

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AGRONEGÓCIO**

FELIPE AVELAR GARCIA

**VIABILIDADE ECONÔMICA DA COGERAÇÃO DE ENERGIA COM BAGAÇO DE
CANA-DE-AÇÚCAR EM USINA SUCROALCOOLEIRA**

Botucatu-SP
Dezembro – 2012

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AGRONEGÓCIO**

FELIPE AVELAR GARCIA

**VIABILIDADE ECONÔMICA DA COGERAÇÃO DE ENERGIA COM BAGAÇO DE
CANA-DE-AÇÚCAR EM USINA SUCROALCOOLEIRA**

Orientador: Prof. Ms. Ricardo Ghantous Cervi

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
FATEC - Faculdade de Tecnologia de
Botucatu, para obtenção do título de
Tecnólogo no Curso Superior de Agronegócio.

Botucatu-SP
Dezembro – 2012

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, agradeço ao Prof. Ms. Ricardo Ghantous Cervi por sua dedicação e competência de orientador, o que me permitiu concluir este trabalho com êxito. Agradeço também ao colega de sala e também monitor de Projetos Thiago Pijnenburg pelo o apoio para o desenvolvimento dos cálculos de viabilidade do projeto.

Agradeço ao gerente de manutenção elétrica Giuliano Grespi Martins da usina Rio Pardo, pela confiança e apoio com relação às informações liberadas para o propósito desse trabalho e também o parabenizo pela competência e eficiência com que exerce sua função na usina.

Agradeço em especial aos meus pais Aldo Garcia Neto e Eliane de Avelar Garcia, cuja paciência, dedicação e apoio na minha criação foram fundamentais para o meu desenvolvimento pessoal, acreditando sempre no meu potencial e me incentivando nos meus estudos e planos.

Aos demais colegas de faculdade, pela amizade e convívio agradável.

Ao corpo de Professores da Faculdade de Tecnologia de Botucatu (FATEC-BT), por contribuir para a minha formação.

RESUMO

Cogeração é um processo simultâneo de energia mecânica e térmica, a partir de uma mesma fonte primária. O processo de cogeração de energia elétrica consiste em aproveitar o vapor produzido pela queima de combustível (biomassa) para movimentar as turbinas e gerar energia. Nas usinas de açúcar e álcool o bagaço de cana-de-açúcar é usado como combustível para caldeiras, gerando vapor para as turbinas que pode se transformar em eletricidade ou movimentar as moendas. Um dos fatores de maior importância é para o setor sucroalcooleiro é a sazonalidade, ou seja, a safra de cana-de-açúcar coincide com os períodos de pouca chuva e quando os rios estão com seus níveis baixos. O objetivo do presente trabalho é avaliar o uso do bagaço de cana-de-açúcar na cogeração de energia elétrica por meio de sua queima e mostrar a viabilidade da comercialização do excedente de energia gerada, para o setor sucroalcooleiro, no estado de São Paulo. É uma energia limpa e renovável. Conforme os resultados obtidos o VPL foi de 117.528.303,91 a TIR de 30% e PayBack simples de 3,08 anos e PayBack econômico de 3,68 anos. Pode se concluir que o processo de cogeração é viável economicamente diante dos dados que foram analisados.

PALAVRAS-CHAVE: Cogeração. Cana-de-açúcar. Sazonalidade. Viabilidade.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição dos MW gerados da Usina Rio Pardo	32
Figura 2 - Diagrama padrão de um sistema de cogeração utilizado pelas usinas cana-de-açúcar	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Moagem de cana-de-açúcar e produção de açúcar e etanol- Safra 2010/2011	12
Tabela 2 - Numero de usinas de cana-de-açúcar no Brasil.....	13
Tabela 3 - Eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar	16
Tabela 4 - Prazos da eliminação da queima da cana-de-açúcar segundo o Protocolo Agroambiental	16
Tabela 5 - Capacidade Instalada de Geração da Usina Rio Pardo em MW	32
Tabela 6 - Geração de energia elétrica na Usina Rio Pardo em 2011	33
Tabela 7 - Custo de implantação sistema de cogeração	36
Tabela 8 - Custo de operação e manutenção da Usina Rio Pardo	37
Tabela 9 - Fluxo de caixa	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL- Agência Nacional de Energia Elétrica
COGEN - Associação da Indústria de Cogeração de Energia
CPFL- Companhia Paulista de Força e Luz
CPRN - Coordenadoria de Licenciamento Ambiental e de Proteção dos Recursos Naturais
EPE - Empresa de Pesquisa Energética
MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MDL - Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MME - Ministérios de Minas e Energia
OIE - Oferta Interna de Energia
O&M - Custos de Manutenção e Operação
PCH's - Pequenas Centrais Hidroelétricas
PIA - Produtor Independente Autônomo
PIE - Produtor Independente de Energia
PIB - Produto Interno Bruto
PROINFA - Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
SIGAM - Sistema Integrado de Gestão Ambiental
SMA-SP - Secretaria de Meio ambiente do Estado de São Paulo
TIR - Taxa Interna de Retorno
TMAR - Taxa mínima de Atratividade de Retorno do Projeto
ÚNICA - União da Indústria de Cana de São Paulo
URP - Usina Rio Pardo
VPL - Valor Presente Líquido

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 Objetivo	9
1.2 Justificativa e relevância do tema	9
2 REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1 Caracterização do Setor Sucroalcooleiro	10
2.2 O setor sucroalcooleiro Brasileiro.....	11
2.3 O setor sucroalcooleiro no estado de São Paulo.....	15
2.4 Ciclo produtivo da cana de açúcar.....	18
2.5 O Processo de cogeração de energia elétrica.....	19
2.6 Caracterização dos sistemas de cogeração por bagaço	20
2.7 Comparativos da eficiência energética de geradores termelétricos e de cogeração ...	21
2.8 Vantagens da cogeração.....	21
2.9 Autoprodução, produção independente e a conjuntura energética brasileira.....	23
2.9.1 Definições.....	23
2.9.2 Classificação	24
2.10 Indicadores de viabilidade econômica	25
2.10.1 Fluxo de caixa	25
2.10.3 Taxa mínima Atrativa de Retorno (TMAR)	25
2.10.4 Valor Presente Líquido (VPL)	25
2.10.5 Taxa Interna de Retorno (TIR).....	26
2.10.6 Método PayBack.....	26
2.10.6.1 Método PayBack Simples.....	26
2.10.6.2 Método PayBack Descontado	26
3 MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1 Material	28
3.2 Métodos e técnicas	28
3.3 Indicadores de viabilidade econômica	28
3.3.1 Fluxo de caixa	29
3.3.2 PayBack simples	29
3.3.3 PayBack Descontado	29
3.3.4 Valor presente líquido (VPL)	29
3.3.5 Taxa interna de retorno (TIR)	30
4 RESULTADO E DISCUSSÃO	31
4.1 Estudo de caso: Usina Rio Pardo (URP)	31
4.2 Receita gerada com a venda do excedente e gasto evitado com a compra de energia	33
4.3 Tecnologia utilizada no processo de cogeração com bagaço de cana-de-açúcar	34
4.4 Custo com implantação do sistema de cogeração	35
4.5 Custo com operação e manutenção.....	36
4.6 Índices de viabilidade econômica do projeto	37
5 CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

Por muito tempo, os recursos fósseis e hídricos foram os grandes propulsores da civilização e da economia. O Brasil não foi diferente ao também se apoiar nessas fontes energéticas para o desenvolvimento, seja este na indústria, agricultura, de serviços e da própria sociedade.

Entretanto estes recursos são de caráter não renovável, portanto, finito na natureza, no que se refere ao fator ambiental, desde a década de 1970 existe a preocupação com o efeito estufa e já se começa a levantar discussões sobre desenvolvimento sustentável e o futuro do planeta. Na busca do desenvolvimento sustentável procura-se associar a eficiência econômica com a prudência ecológica

No campo econômico e político, existe uma grande preocupação com a relação à oferta de energia originária do petróleo e derivados, sendo que 65,4% desse combustível encontra-se em regiões de conflitos no Oriente Médio, além é claro do fator preço, com sua alta oscilação, que só tende a aumentar com o tempo em função da redução das reservas (MARCONATO; SANTINI, 2012).

O Brasil apresenta uma situação privilegiada quando falamos de utilização de fontes renováveis de energia no país, segundo dados do Balanço Energético Nacional 44,1% da Oferta Interna de Energias (OIE) é renovável, sendo que deste total temos a partir da utilização do bagaço de cana de açúcar (15,7%) (PROCANA, 2012).

