geradoras de energia elétrica do Sistema Interligado Nacional.

Todos esses agentes têm sua parcela de participação no mercado de energia, seja fiscalizando, analisando, regulando ou efetivamente gerando e consumindo energia. Já no âmbito da comercialização de energia é necessário um melhor entendimento dos ambientes de comércio, o ACR e o ACL.

3.2.1 - ACR, ambiente de contratação regulada

Na definição de Palomino (2009), o ambiente regulado é onde ocorre a compra de energia pelas distribuidoras regionais. Esse comércio é feito através de leilões promovidos pelos agentes do governo. *“Assim, todos os geradores podem vender para as distribuidoras que, por sua vez, são responsáveis por estimar a demanda e por atender a demanda dos chamados consumidores cativos, aqueles que não têm a opção de escolher seus próprios fornecedores (ex.: consumidores residenciais), e que estão vinculados ao distribuidor que atende a região em que se encontram.”*

A contratação no ACR é formalizada através de contratos bilaterais regulados, denominados Contratos de Comercialização de Energia Elétrica no Ambiente Regulado (CCEAR), celebrados entre Agentes Vendedores (comerciantes, geradores, produtores independentes ou autoprodutores) e Compradores (distribuidores) que participam dos leilões de compra e venda de energia elétrica. (CCEE, 2010)

As leis nacionais não permitem que distribuidores sejam ao mesmo tempo geradores, obrigando-os assim a comprar a energia nesses leilões. Tais compras são condicionadas a parcerias de longo prazo. De acordo com Costa e Pierobon (2008), nos leilões de energia nova, a energia gerada pelas hidro e termoelétricas são leiloados separadamente. Os hídricos são contratados sob regime de concessão de 30 anos e os térmicos, sob regime de 15 anos.

Ainda conforme o mesmo autor, o leilão segue uma dinâmica reversa, ou seja, começa com um preço máximo estipulado pela ANEEL, e se reduz conforme os lances vão sendo dados. A primeira fase do leilão segue até que um dos concorrentes ofereça um preço inferior em 5% do segundo menor preço. Na segunda fase do leilão, os concorrentes dão lances pelas quantidades de lotes de 1 MW (8.760 MWh/ano) de energia com o preço previamente

estipulado pela etapa um. Os leilões de energia gerada por termoelétricas seguem o mesmo padrão.

3.2.2 - ACL, ambiente de contratação livre

Em sintonia com a definição da CCEE, no ACL é livre a negociação entre os Agentes Geradores, Comerciantes, Consumidores Livres, Importadores e Exportadores de energia, sendo que os acordos de compra e venda de energia são pactuados por meio de contratos bilaterais. De acordo com Costa e Pierobon (2008), o *“ACL representa atualmente 25% do mercado de energia elétrica.”*

Ainda segundo o trabalho de Costa e Pierobon (2008), colocam o ACL como um mercado de curto prazo onde a grande maioria dos contratos tem duração de três a seis anos, e os consumidores livres que possuem permissão para participarem destes contratos são aqueles cuja demanda é maior que 3 MW. Estes podem comprar de quaisquer geradores. O outro tipo de consumidores livres são aqueles com demanda acima de 0,5 MW, contanto que sejam atendidos por pequenas centrais hidroelétricas (PCH) ou de geração a biomassa, usinas eólicas e sistemas de cogeração qualificada.

3.3 - Formação dos preços

Tanto o ACL como o ACR necessitam de um nível de preços para que possam ter base para a negociação dos contratos de fornecimento. Este preço é também conhecido como Preço de Liquidação da Diferença (PLD): é o preço de curto prazo para o comércio de eletricidade no Brasil.

Para o cálculo do PLD, de acordo com a CCEE, o preço baseia-se no despacho “ex-ante”, ou seja, é apurado baseando-se em previsões, antes do início da operação real do sistema, considerando-se os valores de disponibilidade de geração e o consumo previsto de cada mercado. O cálculo do PLD consiste na utilização dos modelos computacionais NEWAVE e DECOMP, os quais produzem como resultado o Custo Marginal de Operação de cada mercado, respectivamente em base mensal e semanal.

O PLD é determinado semanalmente para cada patamar de carga com base no Custo Marginal de Operação, limitado por uma banda de preços vigente para cada período de

apuração e para cada mercado. Vale colocar que atualmente essa banda varia de R\$ 17,59/MWh até R\$ 534,30/MWh.

3.3.1 - Fatores que influenciam o PLD

Devido à predominância de usinas hidrelétricas no parque de geração brasileiro, os modelos computacionais levam em conta variáveis que afetam esse mercado. O cálculo do PLD para o Brasil tem por objetivo encontrar a solução ótima de equilíbrio entre o benefício presente do uso da água e o benefício futuro de seu armazenamento, medido em termos da economia esperada dos combustíveis das usinas termelétricas.

“Com base nas condições hidrológicas, na demanda de energia, nos preços de combustível, no custo de déficit, na entrada de novos projetos e na disponibilidade de equipamentos de geração e transmissão, o modelo de precificação obtém o despacho (geração) ótimo para o período em estudo, definindo a geração hidráulica e a geração térmica para cada mercado. Como resultado desse processo são obtidos os Custos Marginais de Operação (CMO) para o período estudado, para cada patamar de carga e para cada mercado.” (CCEE)

4.0 - Estudo de Viabilidade Projeto

Este capítulo é dedicado à avaliação do projeto de uma unidade de cogeração de energia no setor de açúcar e álcool, além de cálculo do preço de mercado da energia elétrica que torna esse projeto atrativo ou não. Vale-se da premissa de que, caso o projeto seja financeiramente viável, novos *players* entrarão neste mercado, aumentando a oferta de energia.

Visando-se analisar a viabilidade financeira de um projeto de cogeração de energia elétrica para uma usina de açúcar e álcool, o estudo vale-se de dois dos mais usados indicadores de desempenho de projetos, que são: Taxa Interna de Retorno (TIR) e Valor Presente Líquido (VPL).

4.1 - Métodos de Análises

4.1.1 - Taxa Interna de Retorno (TIR)

Segundo Securato (2002), a Taxa Interna de Retorno (TIR) de um determinado projeto é a taxa de juros na qual o Valor Presente Líquido (VPL) é nulo. Portanto, a TIR de um projeto é a taxa de juros para a qual o valor presente das entradas líquidas de caixa se iguala ao valor do investimento inicial realizado para a implantação do projeto.

Assim, pode-se concluir que a TIR é a taxa de remuneração do capital investido no projeto.

Para Gitman (2001, p. 303), a Taxa Interna de Retorno é, provavelmente, a técnica mais usada para realizar essas avaliações de viabilidade de projetos.