A cogeração de energia a partir do bagaço da cana-de-açúcar, tem sua implantação assegurada no Brasil por ser um grande produtor e ter uma safra constante, que libera elevada quantidade de resíduos (palha, bagaço e vinhoto) é um meio que pode ajudar apesar da sua capacidade de produção ser baixo ainda, são necessários mais investimentos e principalmente

mudança nas caldeiras de baixa ou média compressão para caldeiras de alta compressão. Em 2002 abre uma nova etapa no país na área do desenvolvimento de fontes renováveis de energia com a implantação do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), criado no âmbito do Ministério de Minas e Energia (MME) pela Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002, e revisado pela Lei nº 10.762, de 11 de novembro de 2003. Esta iniciativa de caráter estrutural deve alavancar os ganhos de escala, aprendizagem tecnológica, competitividade industrial nos mercados interno e externo e, sobretudo a apropriação dos benefícios técnicos, ambientais e socioeconômicos na definição da competitividade econômico-ergética de projetos de geração de energia que provenham de fontes limpas e sustentáveis.

As vantagens dos sistemas de cogeração são muitas, como o menor custo de eletricidade, confiabilidade de energia produzida, pouca emissão de poluentes (energia limpa) etc.

1.1 Objetivo

Este trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade da geração de energia elétrica por meio da cogeração a partir do bagaço da cana de açúcar na Usina Rio Pardo localizada na região de Avaré.

1.2 Justificativa e relevância do tema

O Brasil possui vasta extensão territorial e a abundância de biomassas por resíduos vegetais, como plantas, madeiras e oleaginosos, favorecendo na transição das fontes tradicionais pelo uso da biomassa, porém sua baixa utilização é observada devido à falta de investimentos. Apesar das vantagens ambientais, sociais e estratégicas das energias renováveis, elas apresentam duas grandes dificuldades: o investimento inicial muito elevado é em alguns casos, a intermitência. No caso da biomassa, entretanto, não existe o problema da intermitência, uma vez que o bagaço pode ser armazenado para o período de entressafra. Além disso, o custo de energia a partir de biomassa é inferior ao das outras fontes de energia renovável (GOLDEMBERG, 2003).

Apesar dos investimentos iniciais serem elevados em médio prazo é possível recuperar os gastos. Enquanto as empresas não investem em tecnologias modernas existe o desperdício de energia que é alto.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Caracterização do Setor Sucroalcooleiro

Segundo dados do Balanço Energético Nacional do Ministério das Minas e Energia (MME, 2007) nos mostra que a oferta brasileira de energia está baseada principalmente nos combustíveis fósseis (petróleo e carvão) e na hidroeletricidade, e afirma que estes combustíveis ainda terão por muito tempo, um papel de grande importância na matriz energética brasileira. No documento também é destacado a grande importância da necessidade de implementação de programas que busquem novas fontes, fontes alternativas de energia para que haja maior confiabilidade da oferta existente no mercado, lançando desta forma bases para o desenvolvimento brasileiro.

A ideia do cultivo da cana-de-açúcar ligado ao aproveitamento da biomassa gerada no processo industrial, para fins energéticos permitem ao Brasil ocupar uma posição estratégica e privilegiada no cenário nacional. A grande quantidade de biomassa gerada do processo industrial das usinas sucroalcooleiras integra-se perfeitamente ao processo de cogeração de energia, que se baseia da produção simultânea e sequenciada de duas ou mais formas de energia a partir de um único combustível (COGEN, 2008).

A cogeração já vem deixando de ser algo novo no setor sucroalcooleiro e se tornando cada vez mais tradicional, sendo aplicada em várias partes do mundo. No Brasil, desde a instituição do Programa Brasileiro do Álcool (Proálcool), uma parte significativa das usinas sucroalcooleiras tornou-se autossuficientes em termos energéticos. Passando a gerar toda a energia necessária para suprir sua demanda, utilizando cada vez mais o bagaço já gerado no

processo industrial, que antes era descartado, este responde por 30% do conteúdo energético da cana moída, chegando a render excedentes podendo ser vendidos a rede (BRIGHENTI, 2003).

O Programa Brasileiro do Álcool (Proálcool) foi um bem sucedido programa de substituição em larga escala dos derivados de petróleo, financiado pelo governo brasileiro a partir de 1975, por conta da crise do petróleo de 1973. Foi criado pelo Decreto nº 76.593, com o objetivo de estimular a produção de álcool., visando o atendimento das necessidades do mercado interno e externo e da política de combustíveis automotivos.

Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2008), existem 4.113 MW instalados atualmente dentro do setor sucroalcooleiro, com cerca de 900 MW excedentes para comercialização, com perspectivas para 2017 de um potencial de 12.000 MW instalados, com cerca de 8.000 MW excedentes gerados com fins de comercialização.

Com a utilização de uma energia limpa e renovável na busca da sustentabilidade do setor sucroalcooleiro, o setor tem contribuído para diminuição do efeito estufa e ajudando assim a aliviar o aquecimento global, por meio de projetos regidos pelo Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), do protocolo de Kyoto. Isto porque o setor realiza a venda do excedente de energia para a rede elétrica nacional, deslocando e substituindo parte da geração de energia fóssil, com isso o consumo seria muito maior sem esta contribuição. O chamado mercado de crédito de carbono é um meio de contribuir para tornar mais atrativos os projetos de cogeração com bagaço, viabilizando, em muitos casos, o aumento da produção de energia renovável e assim a diminuição do uso dos combustíveis fósseis.

2.2 O setor sucroalcooleiro Brasileiro

A safra brasileira de 2010/2011, conforme levantamento da União da Indústria de Cana de São Paulo (ÚNICA, 2012), detalhado na Tabela 1, foi de 620.132 toneladas, sendo o Centro Sul responsável por mais de 89% da produção nacional e o Norte-Nordeste pelos 11% restantes. O Estado de São Paulo lidera o ranking de produção, seguido por Minas Gerais, Goiás, Paraná, Mato Grosso do Sul, Alagoas e Pernambuco.

A região Norte-Nordeste tem sua produção reduzida devido ao seu alto custo, pois as condições climáticas não são as ideais para o cultivo, a cana-de-açúcar precisa de contrastes definidos entre períodos úmidos e períodos secos para que sua produção encontre o ponto de economicidade. A distribuição da produção da cana-de-açúcar no país pode ser vista na Tabela 1:

Tabela 1 - Moagem de cana-de-açúcar e produção de açúcar e etanol- Safra 2010/2011

Região Centro-Sul	Cana-de-açúcar	Açúcar	Etanol (mil m³)		Total
			mil ton.	mil ton.	
Estados					
Espírito Santo	3.525	90	99	88	187
Goiás	46.613	1.805	662	2.233	2.895
Mato Grosso	13.661	446	282	575	857
Mato Grosso do Sul	33.520	1.329	360	1.488	1.849
Minas Gerais	54.629	3.244	619	1.938	2.558
Paraná	43.321	3.022	272	1.348	1.619
Rio de Janeiro	2.093	118	0	61	61
Rio Grande do Sul	82	0	0	6	6
Santa Catarina	0	0	0	0	0
São Paulo	359.503	23.446	5.119	10.236	15.354
Região Norte-Nordeste					
Estados					
Acre	34	0	0	1	1
Alagoas	28.958	2.499	328	388	716
Amapá	0	0	0	0	0
Amazonas	347	20	0	7	7
Bahia	2.792	114	59	68	127
Ceará	36	0	0	3	3
Maranhão	2.327	9	142	40	182
Pará	522	21	6	17	23
Paraíba	5.246	183	124	174	298
Pernambuco	16.924	1.348	160	225	385
Piauí	837	46	33	2	35
Rio Grande do Norte	2.729	169	43	40	83
Rondônia	137	0	0	11	11
Roraima	0	0	0	0	0
Sergipe	2.059	80	10	93	103
Tocantins	239	0	5	12	16
Região Centro-Sul	556.945	33.501	7.413	17.971	25.385
Região Norte-Nordeste	63.187	4.488	910	1.081	1.991
Brasil	620.132	37.989	8.323	19.053	27.376

Fonte: ÚNICA, ALCOPAR, BIOSUL, SIAMIG, SINDALCOOL, SIFAEG, SUDES e MAPA, 2012.