Considerando-se $R_0, R_1, R_2, \dots, R_n$ como o investimento inicial e as entradas líquidas de caixa ao longo do tempo, além da taxa mínima de atratividade i , Securato (2002) determina que, caso ocorra $VPL = 0$, a taxa utilizada como desconto do capital é igual à taxa interna de retorno, conforme a igualdade abaixo:

$$VPL = R_0 + \frac{R_1}{(1+i)} + \frac{R_2}{(1+i)^2} + \frac{R_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{R_n}{(1+i)^n} = 0$$

Após calcular a TIR do projeto, ela deve ser comparada à sua TMA, taxa mínima de atratividade, ou taxa de desconto utilizada.

Se sua TIR for maior ou igual à TMA, o projeto será considerado rentável e atrativo economicamente, devendo ser aceito. Caso contrário, o projeto deverá ser rejeitado (GITMAN, 2001, p. 303).

4.1.2 - Valor Presente Líquido (VPL)

Para Securato (2002), o Valor Presente Líquido de um determinado projeto é simplesmente a soma dos valores presentes das entradas líquidas de caixa, trazidas à data zero utilizando-se uma taxa apropriada de desconto, também conhecida como TMA, taxa mínima de atratividade.

De acordo com Securato (2002), considerando-se o investimento inicial e as entradas líquidas de caixa representadas ao longo do tempo por $R_0, R_1, R_2, \dots, R_n$, e a taxa de desconto ou taxa mínima de atratividade constante ao longo do projeto, representada por i , o VPL do projeto é:

$$VPL = R_0 + \frac{R_1}{(1+i)} + \frac{R_2}{(1+i)^2} + \frac{R_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{R_n}{(1+i)^n}$$

De acordo com o resultado obtido para o Valor Presente Líquido (VPL), Securato (2002) e Gitman (2001, p. 302) afirmam que podem ser consideradas as seguintes conclusões:

- $VPL > 0$: Significa que o valor presente das entradas líquidas é superior ao valor do investimento inicial, ou seja, o projeto é economicamente viável, considerando-se a taxa de juros que foi utilizada para o desconto dos valores.
- $VPL = 0$: Significa que a taxa interna de retorno do investimento é igual à taxa de desconto dos fluxos de caixa do investimento, ou seja, neste caso, o retorno do projeto é igual à taxa mínima de atratividade.
- $VPL < 0$: Significa que o valor presente das entradas líquidas de caixa é inferior aos investimentos iniciais efetuados, ou seja, o projeto não é viável economicamente em razão da taxa de desconto de capital utilizada, pois não ocorre a recuperação do investimento realizado no horizonte analisado.

Ainda de acordo com Securato (2002) e Gitman (2001, p. 302), o VPL de um projeto, uma vez que depende da taxa mínima de atratividade ou custo de capital imposto usado em seu cálculo, que é algo variável e que depende das condições momentâneas em que deverá ser assumida, tais como o cenário econômico em que o país se encontra no momento, as projeções de rentabilidade e risco existentes no mercado, além de outros fatores, não haverá uma medida única de VPL, pois ela é função da taxa de juros utilizada.

4.2 - Dados

4.2.1 - Custos

Para início das análises financeiras, parte-se de um estudo e um levantamento de dados de todos os custos que são necessários para a instalação de um projeto de cogeração dentro de uma usina de açúcar e álcool que já está em operação. Foi escolhido este cenário porque a cogeração de energia para venda é algo relativamente novo e apenas algumas novas usinas já estão iniciando com os ativos necessários para cogeração. Para a grande maioria das usinas, há a grande necessidade de adaptar seus parques produtivos para essa nova oportunidade

A tabela abaixo foi constituída com base na implementação da estrutura de cogeração da usina Guaíra, no Estado de São Paulo. Os itens foram filtrados, aparecendo apenas aqueles com valor superior a R\$ 50.000,00, para que a tabela não ficasse muito extensa. A Usina Guaíra foi escolhida como base de estudo, pois, de acordo com o "Ranking de produção das unidades do Estado de SP - safra 2009", fornecido pela UNICA, a Guaíra moeu 2.150.000 t e, nesse mesmo ano, a moagem média de uma usina do Estado de SP (principal produtor) foi de 2.060.000 t, tornando-a um exemplar médio de usina no Estado.

Com base na tabela é possível perceber que, para a construção do projeto de cogeração, foram gastos em torno de 80 milhões de reais.