O parque sucroalcooleiro brasileiro é composto por 401 usinas cadastradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2012), sendo que destas, 172 localizam-se em São Paulo e geram 900.000 empregos diretos, sendo 500.000 deles em São Paulo, e mais de 3,5 milhões de empregos indiretos, sendo dois milhões apenas em São Paulo com maior concentração na região oeste do estado e com perspectivas de abertura de 30 novas usinas/destilarias nessa região (BRIGHENTI, 2012), conforme demonstrado na Tabela 2:

Tabela 2 - Numero de usinas de cana-de-açúcar no Brasil

Estados	Usinas
Alagoas	24
Pernambuco	20
Paraíba	9
Maranhão	4
Rio Grande do Norte	4
Sergipe	5
Bahia	5
Ceará	2
Rondônia	1
Amazonas	1
Pará	1
Piauí	1
Acre	1
Tocantins	1
Norte-Nordeste	79
Estados	Usinas
São Paulo	172
Minas Gerais	43
Paraná	30
Goiás	34
Mato Grosso do Sul	21
Mato Grosso	11
Rio de Janeiro	4
Espírito Santo	5
R. G. Sul	1
Santa Catarina	1
Centro-Sul	322
Brasil	401

Fonte: MAPA, 2012

Toda cana plantada se destina para produção de etanol e de açúcar em proporção aproximada de 50% para cada produto final, sendo que na região Centro-Sul está concentrada a maior parte das áreas de cultivo. O Estado de São Paulo é hoje o maior produtor, seguido por Minas Gerais, Goiás e Paraná. Esta cultura no Brasil apresenta dois períodos de colheita: nas regiões Norte-Nordeste a safra vai de setembro a março e na Centro-Sul, de maio a novembro.

Estima-se que no ano 2014 haverá no estado de São Paulo cerca de 7 milhões de hectares de cana plantada. Dessa área, cerca de 5,9 milhões de hectares serão em áreas mecanizáveis. Os restantes 1,1 milhões de hectares estarão em áreas não mecanizáveis, com declividade acima de 12%. (BRASIL, 2011).

A produção de etanol deu um grande salto de 0,6 milhões de metros cúbicos em 1975, no início do Proálcool, para quase 18 milhões de metros cúbicos na safra de 2006/2007, devido ao aumento na produtividade agrícola e industrial (GOLDEMBERG et al., 2008). Os subsídios aplicados ao Proálcool no passado permitiram a expansão do setor e a modernização das tecnologias de produção com mais investimentos em pesquisas, tornando esta economicamente competitiva, com custos relativamente baixos. Desta forma, o etanol Brasileiro tornou-se competitivo com a gasolina no mercado internacional (COELHO et al., 2005).

Atualmente, praticamente todas as usinas são autossuficientes em cogeração no entanto, apenas 10% negociam o excedente desta energia para as distribuidoras de energia, segundo a União da Agroindústria Canavieira de São Paulo (CAPELLA; SCARAMUZZO, 2007). De acordo com Junqueira (2006), hoje muitos outros produtos podem ser obtidos a partir da cana como ração humana e animal, plástico biodegradável e biofertilizante (vinhaça e vinhoto) e energia.

Ramos (2008) afirma que após a crise do petróleo na década de 70 a cogeração começou ganhar importância, no Brasil apenas em 1980 começou a ser feita a cogeração visando minimizar impactos ambientais, gerados por fontes não renováveis.

O termo cogeração tem uma definição oficial, e consta na resolução da ANEEL N° 21, de 20/01/2000. A definição, segundo esta resolução é a seguinte:

Art. 3° - A cogeração de energia é definida como o processo de produção combinada de calor útil e energia mecânica, geralmente convertida total ou parcialmente em energia elétrica, a partir da energia química disponibilizada por um ou mais combustíveis.

O processo produtivo e consumidor de com um sistema local de energia térmica, mecânica e elétrica é conhecida e utilizada desde o começo do séc. XX, já que não havia outra

fonte energética para produção dos grandes e médios empreendimentos (TOLMASQUIM, 2005)

Um quinto de toda energia gerada no mundo é a partir da biomassa – cerca de 13% a 14% por biomassa e 6% a partir de água.

Além de ser uma energia limpa, renovável tem outra explicação para a utilização, o fato de os resíduos da cana estar disponível em grandes quantidades junto as fornalhas e grelhas, isso pode explicar as vantagens competitivas que o açúcar e o etanol produzidos com cana-de-açúcar apresenta frente às outras culturas como milho, beterraba e trigo – isso vale tanto para o açúcar como álcool (CONAB, 2011).

2.3 O setor sucroalcooleiro no estado de São Paulo

No Estado de São Paulo localizam-se 172 usinas sucroalcooleiras (MAPA, 2012), gerando mais de 900.000 empregos diretos, sendo 500.000 deles em São Paulo, e mais de 3,5 milhões de empregos indiretos, sendo dois milhões apenas em São Paulo. (BRIGHENTI, 2012).

Estima-se que no ano 2014 haverá no estado de São Paulo cerca de 7 milhões de hectares de cana-de-açúcar plantada, de toda esta área, cerca de 5,9 milhões de hectares serão em áreas mecanizáveis e o restante 1,1 milhões de hectares estarão em áreas não mecanizáveis, com declividade acima de 12% (BRASIL, 2011). As medidas para eliminação das queimadas em áreas compatíveis com a mecanização da colheita tiveram início mediante a Lei Estadual nº 11.241/2002, que prepara sobre a eliminação gradativa da queima da palha e prevê 100% de eliminação em 2031. Atualmente já temos em vigor 30% de eliminação da área de queima, controlada pelo Sistema Integrado de Gestão Ambiental (SIGAM), da Coordenadoria de Licenciamento Ambiental e de Proteção dos Recursos Naturais (CPRN) da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SMA/SP), como pode ser visto na Tabela 3. Estas medidas contribuíram para o aumento da matéria-prima destinada á geração de energia elétrica, o que aumentará a oferta de energia excedente a ser vendida no mercado (DANTAS FILHO, 2008).

Tabela 3 - Eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar

Área mecanizável onde não se pode efetuar a queima da cana-de-açúcar	
Ano	(% eliminação)
1ºano (2002)	20% da queima eliminada
5ºano (2006)	30% da queima eliminada
10ºano (2011)	50% da queima eliminada
15ºano (2016)	80% da queima eliminada
20º ano (2021)	100% da queima eliminada
Área não mecanizável, declividade superior a 12%	
Ano	(% eliminação)
1ºano (2011)	10% da queima eliminada
5ºano (2016)	20% da queima eliminada
10ºano (2021)	30% da queima eliminada
15ºano (2026)	50% da queima eliminada
20º ano (2031)	100% da queima eliminada

Fonte: Dantas Filho, 2008.

No ano de 2007, uma iniciativa conjunta foi assinada rumo á antecipação dos prazos de eliminação da queima e á promoção da sustentabilidade do setor sucroalcooleiro, o Governo de São Paulo, a Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento, a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e a União da Indústria de Cana de açúcar (ÚNICA), acordaram um protocolo de cooperação, o protocolo Agroambiental do Setor Sucroalcooleiro Paulista, no âmbito do Programa Etano Verde. Neste protocolo são fornecidos benefícios ás boas práticas da agroindústria canavieira, por meio de um certificado de conformidade (LUCON, 2008). São apresentados na Tabela 4:

Tabela 4 - Prazos da eliminação da queima da cana-de-açúcar segundo o Protocolo Agroambiental

Área mecanizável onde não se pode efetuar a queima da cana-de-açúcar	
Ano	(% eliminação)
2010	70% da queima eliminada
1014	100% da queima eliminada
Área não mecanizável, declividade superior a 12%	
Ano	(% eliminação)
2010	30% da queima eliminada
2017	100% da queima eliminada

Fonte: Lucon, 2008.

A SMA monitora as condições dos municípios do Estado e avalia e autoriza a suspensão da queima da palha de cana para o resguardo e recuperação da qualidade de vida e saúde da população, quando as condições atmosféricas estiverem desfavoráveis (DANTAS FILHO, 2008).

O Programa Etanol Verde estabelece a adoção de procedimentos técnicos pelas usinas de cana-de-açúcar para promover a produção sustentável do etanol a saber: antecipação do prazo para a eliminação da queima da cana de 2021 para 2014; em terrenos com declividade acima de 12%, o prazo antecipado de 2031 para 2017; colheita mecanizada sem queima nas áreas de expansão de canaviais, proteção de área de matas ciliares, proteção das nascentes de água e recuperação da vegetação; plano de combate á erosão, plano de conservação dos recursos (DANTAS FILHO, 2008).