CALDEIRA	132	R\$	23.310.877
ACESSORIOS E TUBOS DE ALTA PRESSAO, CONFORME RELACAO ANEXA.	2	R\$	2.027.949
ACESSORIOS PARA VENTILADORES DA CALDEIRA - CARCACAS E BASES	2	R\$	223.554
CALDEIRA 2 - ACO E BARRA DE ANCORAGEM	2	R\$	379.836
CALDEIRA 2 - B1 - BASE VENTILADOR DE TIRAGEM INDUZIDA VOLUME DE CONCRETO	2	R\$	120.791
CALDEIRA 2 - BASE DO CHAMINE - VOLUME DE CONCRETO	2	R\$	105.225
CALDEIRA 2 - VOLUME DE CONCRETO FUNDAÇÃO E ESTRUTURA	2	R\$	701.918
CALDEIRA E PERIFERICOS - B1 BASE VENT. TIRAGEM INDUZIDA	1	R\$	60.458
CALDEIRA E PERIFERICOS - BASE DO CHAMINE	1	R\$	52.613
CALDEIRA E PERIFERICOS - ESTAQUEAMENTO E BLOCOS	1	R\$	350.959
CALDEIRA E PERIFERICOS - PISO CALDEIRA	1	R\$	73.876
CCM DA CALDEIRA	1	R\$	669.414
CONJUNTO DE 119 M DE TUBO DE ACO CARBONO ASTM A 335 GR. P22, SEM COSTURA, DIMENS	2	R\$	1.458.012
CONJUNTO DE 132 M DE TUBO DE ACO CARBONO ASTM A 335 GR. P22, SEM COSTURA, DIMENS	2	R\$	2.023.194
CONJUNTO DE 15 CURVAS 90º DE ACO CARBONO FORJADO ASTM A - 234 GR. WP22, SEM COST	2	R\$	582.369
CONJUNTO DE 218 CONEXOES DIVERSAS	2	R\$	354.306
CONJUNTO DE 36 M DE TUBO DE ACO CARBONO ASTM A - 285 GR. C; CONSTRUIDO DE CHAPA,	2	R\$	140.202
CONJUNTO DE 9 CURVAS 90º DE ACO CARBONO FORJADO ASTM A - 234 GR. WP22, SEM COSTU	2	R\$	629.723
CONJUNTO DE 96 M DE TUBO DE ACO CARBONO ASTM A - 285 GR. C; CONSTRUIDO DE CHAPA,	2	R\$	968.637
CONJUNTO DE 96 M DE TUBO DE ACO INOX ASTM A - 312 TP 304, COM COSTURA, SCH 80S C	2	R\$	347.329
CONJUNTO DE 96 M DE TUBO, ACO CARBONO ASTM A - 106 GR. B, SEM COSTURA, CONF. ASM	2	R\$	157.114
CONTRATATO DE SERVICOS ESPECIALIZADOS DE INSPECAO DE MONTAGENS DE EQUIPAMENTOS E	2	R\$	1.452.447
ESTOQUE DE BAGACO - MURRO DE ARRIMO (SAPATA, CINTA, TAMPA, LAJE)	2	R\$	352.851
JUNTA DE EXPANSAO UNIVERSAL SIMPLES, MODELO JEUS, DN 72 , COMPRIMENTO TOTAL 2700	1	R\$	56.665
SERVICOS DE MAO DE OBRA ESPECIALIZADA PARA MONTAGEM MECANICA DE TUBULACAO DE VAP	2	R\$	5.320.884
SISTEMA DE TRANSPORTADORES DE BAGACILHO, COM VENTILADOR E TUBULACAO	1	R\$	285.708
SISTEMA DO TRANSPORTE DE BAGACO (ESTACAS, BLOCOS, BALDRAMES, SAPATAS)	1	R\$	139.011
VALVULA CONDICIONADORA MODELO: VCVB - 1 - 01/ PH005I - M5 DIAM.: 6 X 10 CLASSE P	1	R\$	99.293
VALVULA CONDICIONADORA MODELO: VCVB - 1 - 01/ PH006I - M5 DIAM.: 10 X 38 CLASSE	1	R\$	223.529
VALVULA GLOBO PARA ALTA PRESSAO MOD. FSHPT - 756/900RF/T205A (CAVI)/C3/PSPL - 3	2	R\$	97.193
VALVULA GLOBO PARA ALTA PRESSAO MOD. FSHPT - 760/900RF/PSPL - 300, ATUADOR TIPO	1	R\$	66.743
CENTRAL DE GERAÇÃO TERMOELETRICA	74	R\$	51.793.689
CASA DE FORÇA	2	R\$	14.375.245
CASA DE FORÇA - TORRES PARA RESFRIAMENTO DE MANCAIS	1	R\$	152.731
CASA DE FORÇA - TURBO GERADOR 01 - TM35000A - CONTRAPRESSAO	1	R\$	84.385
LINHA DE TRANSMISSAO DE 138KV, EXTENSAO DO RAMAL 9,84KM, COM ESTRUTURA METALICA,	2	R\$	2.258.340
MOTOBOMBA BP 250400 V05 STD 3155M W2250CV 4P 4T AT90 CH	2	R\$	87.743
TORRE DE RESFRIAMENTO DE AGUA MODELO BE - 1200/26 - RT - IE, COM VENTILADOR 9EM3	1	R\$	404.944
TURBINA A VAPOR DE CONTRA PRESSAO MULTI - ESTAGIOS MODELO TM 35000A COM REGULADO	2	R\$	8.197.982
TURBINA A VAPOR DE REACAO MULTI - ESTAGIOS MODELO CT 32 COM REGULADOR ELETRONICO	2	R\$	7.016.400
TURBO GERADOR 02	2	R\$	17.496.061
TURBO GERADOR 02 - ACO CA-50	1	R\$	161.268
TURBO GERADOR 02 - BASE DO CONDENSADOR	1	R\$	1.020.405
TURBO GERADOR 02 - VOLUME DE CONCRETO	1	R\$	250.117
MANUTENÇÃO ELETRICA / OFICINA ELETRICA	54	R\$	172.949
ESTUFA ELETRICA MODELO ARPRO VF 3,00 X 3,50 X 3,00 CAPAC. 5 TON.	1	R\$	62.370
SUBESTAÇÃO	47	R\$	2.275.069
CABOS MT	1	R\$	80.238
CHAVE SECCIONADORA TRIPOLAR S/LT, CORRENTE NOMINAL: 1250, TENSAO NOMINAL/TENSAO	2	R\$	72.810
CUBICULO ALIMENTADOR DE SERVICOS AUXILIARES	1	R\$	105.524
CUBICULO DE ENTRADA COM DISJUNTOR	1	R\$	105.524
CUBICULO DE SAIDA COM DISJUNTOR	1	R\$	105.524
DISJUNTOR DE ALTA TENSAO, MEIO DE EXTINCAO DE ARCO ELETRICO: SF6, SISTEMA: TRIFA	2	R\$	177.620
DISJUNTOR, TRIPOLAR, USO EXTERNO, 145 KV, 3150 A, 40 KA, NBI 650 KV, 60 HZ, 25 M	1	R\$	57.364
SECCIONADOR TRIPOLAR, USO EXTERNO, OPERACAO SEM CARGA, MATERIAL DA LAMINA EM ALUM	5	R\$	142.298
SISTEMA DE SUPERVISAO E INTEGRACAO	1	R\$	57.815
TRANSFORMADOR DE CORRENTE ALTA TENSAO - LINHA DE TRANSMISSAO E TRANSFORMADOR, TI	6	R\$	138.552
TRANSFORMADOR DE FORÇA	1	R\$	860.973
TRANSFORMADOR DE POTENCIAL INDUTIVO ALTA TENSAO - MEDICAO DE FATURAMENTO, TIPO P	6	R\$	112.918
Total geral	307	R\$	77.552.583

4.2.2 - Geração de caixa

Já na perspectiva de geração de caixa do investimento, ainda de acordo com a fonte da tabela de custos, essa estrutura possui uma capacidade instalada de geração de energia elétrica de 200.000 Mw/h.

O preço da venda de energia foi obtido através do relatório do BBA (2011), onde se considera o valor de R\$150,00 por Megawatt/hora como sendo preço para o comércio da energia gerada pela biomassa de cana. Utilizou-se como base de reajuste de preços a meta de inflação que é perseguida pelo Banco Central.

A COGEN-SP (2007) relata que uma tonelada de bagaço gera 0,342 Mw/h. Se acrescentarmos as informações obtidas com a ETH Bioenergia, de toda produção elétrica da usina que possui a planta de cogeração, 28% é consumida internamente, sobrando 72% para ser exportado (vendido). Podemos concluir que, para a geração dos 200.000 Mw/h, serão necessárias 584.795,32 toneladas de bagaço.

Para ser possível estudar a viabilidade do investimento em uma planta de cogeração de energia, foi considerado neste trabalho o custo de oportunidade para a usina, referente ao bagaço. Neste sentido, foi necessário realizar uma precificação para o mesmo. No entanto, como é um produto de baixíssimo comércio, é difícil obtermos o preço de mercado deste insumo. Como foi visto anteriormente que o bagaço representa 30% de toda energia contida na cana-de-açúcar, foi valorado o bagaço como sendo 30% do preço da cana-de-açúcar.

O Consecana/SP estabelece o preço da cana com base na quantidade de Açúcar Total Recuperável (ATR) - medido pelo teor de sacarose contido na planta fornecida pelo agricultor multiplicado pelo preço do ATR, este preço é formado pelos preços dos produtos fabricados pela indústria, tanto no mercado interno como no externo. Ainda de acordo com o Consecana, o valor do ATR para o mês de fevereiro de 2011 era de 0,43. E de acordo com a União das Indústrias de Cana-de-açúcar (UNICA), a quantidade de Açúcares Totais Recuperáveis (ATR) por tonelada de cana atingiu 127,23, verificados no fechamento da safra 2009/2010. Estes valores fazem com que o bagaço da cana possua o preço de R\$ 16,40 por tonelada.

Com NAGAOKA e outros (2007), foi possível ver que o custo de operação e manutenção de uma planta com investimento em torno de R\$ 40.000.000 gira em torno de R\$ 842.500,00 ao ano, como nossa planta em análise possui o dobro do investimento usaremos

um dobro do custo de operação e manutenção. Para análise, este valor também foi corrigido pela meta de inflação do governo para os anos seguintes.

A tabela abaixo apresenta os impostos que estarão presentes nas operações da empresa, considerando que a geradora de energia seja uma empresa separada da usina e seja enquadrada no lucro presumido, já que terá uma receita bruta inferior aos R\$ 48.000.000,00.

Tabela 5:

LUCRATIVIDADE - (MARGEM DE 30%)	
IMPOSTO DE RENDA PESSOA JURÍDICA	
LUCRO REAL	LUCRO PRESUMIDO
(15%*L) ou [15%*L+10%*(L-240mil)], caso a b.c. > 240 mil/ano	[15%*(8%*R)] + [10%*(8%*R - 60.000/trimestre)]
CONTRIBUIÇÃO SOCIAL SOBRE O LUCRO	
LUCRO REAL	LUCRO PRESUMIDO
9%*L	[9%*(12%*R)]
PIS	
LUCRO REAL	LUCRO PRESUMIDO
1,65%*R, descontados 1,65%*C	0,65%*R
COFINS	
LUCRO REAL	LUCRO PRESUMIDO
7,6%*R, descontados 7,6%*C	3%*R

Fonte: Fisiosoft (2010)

Da perspectiva de financiamentos para este tipo de projeto, de acordo com o relatório fornecido pelo banco ITAU BBA (2011), o BNDES é a principal linha de financiamento, e que são financiáveis até 80% dos custos, com a taxa sendo formada pela soma da TJLP, o Spread básico e o spread de risco. Dessa maneira, ainda de acordo com o relatório do BBA, a Taxa cobrada pelo BNDES seria de 9,57%, com prazo máximo de amortização de dezesseis anos, e carência de um ano.

Para o VPL, utilizou-se uma taxa de desconto de 12,08%, que é referente ao da Cosan, o maior *player* do setor de açúcar e álcool, fornecido pelo Unibanco (2007), ainda que esta taxa possa estar defasada não ocorreu nenhuma grande mudança no setor para inviabilizar o uso da mesma. Acredita-se que esta taxa seja adequada como taxa de desconto, pois ela reflete o custo de oportunidade de investir em cogeração em vez de investir no setor sucroalcooleiro.

4.3 - Premissas e análise

4.3.1 - Premissas

Para esta análise, será considerado: que o BNDES irá financiar 80% do projeto, que é o máximo permitido por suas políticas; que todas as variações de preços futuros irão seguir exatamente a meta de inflação estipulada pelo BC; que a TJLP, o spread de risco e básico não irão alterar ao longo do tempo; que um ano é o tempo necessário para a implementação de todo o projeto; que não ocorrerão mudanças tecnológicas que afetem o projeto; e que não ocorrerão variações nas alíquotas de impostos.

4.3.2 - Análise

4.3.2.1 - VPL

Tabela 6

IR		2,00%
PIS/COFINS		3,65%
Quantidade de bagaço em toneladas		584.795,32
Inflação		4,50%
Taxa de desconto		12,08%
Taxa de juros BNDES		9,57%
Custo próprio do projeto	R\$	15.510.517
Financiamento BNDES	R\$	62.042.067
Capacidade de geração Mw/h		200.000
Mw/h disponíveis para venda		144.000
VPL do projeto	R\$	14.451.179

Fonte: Próprio, 2011

Na tabela 6 pode-se observar que o VPL do projeto é de R\$ 14.451.179,00. Isso mostra que, mesmo com a taxa de 12.08% exigida como retorno pelo investimento do capital próprio, este projeto ainda gera um “extra” de mais de 11 milhões de reais. Assim, pode-se concluir que, do ponto de vista econômico, o projeto vale a pena.

4.3.2.2 - TIR

Para se estipular qual é a taxa interna de retorno deste projeto, deve-se descobrir qual taxa de retorno irá igualar o VPL a zero.

Tabela 8

IR	2,00%
PIS/COFINS	3,65%
Quantidade de bagaço em toneladas	584.795,32
Inflação	4,50%
Taxa de desconto	20,58%
taxa de juros BNDES	9,57%
Custos próprio do projeto	R\$ 15.510.517
Financiamento BNDES	R\$ 62.042.067
Capacidade de geração Mw/h	200.000
Mw/h disponíveis para venda	144.000
VPL do projeto	R\$ 5

Fonte: Próprio

Na tabela 8 é possível observar que a TIR deste projeto é de 20,58%, valor superior aos 12,08% que representam o custo de oportunidade do capital, tornando-o assim um projeto viável pela análise da TIR.

4.4 - Preço mínimo de energia

De acordo com a tabela 10, é possível ver o preço mínimo pelo qual a usina pode vender a eletricidade, para que o projeto ainda seja viável, à taxa de retorno de 12,08% :