Na legislação brasileira, o uso do fogo já é proibido pelo Código Florestal (Lei nº4.771/1965), artigo 27. No entanto somente o Estado de São Paulo possui legislação e fiscalização específica para a eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar. (DANTAS FILHO, 2008).

O Estado de São Paulo tem atualmente uma capacidade instalada de geração de energia de cerca de 18GW, dos quais 80% são de aproveitamento hidráulico. Entretanto, o potencial hidráulico do estado já está totalmente em uso. Praticamente 100% do potencial de grande porte já foi aproveitado, restando apenas algumas pequenas centrais hidroelétricas (PCH) novas e outras unidades sujeitas a reopontencialização. São Paulo responde por 30% do consumo de energia elétrica do país, mas, apenas parte deste total é produzida localmente, a geração no estado corresponde aproximadamente a cerca de 60% a 70% da energia consumida, tornando assim o estado de São Paulo um grande importador de energia elétrica, com algo em torno de 50% do volume de transações, com uma tendência crescente, com previsões de atingir 65% até 2015 (GOLDEMBERG; NIGRO; COELHO, 2008). Sendo assim, São Paulo precisa urgentemente buscar novas fontes de geração de eletricidade para assegurar o suprimento de energia, mantendo a oferta necessária para acompanhar seu crescimento econômico e reduzindo o risco de déficit do setor elétrico nacional, e como vimos o setor sucroalcooleiro tem este potencial pelos processos de cogeração.

Dados da CONAB safra 2009/2010, no estado de São Paulo foram moídos 362.644.755 toneladas no período da safra, produzindo um total de bagaço de 99.744.771 toneladas, sendo que 88.121.710 toneladas destinadas para uso como combustível; sendo 64.569.211 toneladas de bagaço destinado à geração de autoconsumo e 23.552.499 toneladas geradas para venda.

O campo de bioenergia brasileiro busca, como qualquer outra área econômica sua sustentabilidade, e por suas importantes vantagens socioambientais cabe ao Estado de São Paulo liderar esse processo tanto para assegurar as condições do agronegócio como para difundir boas práticas em escala nacional e global (LUCON, 2008).

O Leilão de Reserva contratou um estoque de geração de energia elétrica além do montante necessário para à demanda dos consumidores. O objetivo é aumentar a segurança e a garantia de fornecimento de eletricidade no país. Os projetos de eólica e biomassa contratados terão que iniciar a operação em 1º de julho de 2014. No caso das térmicas à biomassa, alguns projetos poderão começar a gerar um ano depois desse prazo (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2011.).

2.4 Ciclo produtivo da cana de açúcar

Temos como etapas iniciais do ciclo produtivo da cana de açúcar: o preparo do solo, o plantio das mudas e os tratos e cuidados para a prevenção de pragas, além da fertirrigação. Após a maturação, a cana-de-açúcar chega ao processo da colheita, que se define pelas etapas de limpeza (eliminação de pontas e folhas), corte e carregamento. Os três tipos de colheitas mais usados no Brasil são: 1º semi-mecanizada, ou seja, limpeza do canavial realizando a queima, corte manual e carregamento mecanizado feito por guas carregadoras, 2º mecanizado com colheita de cana queimada, limpeza com queima no canavial e corte, e carregamento mecanizados, feitos por colheitadeiras de cana picada, e 3º mecanizada com colheita de cana crua, ou seja, desde a limpeza, o corte, e o carregamento são mecanizados, feitos por colheitadeiras de cana picada (DANTAS FILHO, 2008).

Após a colheita, a cana é transportada em caminhões em um processo de logística até as usinas, onde passa por um processo de pesagem, amostragem e descarregamento. Para o transporte, costumam ser usados caminhões de 15,28 ou até mesmo os de 45 toneladas de capacidade de carga, que costumam percorrer em média de 20 km, do canavial até as usinas e destilarias (MACEDO; LEAL; SILVA, 2004).

Existem estudos que estimam que o índice de produção de bagaço possa chegar a 280 kg para cada tonelada de cana moída, com 50% de umidade e poder calorífico inferior da ordem de 7.500 kJ/kg (MACEDO, LEAL; SILVA, 2004).

Levando-se em conta o elevado poder energético que apresentam os resíduos resultantes do processo produtivo da cana-de-açúcar, falando do bagaço e da palha, é que se enxerga o potencial de geração de eletricidade excedente pelo setor sucroalcooleiro, visando a comercialização com a rede pública. E ressalte-se a grande importância desse tipo de geração

de energia limpa e sustentável por meio de fontes alternativas ao petróleo (DANTAS FILHO, 2008).

2.5 O Processo de cogeração de energia elétrica

Na ANEEL 235/2006, Artigo 3º encontramos em sua resolução a seguinte definição para cogeração de energia elétrica, “Cogeração é um processo operado numa instalação específica para fins da produção combinada das utilidades calor e energia mecânica, esta geralmente convertida total ou parcialmente em energia elétrica, a partir da energia disponibilizada por uma fonte primária [...]” (ANEEL, 2006).

No Brasil a biomassa de maior representabilidade na matriz energética é sem dúvidas o bagaço de cana-de-açúcar, sendo responsável pelo suprimento de energia térmica, mecânica e elétrica, das usinas sucroalcooleiras produtoras de açúcar e álcool, por meio da cogeração (GUARDABASSI, 2006).

Pode-se associar o ato de cogeração a algumas importantes vantagens, como uma maior eficiência na utilização de insumos energéticos e menor impacto ambiental. A cogeração é considerada uma prática de conservação de energia e de racionalidade energética, uma vez que se baseia no princípio de aproveitamento do calor que seria simplesmente rejeitado em máquinas térmicas (NOGUEIRA; MARTINS, 1997).

A cogeração casa perfeitamente com as necessidades que a indústria do setor sucroalcooleiro demanda, que necessita de muita potência elétrica e térmica e dispõe de combustível residual (bagaço) que se entrega de modo favorável ao processo.

Em resultado do processo de cogeração realizado na usina, ela torna-se produtora da própria energia elétrica consumida, tornando-se autossuficientes (quase todo o parque sucroalcooleiro do Brasil são autossuficientes atualmente), além disto, a cogeração propicia excedentes de eletricidade, dependendo da tecnologia adotada. A cana de açúcar permite baixos custos de produção de açúcar e álcool, pois toda a energia consumida no processo agroindustrial é proveniente de seus próprios resíduos (bagaço) (DANTAS FILHO, 2008).

No início do Proálcool, o que se via era totalmente ao contrário do que se conhece hoje, quando o bagaço de cana gerado de resíduo era tido como indesejável e sendo descartado através de queima em caldeiras ineficientes, de baixa pressão, a realidade de hoje é a de que várias usinas já utilizam equipamentos eficientes e, além de conseguirem suprir a própria demanda de energia elétrica, também geram um excedente de eletricidade para a rede (GOLDEMBERG et al., 2008).

Para Nagaoka (2002 citado por MENEGHELLO, 2006, p.7), a comercialização do excedente da energia cogorada pelo setor sucroalcooleiro passa a ser viabilizada com a reforma do setor elétrico brasileiro, que passa permitir que o governo elaborasse novas políticas energéticas e regulamentasse o setor, transferindo ao setor privado todas as responsabilidades sobre as operações do sistema elétrico e de novos investimentos.

No Brasil, a cogeração foi explorada em peso pelo setor industrial, geralmente focado na busca pela autossuficiente energética e, sobretudo levando em consideração os ganhos econômicos resultantes do processo. Os segmentos industriais que mais empregam a tecnologia de cogeração hoje são o sucroalcooleiro, o de celulose e papel, o siderúrgico e o de refino de petróleo. A cogeração passou por um processo de regulamentação pelo decreto-lei nº 1.872 de 21 de maio de 1981, que permite aos concessionários de serviço público de eletricidade comprar energia elétrica excedente, gerada por autoprodutores, com a geração de energia elétrica que não empregam combustíveis derivados de petróleo no processo.

A abertura de um novo mercado, com o foco para produção de energia por pequenos fornecedores e a alta produtividade atingida no setor sucroalcooleiro brasileiro, adquirida pelo alto investimento em modernização de equipamentos e processos industriais de transformação da biomassa, faz das usinas do setor, unidades comercializadoras do excedente de energia elétrica no mercado.

2.6 Caracterização dos sistemas de cogeração por bagaço

Segundo Leme (2005), as caldeiras utilizadas na geração de vapor com bagaço de cana são do tipo aquatubular, estas utilizam o bagaço de cana de açúcar resultante do processo como gasolina. Em relação a eficiência destas caldeiras, é importante destacar o aproveitamento da energia contida no fluxo de gases de exaustão. Este processo pode ser feito através de superaquecedores de vapor, que tem a função de aumentar a temperatura do vapor gerado; através de economizadores que tem a função de aquecer a água que alimenta a caldeira, e reduzem o consumo do bagaço; e com um pré-aquecimento do ar de combustão, que tem o mesmo efeito. O vapor que é gerado tem por sua vez a função de atender a duas demandas de energia: energia mecânica e energia térmica. O atendimento da demanda por energia mecânica é feito pelo acionamento de turbinas a vapor interligado a geradores de eletricidade, moendas, bombas e ventiladores. A demanda térmica do processo é atendida pelo vapor de escape das turbinas, o que caracteriza a cogeração de energia (LEME, 2005).

O atendimento da demanda de potência elétrica e mecânica é feito por um conjunto de turbinas a vapor, estas turbinas são acionadas pelo vapor produzido pela queima do bagaço da cana-de-açúcar nas caldeiras (LEME, 2005), uma vez acionadas estas turbinas giram e produzem energia mecânica, que alimentam os geradores produzindo energia elétrica. Walter (1994) apresenta três tipos de arranjos usuais quando se pensa em conjunto de turbinas, sendo elas operando em ciclos a vapor: uso exclusivo de turbinas a vapor de contrapressão; combinação de turbinas a vapor de contrapressão com turbinas de condensação (arranjo utilizado pela usina URP analisada no projeto); e por último sistemas mais avançados como os que empregam turbinas de extração-condensação de controle automático.

Ainda segundo Walter (2003), os sistemas que empregam o uso de turbinas a vapor de contrapressão são os mais comuns em serem utilizados, sendo empregados basicamente quando o dimensionamento da instalação visa a autossuficiência eletromecânica. Nesses sistemas, a geração de energia elétrica segue as variações da demanda de vapor de processos determinadas pelo ritmo de operação das usinas e destilarias. Essa é uma barreira importante a comercialização de excedentes de eletricidade produzidos pelo setor.

2.7 Comparativos da eficiência energética de geradores termelétricos e de cogeração

Por mais eficiente que seja um gerador termoelétrico, boa parte de sua energia contida no combustível será perdida para o meio ambiente. É devida a limitação física independentemente do motor ou do combustível. Por isso apenas de 30 a 40% de um combustível diesel utilizado no gerador pode transformar em eletricidade (INEE, 2008). Na cogeração a eficiência é alta, pois não tem desperdício da energia térmica, essa é utilizada para secagem, evaporação, aquecimento etc. A cogeração é muito importante para melhorar o aproveitamento energético do combustível. Onde é combinada a produção de calor e trabalho de eletricidade e mecânico. Tendo uma economia de combustível e a eficiência é elevada, tornando útil até 85% da energia do combustível.

2.8 Vantagens da cogeração

Leme (2005) afirma que a vantagem de realizar a cogeração é o uso com maior eficiência do conteúdo de energia da fonte primária, por do aproveitamento de parte da energia térmica que antes seria rejeitada para a atmosfera. Como indica Hollock (1987), o conceito de cogeração de energia vai além da ideia básica de se aproveitar uma corrente com

conteúdo térmico útil. O que se busca é o melhor meio para utilização da energia primária, desde a fase de projeto de uma instalação, exigindo-se que seja levado em consideração pelo projetista tanto a demanda térmica quanto a potência mecânica ao projetar o sistema de suprimento

Um dos destaques positivo da cogeração é de fato que está disponível exatamente no período em que há seca nos reservatórios hídricos, a possibilidade de utilização de novas áreas e não afetar o sistema de alimentar (NEVES; CONEJERO, 2007).

Quando produzida de forma eficiente e sustentável, a energia da biomassa traz inúmeros benefícios ambientais e sociais em comparação com os combustíveis fósseis. Esses benefícios incluem o melhor manejo da terra, a criação de empregos, o uso de áreas agrícolas excedentes nos países em desenvolvimento, a redução dos níveis de emissão de CO₂, o controle de resíduos e a reciclagem de nutrientes. (HALL; HOUSE ; SCRASE, 2008).

No Brasil, o Proálcool, foi o primeiro passo da evolução tecnológica de cogeração, tinha como objetivo a autossuficiência das usinas, suprindo a demanda eletromecânica de vapor. O processo era realizado com caldeiras de no máximo 22 bar e turbinas de contrapressão. O próximo passo foi o aumento da pressão para 40 bar, a tecnologia ainda era de turbinas de compressão, e o *retrofit* – substituição parcial do sistema de geração existente. Isso ocorreu por volta dos anos 1990 teve apoio pelos contratos da Companhia Paulista de Força e Luz – CPFL e o baixo preço do excedente. “livro Bioenergia no Estado de São Paulo, 2008, p. 40”.

Também existe o ganho com menor custo de energia, uma maior confiabilidade de fornecimento de energia, melhor qualidade da energia produzida, evitar o custo de transmissão e de distribuição de eletricidade, uma maior eficiência energética e o ganho com a venda do excedente produzido.

2.9 Autoprodução, produção independente e a conjuntura energética brasileira

2.9.1 Definições

A autoprodução e a produção independente de energia elétrica assumem um papel muito importante na expansão do parque gerador de energia brasileiro. Existem diversas novas unidades em processo de planejamento e projeto, e alguns em implantação, agregando assim mais energia ao sistema.

Segundo definições que constam no site da ANEEL (2012), a atividade de produção e comercialização de energia no Brasil é regida por um conjunto de leis, decretos e regulamentações, e algumas definições são necessárias para o correto entendimento do papel de cada ator no contexto de quando falamos de geração a partir do bagaço de cana-de-açúcar e sua ligação com o sistema elétrico.

Define-se um Autoprodutor, aquele/a pessoa física ou jurídica, ou empresas reunidas em consórcio, que recebem concessão ou autorização para gerar energia elétrica definida exclusivamente para consumo próprio.

O Produtor Independente de Energia (PIE) é a pessoa jurídica, ou empresas reunidas em consórcio, que recebem concessão ou autorização para gerar energia elétrica com fins lucrativos, destinada para o comércio, podendo ser vendida toda a energia produzida ou apenas parte dela.

De acordo com a Lei nº 9.074, de 7 de julho de 1995, usinas termoelétricas que tenham uma potência instalada maior que 5 MW, a fim de serem autossuficientes, poderão ser objeto de concessão mediante licitação ou autorização. Na concessão, o poder público permite que um serviço de utilidade pública, tal como a produção de energia elétrica, seja explorado comercialmente. Já se for na modalidade de autoprodutor, é necessário apenas uma autorização para a implantação ou ampliação, esta é solicitada a ANEEL quando é feito o registro do projeto. Já para projetos com potência instalada abaixo de 5MW, em qualquer modalidade, é necessário apenas que o projeto seja registrado na ANEEL.

No Programa de Incentivo as Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), existe a figura do Produtor Independente Autônomo (PIA), que é aquela cuja sociedade não é controlada ou coligada de concessionária de geração, transmissão ou distribuição de energia, nem mesmo de seus controladores ou de outra sociedade controlada ou coligada com o controlador comum (DANTAS FILHO, 2008).

Encontra-se também a figura do Comercializador de Energia, que se define por ser a pessoa jurídica constituída exclusivamente para exercer atividades de comercialização de energia elétrica.

2.9.2 Classificação

Por existir uma grande variedade de atividades relacionadas à autoprodução de energia elétrica, pode-se dividi-la em categorias diferentes. Uma sugestão proposta por Bortoni e Martins (2002) é a de caracterizar a autoprodução de energia elétrica quanto ao:

- O grau de dependência do produtor com a concessionária;
- E o regime de disponibilidade de energia.

Quanto ao grau de dependência com a concessionária, pode-se destacar três situações diferentes que definem melhor a forma de relação do produtor independente com a concessionária:

- a) Autoprodutor dependente: neste caso é quando ocorre a produção da energia elétrica, mas esta não é suficiente para atender a toda sua demanda, sendo necessária a contratação da concessionária para uma complementação;
- b) Autoprodutor autossuficiente: neste caso a energia produzida é suficiente para atender toda a demanda. Em situações de emergência, pode ser necessária a solicitação de energia da concessionária;
- c) Autoprodutor com excedente: neste caso é quando a energia gerada é suficiente para atender a demanda necessária e ainda existe a sobra. Assim, o montante excedente poderá ser vendido para a concessionária, desde que na figura do produtor independente;

Quanto ao regime de disponibilidade de energia elétrica, podem-se identificar e classificar em duas situações.