Tabela 10

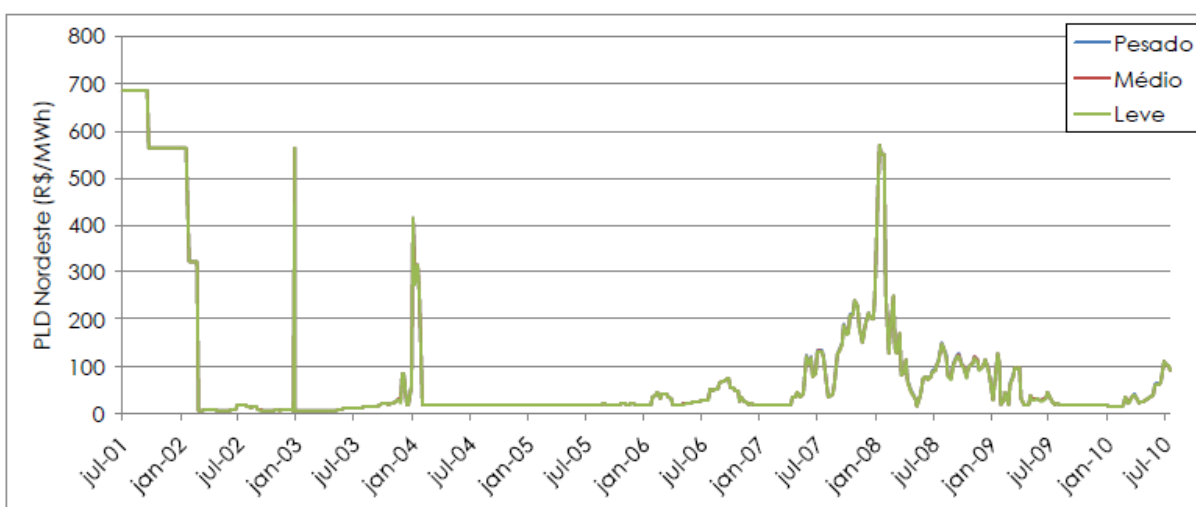
IR	2,00%
PIS/COFINS	3,65%
Quantidade de bagaço em Toneladas	584.795,32
Inflação	4,50%
Taxa de desconto	12,08%
Taxa de juros BNDES	9,57%
Custos próprio do projeto	R\$ 15.510.517
Financiamento BNDES	R\$ 62.042.067
Capacidade de geração Mw/h	200.000
Mw/h disponíveis para venda	144.000
VPL do projeto	R\$ 7.372

Fonte: Próprio

Para que o projeto ainda se torne viável, o preço mínimo da energia elétrica é de R\$ 138,14. Isso mostra que este investimento é extremamente sensível aos preços vigentes da energia elétrica. No entanto, vale ressaltar que esse comércio de energia, em sua grande maioria, é dado pelo estabelecimento de contratos com prazo de 15 anos de duração, de acordo com CCEE, excluindo-se o risco de alterações no preço a partir do momento em que o contrato foi assinado. Esses contratos possuem ainda um prazo antes que entrem em vigor, assim é possível que, antes mesmo de fazer qualquer investimento, o empresário já possua o contrato assinado que irá garantir o retorno de investimento.

4.5 - Características do PLD e histórico

Como visto anteriormente, o PLD no Brasil é basicamente formado de acordo com a situação das hidroelétricas, de acordo com CASTRO e LEITE (2008). Em sistemas predominantemente hidráulicos, o preço da energia tende a ser pouco volátil no curto prazo e mais volátil no médio prazo. Isto porque, no curto prazo, os reservatórios transferem energia das horas de carga baixa para as de ponta, modulando a oferta e reduzindo a volatilidade dos preços. Enquanto que, no médio prazo, o preço da energia é mais volátil porque os sistemas hidráulicos são desenhados visando a garantir a oferta de carga em condições hidrológicas adversas.



Vale ressaltar que, como mostra o gráfico acima, o PLD sobe drasticamente toda vez que ocorrem longos períodos de estiagem. Um exemplo foi a seca ocorrida em 2001, que

acabou por ocasionar o apagão e o programa de racionamento de energia elétrica, lançado pelo Governo Federal em junho de 2001.

Na grande maioria dos períodos, de acordo com o gráfico, o PLD se coloca abaixo do R\$ 138,14, que seria o preço mínimo para a viabilidade do projeto. No entanto vale dizer que no Ambiente de Contratação Livre, o mercado paga um “prêmio” pela energia, para possuir um contrato de longo prazo que garantirá seu abastecimento energético, assim tornando o preço da energia atrativo aos investidores do setor, além disso, vale lembrar que esses contratos de fornecimento são firmados à longo prazo, com valores pré-definidos antes mesmo do projeto de cogeração estar operacional, reduzindo assim o risco de variação dos preços para os empresários.

5.0 – Considerações finais e Conclusão

A busca por novas fontes de energia alternativas, mais limpas, tem sido uma das maiores preocupações das sociedades modernas, em âmbito doméstico ou mundial. Produzir energia para um mundo cuja produção de bens e consumo consequente são cada vez mais frenéticos, respeitando o tão alardeado tripé da sustentabilidade – soluções ecologicamente corretas, economicamente viáveis e socialmente justas – tem sido e será o grande desafio a ser superado.

E no caso do Brasil, além das próprias necessidades diárias do país, crescentes devido ao aumento natural da demanda, a proximidade das olimpíadas e da copa do mundo de futebol, compromissos assumidos e que direcionam os olhares do mundo ao Brasil, parecem agravar o problema. É urgente o investimento em uma matriz energética que não apenas supra o aumento da demanda e respeite as exigências ambientais, mas que ofereça confiabilidade.

Eventos como os ocorridos no Japão têm acelerado a tomada de postura, por parte de vários países, rumo ao abandono das usinas nucleares, e os investimentos em usinas termoelétricas, assim como em equipamentos eólicos, ainda se apresentam bastante elevados.

Considerados todos esses aspectos, acrescidos do fato de o Brasil ser uma das maiores apostas para o abastecimento mundial de biocombustíveis, com perspectivas de ampliação da produção de etanol, a cogeração de energia elétrica a partir do bagaço da cana-de-açúcar apresenta-se como uma alternativa viável para o país: descartado no processo de produção do açúcar e do etanol, o bagaço é hoje ainda pouco aproveitado ou subutilizado, se comparado ao

volume em que é produzido – ainda não considerados os aumentos projetados para os próximos anos. Gerar energia a partir do bagaço seria dar dois grandes passos: influenciar de forma positiva e relevante na matriz energética do país, e criar uma grande utilidade para um produto descartado em grande quantidade, agregando valor a ele, e contribuindo para um ambiente mais limpo, visto que em torno de um quarto da produção de cana se reduz a bagaço.

O presente trabalho é uma contribuição para o tema, uma vez que demonstra, de forma analítica, a viabilidade de um projeto de cogeração de energia elétrica a partir do bagaço da cana-de-açúcar.

A análise da matriz energética do país mostra que há espaço para novas alternativas. O estudo comprova que a disponibilidade de matéria-prima e os investimentos para que as usinas gerem energia a partir do bagaço são mais que atraentes, ainda que se considere uma taxa mínima de retorno definida para o setor sucroalcooleiro (custo de oportunidade).

Segundo o Bem – Balanço Energético 2010, dentre as fontes de energia não-hidráulicas, a que mais se mantém em expansão é a de biomassa, crescendo 17,6%, contra apenas 5,1% para as fontes eólicas. Considerando-se o setor sucroalcooleiro, em constante expansão, a geração da matéria-prima necessária não aparenta ser algo com que se preocupar – segundo o estudo, o potencial de geração a partir da produção de 2009/10 seria equivalente a 80% da geração de Itaipu, maior usina hidrelétrica do mundo. Desses 80% em potencial, somente cerca de um terço é efetivamente gerado, o que comprova o amplo espaço ainda existente para a expansão do setor.