- a) Disponibilidade firme não sazonal: onde temos a disponibilidade para a geração de energia ao longo de todo o ano, de forma contínua;
- b) Disponibilidade firme sazonal: neste caso, a geração de energia tem disponibilidade para produção de forma contínua durante períodos do ano, sazonal. Um exemplo é a geração de energia em algumas usinas sucroalcooleiras com a utilização do bagaço de cana-de-açúcar, que ocorre de forma contínua durante aproximadamente seis meses do ano- o período de safra da cana-de-açúcar;

2.10 Indicadores de viabilidade econômica

2.10.1 Fluxo de caixa

O fluxo de caixa é a ferramenta que nos mostra o diferencial das entradas e saídas de caixa, em um determinado período de tempo. O estudo da análise do fluxo de caixa nos proporciona uma melhor compreensão das receitas e gastos de projetos de investimentos.

Para Martinovich (citado por NOGUEIRA, 2009), “fluxo de caixa é um instrumento gerencial fundamental na tomada de decisões empresariais”, Ainda para Martinovich o fluxo de caixa tem como objetivo: “[...] coleta e organização de dados e a geração de subsídio, para a análise de desempenho financeiro e para a realização de previsões orçamentárias”.

2.10.3 Taxa mínima Atrativa de Retorno (TMAR)

A taxa de juros utilizada para a avaliação da atratividade de propostas de investimento é chamada de Taxa Mínima Atrativa de Retorno (TMAR). É definida pelo investidor em função da remuneração mínima a ser aceita para um dado investimento. A determinação da TMAR faz parte de uma política a ser formulada pela cúpula administrativa da empresa, pois será utilizada por engenheiros, projetistas e administradores pertencentes a diversos níveis da organização. Alguns fatores influenciam na decisão da escolha dessa taxa, tais como: taxa de juros paga no mercado por bancos ou por títulos governamentais, para o montante de dinheiro envolvido (pouco risco); horizonte de planejamento do projeto (curto ou longo prazo); oportunidades estratégicas que o investimento pode oferecer; aversão ou propensão ao risco que o investidor possa ter (NOGUEIRA, 2009).

2.10.4 Valor Presente Líquido (VPL)

Segundo Bruni (2008) o Valor Presente Líquido (VPL) resulta da soma de todos os fluxos de caixa na data zero, e sempre que o VPL for maior que zero indica que a soma dos fluxos futuros trazidos para o presente superam o investimento inicial, então pode se afirmar que o projeto é viável e não trará prejuízo, o contrário ocorre quando o VPL for negativo. Para Nogueira (2009) “O método do Valor Presente Líquido consiste em transferir para o instante atual todas as variações de caixa esperadas, descontadas a uma determinada taxa de desconto,

também conhecida como a Taxa Mínima Atrativa de Retorno (TMAR), e somá-las algebricamente”.

2.10.5 Taxa Interna de Retorno (TIR)

Uma das taxas utilizadas para analisar investimentos é a Taxa Interna de Retorno (TIR) que é definida por Nogueira (2009) como: “é a taxa de juros que torna uma série de recebimentos e desembolsos equivalentes na data presente”.

O método da TIR nos mostra a remuneração do investimento em termos percentuais. Assim, um projeto é viável quando a taxa interna de retorno for maior que a taxa mínima atrativa de retorno, o contrário ocorre se a TIR for menor que a TMAR (PILÃO; HUMMEL, 2011).

2.10.6 Método PayBack

O método PayBack é muito utilizado, e segundo Nogueira em Batalha (2009) pode ser definido da seguinte maneira: “Consiste, essencialmente, em determinar o número de períodos necessários para recuperar o capital que foi investido”.

Existem dois métodos de PayBack: o método de PayBack Simples e o método de PayBack descontado.

2.10.6.1 Método PayBack Simples

Segundo Bruni (2008) o método PayBack Simples é o mais simples de ser utilizado, usando o fluxo de caixa que pretende-se obter o PayBack, basta verificar o tempo necessário para que o saldo do investimento inicial seja igual a zero. O método do PayBack Simples consiste em determinar o período onde o somatório do fluxo de caixa é igual ao investimento inicial.

2.10.6.2 Método PayBack Descontado

Segundo Bruni (2008), o método de PayBack Descontado é usado quando se considera o valor do dinheiro no tempo. Bruni (2008) também nos trás em seu trabalho de como são os procedimentos para calcular o PayBack Descontado: “Os procedimentos de cálculo são

similares aos empregados no PayBack Simples, bastando trazer os fluxos de caixa no valor presente, através do regime dos juros compostos”.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

No processo do desenvolvimento deste trabalho houve a utilização de um notebook (CCE com Processador Intel Core i3, Memória de 3 GB tipo DDR3, 320 GB HDD e Windows 7 - CCE) para digitação do corpo do projeto e do trabalho e utilização de software (Excel e Word), além das pesquisas na Internet e em bibliotecas sobre a produção bibliográfica sobre o tema.

3.2 Métodos e técnicas

A técnica empregada foi Observação Direta Intensiva e entrevistas. Este trabalho usará como metodologia a documentação indireta através da pesquisa bibliográfica em obras acadêmicas sobre o assunto, como: livros relacionados, informativos de órgãos governamentais e vários artigos científicos que descreve a parte técnica, a importância socioambiental de energia oriunda de fontes renováveis e ainda destacando a importância da venda excedente de energia

3.3 Indicadores de viabilidade econômica

Para o estudo foram utilizados dos seguintes indicadores de viabilidade econômica: Fluxo de Caixa, PayBack Simples, PayBack Descontado, Valor Presente Líquido (VPL) e a

Taxa Interna de Retorno (TIR). Para realização deste estudo foi considerado um período de 10 anos como horizonte do projeto.

3.3.1 Fluxo de caixa

O fluxo de caixa mais utilizado apresenta uma saída de caixa na data zero e uma série de entradas ao longo dos períodos seguintes. O caixa na data zero é negativo, pois inicialmente existe apenas o investimento, contudo, se no período um o fluxo de caixa for positivo significa que da data zero para a data 1 ocorreu uma inversão de sinal. (NOGUEIRA, 2009).

3.3.2 PayBack simples

PayBack simples consiste basicamente em determinar o número de períodos necessários para recuperar o capital investido/aplicado. Tendo esta avaliação, os administradores da empresa, decidem com base em seus padrões de tempo para a recuperação do investimento, no tempo de vida esperado no ativo, nos riscos associados e em sua posição financeira, a aceitação ou rejeição do projeto (NOGUEIRA, 2009).

Para o cálculo do PayBack simples foi utilizado a Equação 1:

$$\sum_{t=0}^N L_t = 0 \quad t = 0, 1, 2, \dots, N \text{ onde } N \geq n. \quad (1)$$

3.3.3 PayBack Descontado

O PayBack Descontado serve para nos informar o tempo de retorno de cada modalidade de investimento analisado no projeto, levando em consideração o fluxo de caixa descontado a uma taxa mínima de atratividade de retorno (TMAR) de 8% (NOGUEIRA, 2009).

3.3.4 Valor presente líquido (VPL)

O Valor presente líquido (VPL) consiste em transferir para o instante atual todas as variações de caixa esperadas, descontadas a uma determinada TMAR e somá-las algebricamente (NOGUEIRA, 2009).

Para que ocorra a aprovação do investimento é necessário obter um VPL que seja maior que zero, caso o projeto analisado tenha um VPL menor que zero ele será reprovado.

Para o cálculo do VPL, é usado a Equação 2:

$$VPL = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} \quad (2)$$

Onde:

B_t = benefício do projeto, em unidades monetárias, no ano t;

C_t = custo do projeto, em unidades monetárias, no ano t;

r = taxa mínima de atratividade;

t = contador de tempo;

n = período de vida útil do investimento.

3.3.5 Taxa interna de retorno (TIR)

A Taxa Interna de Retorno (TIR), é a taxa de juros que torna uma série de recebimentos e desembolsos equivalentes na data presente. Matematicamente pode-se afirmar que é a taxa que torna o valor presente líquido igual a zero (NOGUEIRA, BATALHA, 2009).

Para que ocorra a aprovação do investimento é necessário que a TIR seja maior que a TMAR.

Para o cálculo da TIR é utilizado a Equação 3:

$$VPL = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} = 0 \quad (3)$$

Onde:

B_t = benefício do projeto, em unidades monetárias, no ano t;

C_t = custo do projeto, em unidades monetárias, no ano t;

r = taxa interna de retorno (TIR);

t = contador de tempo;

n = período de vida útil do investimento.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1 Estudo de caso: Usina Rio Pardo (URP)

A Usina Rio Pardo e a Agrícola TATEZ estão instaladas no município de Cerqueira César (km 260 da Rodovia Castelo Branco), próximo a cidade de Avaré. Construído em uma área de aproximadamente 80 hectares, o parque industrial do empreendimento começou a produzir álcool em setembro de 2009 e açúcar e energia em novembro do mesmo ano. Juntas as duas empresas contam hoje com aproximadamente 1.600 colaboradores.

Atualmente, a Agrícola Tatez subsidiária da usina, cultiva uma área de 17.000 hectares plantados com cana-de-açúcar e, em 2009, foram incorporados mais 3.000 hectares. Em 2011, alcançará a casa dos 20.000 hectares de área cultivada. A Usina Rio Pardo tem capacidade de produzir, diariamente, 550 mil litros de álcool e 10 mil sacas de açúcar e gerar 30 MW de energia elétrica.

A previsão é que a Usina Rio Pardo gere, durante uma safra de cana, 150 mil megawatts hora de energia elétrica. Do total de energia produzida, 35% serão utilizados na própria usina e 65% destinados à comercialização. A URP tem capacidade para abastecer com energia elétrica, sozinha e com folga, uma cidade do tamanho de Avaré, que possui cerca de 90 mil habitantes, segundo dados dos funcionários da empresa. A capacidade instalada de geração de energia da Usina Rio Pardo em MW foi demonstrada na Tabela 5.

O excedente de energia gerada tem seus agentes compradores por meio de leilões.

Tabela 5 - Capacidade Instalada de Geração da Usina Rio Pardo em MW

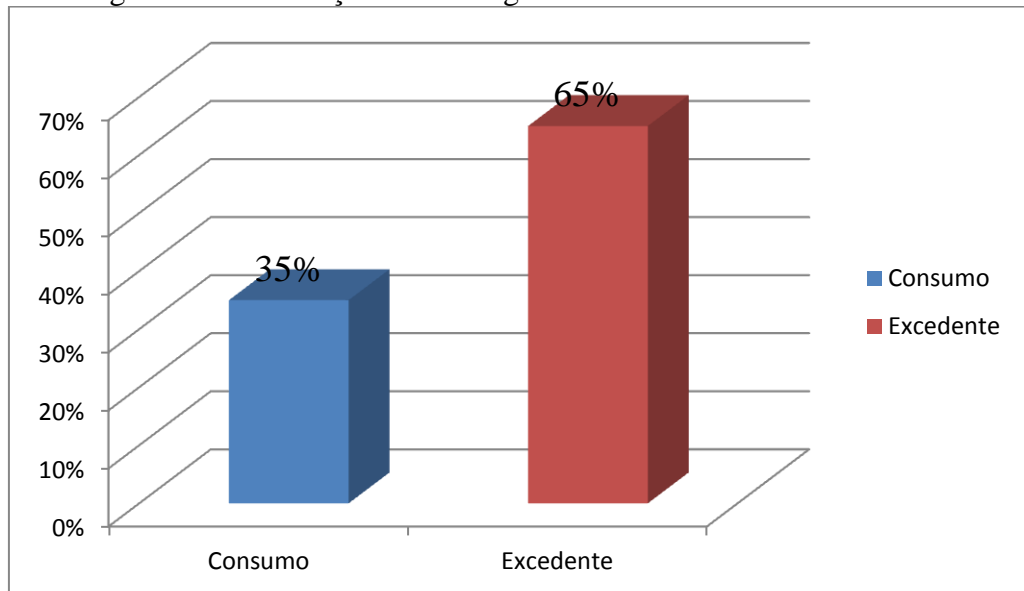
Geradores instalados	Capacidade MW gerado
Turbo gerador de condensação	1x25MW - 13.8kV
Turbo gerador de contrapressão	1x35MW - 13.8kV

Fonte: Usina Rio Pardo, 2012.

Hoje a usina Rio Pardo gera 30 MWH, mas com os dois geradores trabalhando juntos teria uma capacidade de gerar 60 MWH, porém isso não é possível hoje por algumas limitações existentes como: Quantidade de cana moída e assim o bagaço produzido, ainda é menor que a demanda da capacidade para geração; a Caldeira alta pressão – 67 Kg/cm² - 490°C instalada tem uma capacidade de 1 x 120 ton. Vapor/h o que ainda é pouco, para produzir a capacidade total demandaria de uma outra Caldeira; e uma liberação da ANEEL, hoje a Usina Rio Pardo possui um contrato que permite uma demanda de exportação de apenas 25 MWH.

A distribuição dos MW de potência gerada em sua unidade pode ser verificada na Figura 1.

Figura 1 - Distribuição dos MW gerados da Usina Rio Pardo



4.2 Receita gerada com a venda do excedente e gasto evitado com a compra de energia

Para fins de análise a

Tabela 6 demonstra sua capacidade de geração de energia elétrica por unidades em MWh. Os valores encontrados foram convertidos da potência gerada em MW, usando como base o período de safra do ano de 2011, este foi de aproximadamente 9 meses, tendo início em meados de março e terminando na primeira semana de novembro. Nesses meses houve a produção da energia excedente destinada para comercialização, que apresentou aproximadamente 6.480 horas de fornecimento de energia.

Tabela 6 - Geração de energia elétrica na Usina Rio Pardo em 2011

MÊS	MWh Gerado	MWh Consumido	MWh Excedente
mar/11	10.177,73	3.212,23	6.965,50
abr/11	16.247,19	5.954,65	10.292,54
mai/11	20.477,98	6.963,42	13.514,56
jun/11	15.750,47	5.087,35	10.663,12
jul/11	19.433,27	6.205,40	13.227,87
ago/11	18.057,57	5.972,09	12.085,48
set/11	15.522,89	5.250,16	10.272,73
out/11	8.567,01	2.955,19	5.611,82
nov/11	1.965,06	561,03	1.404,03
TOTAL	126.199,17	42.161,52	84.037,65

Fonte: Usina Rio Pardo, 2012.

Para o cálculo da receita gerada com a venda do excedente produzido de energia, foi levado em consideração um preço médio de R\$/MWh 180,00 é importante dizer que este valor pode variar muito devido a alguns fatores em épocas do ano, por exemplo falta de chuva e seca ou diminuição do nível de reservatórios de água no Brasil, com isso os preços sobem consideravelmente (CANAL ENERGIA, 2012). Como foi visto na Tabela 6 a Usina Rio Pardo obteve de excedente de energia 84.037,65 MWh e uma receita com a venda deste excedente nos meses de safra de R\$ 15.126.776,64. Já para cálculo do gasto evitado com a compra de energia, foi considerado o valor de compra médio de R\$ 99,00 valor este obtido devida a compra em leilões de energia. Esta compra funciona da seguinte maneira, assim que a usina fecha o valor consumido ela vai até o mercado SPOT em busca do melhor preço de

compra (leilão), já que a usina é considerado consumidor livre, como foi visto na Tabela 6 foi considerado o valor consumido de 42.161,52 MWh gerando um total de R\$ 4.173.990,48 de gasto evitado com a compra. Lembrando que estes dados são do período de safra, onde a usina realiza o processo de cogeração com o bagaço de cana moído.

4.3 Tecnologia utilizada no processo de cogeração com bagaço de cana-de-açúcar

Na Usina Rio Pardo, trabalha-se com dois tipos de tecnologias simultaneamente, no 1º caso Sistema de turbina a vapor em contrapressão (ciclo Rankine). A cana-de-açúcar entra na moenda para ser moída, o caldo é separado e o bagaço é jogado para um sistema de esteiras onde é levado para a caldeira onde é realizada a queima do bagaço com adição de água tratada (sem mineral), para que assim libere o vapor necessário. O vapor sai da caldeira através de uma tubulação por um sistema de pressão comprimida (65 kg pressão FCM²) este é levado até as turbinas, alimentando-as fazendo as girar/funcionar e gerar energia mecânica (produz 5.400 RPM) é necessário a instalação de um redutor, pois o gerador só recebe 1.800 RPM, então passado pelo redutor e chegando ao gerador transforma-se a energia mecânica em energia elétrica. Este modelo de gerador tem capacidade de gerar 35 MWH.