O estudo de viabilidade de um projeto de cogeração, baseado numa usina do Estado de São Paulo, que detém cerca de 60% da produção nacional, por sua vez, comprova a atratividade do negócio, apesar de todas as barreiras a serem enfrentadas (também objeto do estudo).

Ainda que utilização da taxa WACC, referente ao grupo Cosan, para o cálculo do VPL do projeto possa ser considerado um limitante para a análise e para a extensão dos resultados aqui obtidos. O presente estudo comprova ser a cogeração de energia a partir do bagaço da cana-de-açúcar um projeto financeiramente viável e de influência relevante para a matriz energética nacional, se planejado e colocado em prática. Não se trata de uma utopia, mas de um projeto altamente atrativo e possível. Os dados apresentados comprovam, pois, o que se propôs verificar. Que sejam verificados, e que sirvam de incentivo para novas pesquisas e estudos, para novos aprofundamentos, que contribuam ainda mais para que deixe de ser apenas um projeto, mas uma realidade para o país.

6.0 - Anexos

Tabela 7

periodos	Preço de venda /Mwh	Receita de venda	Operação e manutenção	Amortização BNDES	Saldo principal da dívida
1	R\$ 150,00				
2	R\$ 156,75	R\$ 22.572.000,00	R\$ 1.685.000,00	R\$ 9.677.735,19	R\$ 57.905.928,98
3	R\$ 163,80	R\$ 23.587.740,00	R\$ 1.760.825,00	R\$ 9.281.906,80	R\$ 53.769.791,20
4	R\$ 171,17	R\$ 24.649.188,30	R\$ 1.840.062,13	R\$ 8.886.078,42	R\$ 49.633.653,41
5	R\$ 178,88	R\$ 25.758.401,77	R\$ 1.922.864,92	R\$ 8.490.250,03	R\$ 45.497.515,63
6	R\$ 186,93	R\$ 26.917.529,85	R\$ 2.009.393,84	R\$ 8.094.421,64	R\$ 41.361.377,85
7	R\$ 195,34	R\$ 28.128.818,70	R\$ 2.099.816,56	R\$ 7.698.593,26	R\$ 37.225.240,06
8	R\$ 204,13	R\$ 29.394.615,54	R\$ 2.194.308,31	R\$ 7.302.764,87	R\$ 33.089.102,28
9	R\$ 213,32	R\$ 30.717.373,24	R\$ 2.293.052,18	R\$ 6.906.936,49	R\$ 28.952.964,49
10	R\$ 222,91	R\$ 32.099.655,03	R\$ 2.396.239,53	R\$ 6.511.108,10	R\$ 24.816.826,71
11	R\$ 232,95	R\$ 33.544.139,51	R\$ 2.504.070,31	R\$ 6.115.279,71	R\$ 20.680.688,92
12	R\$ 243,43	R\$ 35.053.625,79	R\$ 2.616.753,48	R\$ 5.719.451,33	R\$ 16.544.551,14
13	R\$ 254,38	R\$ 36.631.038,95	R\$ 2.734.507,38	R\$ 5.323.622,94	R\$ 12.408.413,35
14	R\$ 265,83	R\$ 38.279.435,70	R\$ 2.857.560,21	R\$ 4.927.794,56	R\$ 8.272.275,57
15	R\$ 277,79	R\$ 40.002.010,31	R\$ 2.986.150,42	R\$ 4.531.966,17	R\$ 4.136.137,78
16	R\$ 290,29	R\$ 41.802.100,77	R\$ 3.120.527,19	R\$ 4.136.137,78	R\$ -

Fonte: Próprio, Parte 1

Tabela 7

Preço por Ton de bagaço	Preço do bagaço	Caixa gerado no período	Valor presente do caixa
R\$ 16,40			
R\$ 17,14	R\$ 10.022.222,22	-R\$ 88.275,41	-R\$ 78.761,07
R\$ 17,91	R\$ 10.473.222,22	R\$ 739.078,67	R\$ 588.348,19
R\$ 18,72	R\$ 10.944.517,22	R\$ 1.585.851,40	R\$ 1.126.362,34
R\$ 19,56	R\$ 11.437.020,50	R\$ 2.452.916,63	R\$ 1.554.426,88
R\$ 20,44	R\$ 11.951.686,42	R\$ 3.341.187,51	R\$ 1.889.123,01
R\$ 21,36	R\$ 12.489.512,31	R\$ 4.251.618,31	R\$ 2.144.793,75
R\$ 22,32	R\$ 13.051.540,36	R\$ 5.185.206,22	R\$ 2.333.829,78
R\$ 23,32	R\$ 13.638.859,68	R\$ 6.142.993,30	R\$ 2.466.919,99
R\$ 24,37	R\$ 14.252.608,36	R\$ 7.126.068,53	R\$ 2.553.270,89
R\$ 25,47	R\$ 14.893.975,74	R\$ 8.135.569,86	R\$ 2.600.798,80
R\$ 26,61	R\$ 15.564.204,65	R\$ 9.172.686,48	R\$ 2.616.297,97
R\$ 27,81	R\$ 16.264.593,86	R\$ 10.238.661,06	R\$ 2.605.587,72
R\$ 29,06	R\$ 16.996.500,58	R\$ 11.334.792,23	R\$ 2.573.641,05
R\$ 30,37	R\$ 17.761.343,11	R\$ 12.462.437,02	R\$ 2.524.697,00
R\$ 31,74	R\$ 18.560.603,55	R\$ 13.623.013,55	R\$ 2.462.358,91

Fonte: Próprio, Parte 2

Tabela 9

periodos	Preço de venda /Mwh	Receita de venda	Operação e manutenção	Amortização BNDES	Saldo principal da dívida
1	R\$ 150,00				
2	R\$ 156,75	R\$ 22.572.000,00	R\$ 1.685.000,00	R\$ 9.677.735,19	R\$ 57.905.928,98
3	R\$ 163,80	R\$ 23.587.740,00	R\$ 1.760.825,00	R\$ 9.281.906,80	R\$ 53.769.791,20
4	R\$ 171,17	R\$ 24.649.188,30	R\$ 1.840.062,13	R\$ 8.886.078,42	R\$ 49.633.653,41
5	R\$ 178,88	R\$ 25.758.401,77	R\$ 1.922.864,92	R\$ 8.490.250,03	R\$ 45.497.515,63
6	R\$ 186,93	R\$ 26.917.529,85	R\$ 2.009.393,84	R\$ 8.094.421,64	R\$ 41.361.377,85
7	R\$ 195,34	R\$ 28.128.818,70	R\$ 2.099.816,56	R\$ 7.698.593,26	R\$ 37.225.240,06
8	R\$ 204,13	R\$ 29.394.615,54	R\$ 2.194.308,31	R\$ 7.302.764,87	R\$ 33.089.102,28
9	R\$ 213,32	R\$ 30.717.373,24	R\$ 2.293.052,18	R\$ 6.906.936,49	R\$ 28.952.964,49
10	R\$ 222,91	R\$ 32.099.655,03	R\$ 2.396.239,53	R\$ 6.511.108,10	R\$ 24.816.826,71
11	R\$ 232,95	R\$ 33.544.139,51	R\$ 2.504.070,31	R\$ 6.115.279,71	R\$ 20.680.688,92
12	R\$ 243,43	R\$ 35.053.625,79	R\$ 2.616.753,48	R\$ 5.719.451,33	R\$ 16.544.551,14
13	R\$ 254,38	R\$ 36.631.038,95	R\$ 2.734.507,38	R\$ 5.323.622,94	R\$ 12.408.413,35
14	R\$ 265,83	R\$ 38.279.435,70	R\$ 2.857.560,21	R\$ 4.927.794,56	R\$ 8.272.275,57
15	R\$ 277,79	R\$ 40.002.010,31	R\$ 2.986.150,42	R\$ 4.531.966,17	R\$ 4.136.137,78
16	R\$ 290,29	R\$ 41.802.100,77	R\$ 3.120.527,19	R\$ 4.136.137,78	R\$ -

Fonte: Próprio, Parte 1

Tabela 9

Preço por Ton de bagaço	Preço do bagaço	Caixa gerado no periodo	Valor presente do caixa
R\$ 16,40			
R\$ 17,14	R\$ 10.022.222,22	-R\$ 88.275,41	-R\$ 73.209,00
R\$ 17,91	R\$ 10.473.222,22	R\$ 739.078,67	R\$ 508.323,41
R\$ 18,72	R\$ 10.944.517,22	R\$ 1.585.851,40	R\$ 904.558,48
R\$ 19,56	R\$ 11.437.020,50	R\$ 2.452.916,63	R\$ 1.160.330,39
R\$ 20,44	R\$ 11.951.686,42	R\$ 3.341.187,51	R\$ 1.310.763,84
R\$ 21,36	R\$ 12.489.512,31	R\$ 4.251.618,31	R\$ 1.383.256,09
R\$ 22,32	R\$ 13.051.540,36	R\$ 5.185.206,22	R\$ 1.399.068,81
R\$ 23,32	R\$ 13.638.859,68	R\$ 6.142.993,30	R\$ 1.374.604,64
R\$ 24,37	R\$ 14.252.608,36	R\$ 7.126.068,53	R\$ 1.322.429,35
R\$ 25,47	R\$ 14.893.975,74	R\$ 8.135.569,86	R\$ 1.252.088,95
R\$ 26,61	R\$ 15.564.204,65	R\$ 9.172.686,48	R\$ 1.170.761,61
R\$ 27,81	R\$ 16.264.593,86	R\$ 10.238.661,06	R\$ 1.083.776,71
R\$ 29,06	R\$ 16.996.500,58	R\$ 11.334.792,23	R\$ 995.027,15
R\$ 30,37	R\$ 17.761.343,11	R\$ 12.462.437,02	R\$ 907.296,14
R\$ 31,74	R\$ 18.560.603,55	R\$ 13.623.013,55	R\$ 822.515,32

Fonte: Próprio, Parte 2

Tabela 11

periodos	Preço de venda /Mwh	Receita de venda	Operação e manutenção	Amortização BNDES	Saldo principal da dívida
1	R\$ 138,13				
2	R\$ 144,35	R\$ 20.785.802,40	R\$ 1.685.000,00	R\$ 9.677.735,19	R\$ 57.905.928,98
3	R\$ 150,84	R\$ 21.721.163,51	R\$ 1.760.825,00	R\$ 9.281.906,80	R\$ 53.769.791,20
4	R\$ 157,63	R\$ 22.698.615,87	R\$ 1.840.062,13	R\$ 8.886.078,42	R\$ 49.633.653,41
5	R\$ 164,72	R\$ 23.720.053,58	R\$ 1.922.864,92	R\$ 8.490.250,03	R\$ 45.497.515,63
6	R\$ 172,14	R\$ 24.787.455,99	R\$ 2.009.393,84	R\$ 8.094.421,64	R\$ 41.361.377,85
7	R\$ 179,88	R\$ 25.902.891,51	R\$ 2.099.816,56	R\$ 7.698.593,26	R\$ 37.225.240,06
8	R\$ 187,98	R\$ 27.068.521,63	R\$ 2.194.308,31	R\$ 7.302.764,87	R\$ 33.089.102,28
9	R\$ 196,43	R\$ 28.286.605,10	R\$ 2.293.052,18	R\$ 6.906.936,49	R\$ 28.952.964,49
10	R\$ 205,27	R\$ 29.559.502,33	R\$ 2.396.239,53	R\$ 6.511.108,10	R\$ 24.816.826,71
11	R\$ 214,51	R\$ 30.889.679,94	R\$ 2.504.070,31	R\$ 6.115.279,71	R\$ 20.680.688,92
12	R\$ 224,16	R\$ 32.279.715,53	R\$ 2.616.753,48	R\$ 5.719.451,33	R\$ 16.544.551,14
13	R\$ 234,25	R\$ 33.732.302,73	R\$ 2.734.507,38	R\$ 5.323.622,94	R\$ 12.408.413,35
14	R\$ 244,79	R\$ 35.250.256,36	R\$ 2.857.560,21	R\$ 4.927.794,56	R\$ 8.272.275,57
15	R\$ 255,81	R\$ 36.836.517,89	R\$ 2.986.150,42	R\$ 4.531.966,17	R\$ 4.136.137,78
16	R\$ 267,32	R\$ 38.494.161,20	R\$ 3.120.527,19	R\$ 4.136.137,78	R\$ -

Fonte: Próprio, Parte 1

Tabela 11

Preço por Ton de bagaço	Preço do bagaço	Caixa gerado no período	Valor presente do caixa
R\$ 16,40			
R\$ 17,14	R\$ 10.022.222,22	-R\$ 1.773.552,85	-R\$ 1.582.399,04
R\$ 17,91	R\$ 10.473.222,22	-R\$ 1.022.036,25	-R\$ 813.598,35
R\$ 18,72	R\$ 10.944.517,22	-R\$ 254.513,69	-R\$ 180.770,18
R\$ 19,56	R\$ 11.437.020,50	R\$ 529.735,10	R\$ 335.696,08
R\$ 20,44	R\$ 11.951.686,42	R\$ 1.331.462,82	R\$ 752.815,29
R\$ 21,36	R\$ 12.489.512,31	R\$ 2.151.456,01	R\$ 1.085.334,82
R\$ 22,32	R\$ 13.051.540,36	R\$ 2.990.536,61	R\$ 1.346.022,34
R\$ 23,32	R\$ 13.638.859,68	R\$ 3.849.563,56	R\$ 1.545.918,22
R\$ 24,37	R\$ 14.252.608,36	R\$ 4.729.434,45	R\$ 1.694.556,72
R\$ 25,47	R\$ 14.893.975,74	R\$ 5.631.087,25	R\$ 1.800.159,70
R\$ 26,61	R\$ 15.564.204,65	R\$ 6.555.502,15	R\$ 1.869.806,30
R\$ 27,81	R\$ 16.264.593,86	R\$ 7.503.703,45	R\$ 1.909.581,48
R\$ 29,06	R\$ 16.996.500,58	R\$ 8.476.761,52	R\$ 1.924.705,89
R\$ 30,37	R\$ 17.761.343,11	R\$ 9.475.794,93	R\$ 1.919.649,51
R\$ 31,74	R\$ 18.560.603,55	R\$ 10.501.972,56	R\$ 1.898.230,93

Fonte: Próprio, Parte 2

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ANSELMI, R.; **Crise adia investimentos e acelera a concentração de usinas**. São Paulo: Jornal Cana, dez. 2009.

BRASIL. **Câmara de comercialização de energia elétrica**. Definições ACR e ACL. Disponível em: <<http://www.ccee.org.br>>. Acesso: 10 nov. 2010.

BRASIL. **Empresa de pesquisa energética: Plano Nacional de Energia 2030**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://www.epe.org.br>>. Acesso: 5 set. 2010.

BRASIL. **Empresa de pesquisa energética: Balanço Energético Nacional (BEN 2010)**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://www.epe.org.br>>. Acesso: 5 set. 2010.

CASTRO, N.J.; Leite, A.L. **Preço Spot de Eletricidade: Teoria e Evidências - Caso Brasileiro**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2008

COELHO, S.T.C.; ZYLBERSZTAJN, D. **Barreiras e mecanismos de implementação à cogeração de eletricidade a partir de biomassa**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1999.

COGEN. **Infocogen: terminologia**. Disponível em: <http://www.cogen.com.br/info_term_glos.asp?nav_letter=C&offset=70>. Acesso em: 19 nov. 2010.

COGEN. **Cogeração de Energia a Bagaço de Cana no Estado de São Paulo Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo**. Disponível em: <http://www.saneamento.sp.gov.br/bio_apresen/Miroel.pdf>. Acesso em: 11 março. 2011.

CORRÊA NETO, V. **Análise de viabilidade da cogeração de energia elétrica em ciclo combinado com gaseificação de biomassa de cana-de-açúcar e gás natural**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2001.

COSTA, R.C. & PIEROBON, E.C. **Leilão de Energia Nova: análise da sistemática e dos resultados**. Rio de Janeiro: BNDES Setorial – Energia, mar. 2008.

Consecana, Conselho dos Produtores de Cana, Açúcar e Alcool do Estado de São Paulo. Preços mensais do ATR (Açúcar Total Recuperável) (<http://www.unica.com.br/dadosCotacao/estatistica/>). 2011.

CUNHA, M.P. **Inserção do Setor Sucroalcooleiro na matriz energética do Brasil: Uma Análise de Insumo-Produto**, Unicamp, Campinas, 2005

FRANCO, M. M.. **Aplicação de técnicas de análise espacial para a avaliação do potencial de produção de eletricidade a partir de subprodutos da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2008.

Fisiosoft. **Aspectos Fiscais de Sociedade de Propósito Específico (SPE) -2010**. Disponível em <<http://www.fiscosoft.com.br/a/2j40/direito-empresarial-sociedade-de-proposito-especifico-spe-aspectos-societarios-contabeis-e-fiscais-sheila-felix-de-oliveira-ronaldo-apelbaum>>. Acesso em 07 mar. 2011.

- ELETROBRÁS. **Boletim semestral siese – 2000**. Disponível em: <<http://www.eletronbras.gov.br/mercado/siese/default.asp>>. Acesso em: 19 nov. 2010.
- GITMAN, Lawrence J. **Princípios de administração financeira**. Porto Alegre. 2001.
- ITAÚ – BBA: **Overview do Setor de Açúcar e Álcool**. São Paulo. 2011.
- INPE, Instituto Nacional de Pesquisa Espacial. **Dados consultados no site**. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/canasat/>. Acesso em: 12 set. 2010.
- MACEDO, I. C. **Geração de energia elétrica a partir de biomassa no Brasil: situação atual, oportunidades e desenvolvimento**, Relatório para o MCT, Brasília, 2001.
- MORAES, M. A. F. D.M. **A desregulamentação do setor sucroalcooleiro do Brasil**. Americana: Caminho Editorial, 2002.
- MORAES, M. A. F. D. M; SKIKIDA. P. F. A. **Agroindústria canavieira no Brasil: evolução, desenvolvimento e desafios**. São Paulo Atlas, 2002.
- ODDONE, D. C. **Cogeração: uma alternativa para produção de eletricidade**. Tese de mestrado. São Paulo: USP, 2001.
- PALOMINO, J.M.G. **Formação de preço de energia elétrica gerada por biomassa no ambiente da contratação livre brasileiro: uma abordagem computacional baseada em Agentes**. Dissertação de economia. Ribeirão Preto: FEA, 2009.
- SILVA, E.L. **Formação de Preços em mercados de energia elétrica**. Porto Alegre: Sagra Luzzato, 2001.
- SOUZA, J.V.P. **Novas estratégias de financiamento do agronegócio: uma análise sobre a viabilidade de emissão de CDCA pelas cooperativas**. Tese de Mestrado, USP Ribeirão Preto, 2007.
- THE ECONOMIST. **Panorama energético brasileiro**. Disponível em: http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/Artigos/Panorama_energxtico_brasileiro.pdf. Acesso em: 19 nov. 2010.
- TOLMASQUIM, M.T. & OLIVEIRA, R.G. **As empresas do setor elétrico brasileiro: estratégias e performances**. Rio de Janeiro: Cenergia, 2002.
- TOLMASQUIM, M.T. (Coord). **Geração de energia elétrica no Brasil**. Rio de Janeiro: Interciência, 2005.
- UNIBANCO, **Alerta Cosan**. Disponível em < http://www.investshop.com.br/arq/publicacao/ivs/img/alert_cosan_121107_p.pdf> Consulta realizada em 12 nov. 2007.

ÚNICA, União da Indústria de Cana-de-açúcar. **Bioeletricidade reduzindo emissões e agregando valor.** São Paulo: Ethanol Summit, 2009.

ÚNICA, União da Indústria de Cana-de-açúcar. **Ranking da produção de cana, açúcar e etanol das unidades da Região Centro-Sul.**

(<http://www.unica.com.br/dadosCotacao/estatistica/>). 2009.