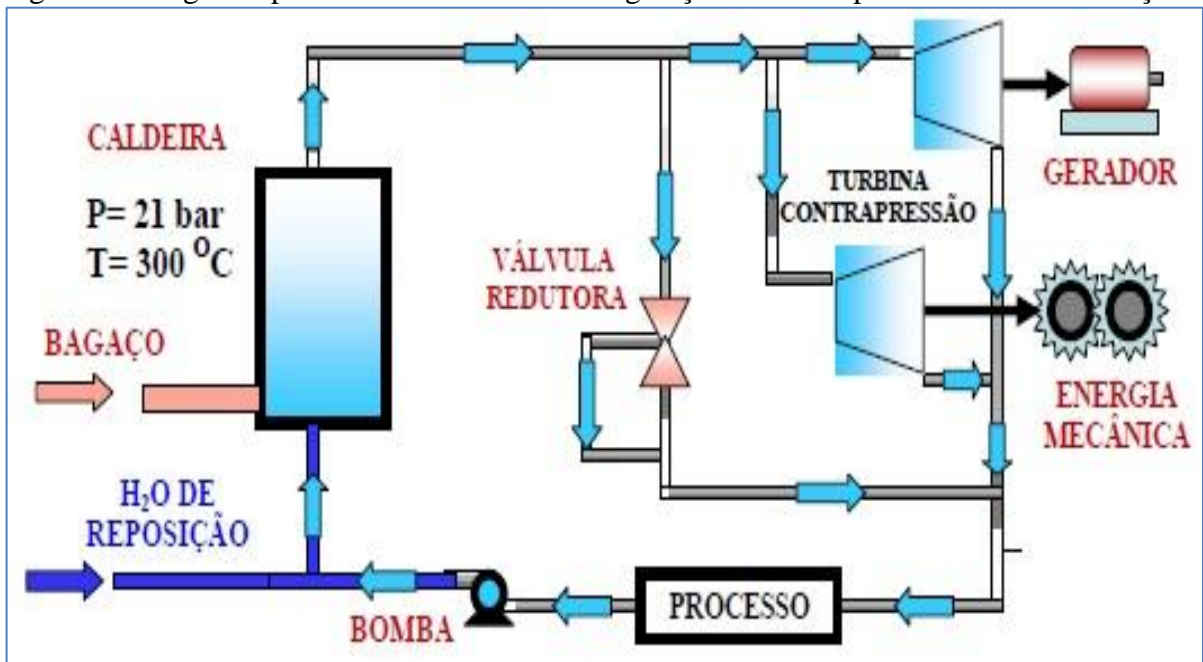
O vapor excedente deste processo é liberado através de uma válvula de escape, este pode ser usado na área de processamento do caldo.

Já no 2º caso é o usado o Sistema de turbina a vapor de condensação, o processo inicial de moenda e queima, são os mesmos, existem apenas duas diferenças, a primeira está na capacidade de gerar energia, gera 25 MWH.

Já a segunda diferença é de que na turbina de condensação existe a válvula de escape de vapor e uma de condensação (condensação é o processo de transformar o vapor de novo em água tratada sem mineral) que leva este excedente para ser utilizado no processamento do caldo. Gerando a opção de trabalhar com o vapor ou com o condensado, ou os dois juntos.

Na Figura 2 pode se observar o fluxo do processo de cogeração em Usinas sucroenergéticas.

Figura 2 - Diagrama padrão de um sistema de cogeração utilizado pelas usinas cana-de-açúcar



Fonte: Pessine, 2008.

4.4 Custo com implantação do sistema de cogeração

Para a implantação do sistema de cogeração a Usina Rio Pardo teve um investimento inicial de R\$99.588.000,00 é importante ressaltar que não foram considerados o valor depreciável dos ativos porque foram considerados apenas os gastos desembolsáveis dos bens. Os impostos de importação dos equipamentos também não foram considerados por se tratar de informação confidenciais, pode ser visto então na Tabela 7 os custos do investimento.

Tabela 7 - Custo de implantação sistema de cogeração

Equipamento	Capacidade	Custo (R\$)
Recepção e preparo Biomassa		
Circuito de bagaço		3.440.000,00
		3.440.000,00
Geração de vapor		
Caldeira alta pressão - 67 Kgf/cm ² - 490°C	1 x 120 ton. vapor/h	36.120.000,00
Poço profundo		1.720.000,00
Estação de tratamento de água	1 x 30m ³ /h	3.440.000,00
Tanque de água		1.204.000,00
Condensador evaporativo		6.880.000,00
		49.364.000,00
Geração elétrica		
Turbo gerador de condensação	1 x 25MW - 13.8kV	12.040.000,00
Turbo gerador de contrapressão	1 x 35MW - 13.8kV	13.760.000,00
Subestação para exportação de eletricidade		6.880.000,00
Linha de transmissão de energia	20km de rede	4.644.000,00
Casa de força (controle / elétrica)		3.440.000,00
		40.764.000,00
Geração elétrica		
Casa de força (construção / interligação)		6.020.000,00
		6.020.000,00
TOTAL		99.588.000,00

Fonte: Usina Rio Pardo, 2012.

4.5 Custo com operação e manutenção

Para o desenvolvimento das atividades de geração por meio da utilização do bagaço de cana-de-açúcar a usina Rio Pardo tem como custo de operação e manutenção, conforme a Tabela 8, o valor de: Mão de Obra Operação geração de vapor doze funcionários custo (R\$/mês): 25.000,00; mão de obra operação geração de energia 3 operadores custo (R\$/mês): 5.901,00 somando estes custos com mão de obra e multiplicando por 12 meses do ano vamos ter o custo de mão de obra total do ano: Mão de obra operação geração de vapor 12 funcionários custo anual de R\$ 300.000,00; mão de obra operação geração de energia 3 operadores custo anual de R\$ 70.812,00 dando uma soma total de R\$ 370.812,00 e como custo de manutenção a Usina Rio Pardo tem um custo anual de: Manutenção sistema de geração de vapor R\$ 1.500.000,00; manutenção sistema de geração de energia R\$ 200.000,00

somando um total de custo anual com manutenção de R\$ 1.700.000,00 como foi apontado na Tabela 8.

Tabela 8 - Custo de operação e manutenção da Usina Rio Pardo

Mão de obra		Custo (R\$/mês)*
Mão de obra operação geração de vapor	12 funcionarios	25.000
Mão de obra operação geração de vapor		25.000
Mão de obra operação geração de energia		5.901
Mão de obra operação geração de energia	3 operadores	5.901
TOTAL		30.901

Manutenção		Custo (R\$/ano)
Manutenção sistema de geração de vapor		1.500.000
Manutenção sistema de geração de vapor		1.500.000
Manutenção sistema de geração de energia		200.000
Manutenção do sistema de energia		200.000
TOTAL		1.700.000

Fonte: Usina Rio Pardo, 2012.

4.6 Índices de viabilidade econômica do projeto

A Tabela 9 apresenta o fluxo de caixa para a análise de viabilidade econômica do sistema de cogeração na Usina analisada

Tabela 9 - Fluxo de caixa

Período (Anos)	Item	Valor (R\$)
0	Investimento inicial	99.588.000,00
1 a 10	Entradas de caixa	34.427.543,76
1 a 10	Saídas de caixa	2.070.812,00

Para a estimativa das receitas do projeto foram considerados a venda do excedente de energia de 84.037,65 MWh a um preço de R\$ 180,00 e também a economia de energia que a usina obtém, uma vez que ela produz o que consome, assim, foi considerado o consumo de 42.161,52 MWh a um preço de mercado de R\$ 99,00 MW. Já as saídas de caixa foram determinadas considerando-se os totais gastos na Tabela 8.

Com a análise dos indicadores de viabilidade econômica constatou-se que o payback simples do projeto foi de 3,08 anos. Já o payback descontado foi de 3,68 anos. Isso mostra que se obtém retorno econômico em um prazo relativamente curto para a recuperação do dinheiro investido. A taxa mínima de atratividade de retorno do projeto (TMAR) foi determinada em 8% ao ano e apresentou um Valor Presente Líquido (VPL) de R\$ 117.528.303,91, isso indica que o valor do projeto na data zero é positivo, assim o projeto é viável. Também apresentou uma Taxa Interna de Retorno (TIR) de 30%, assim também demonstrou viabilidade econômica, uma vez que a TIR é maior que a TMAR. Por fim, o resultado nos mostra que o projeto tem aprovação em relação às análises para o determinado investimento do estudado.

5 CONCLUSÃO

Pode-se concluir com este estudo que é viável economicamente o processo de cogeração de energia elétrica na Usina Rio Pardo.

REFERÊNCIAS

BATALHA, M. O. (Coord). **Gestão agroindustrial**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

BATALHA, M. O.; SILVA, A. L. Gerenciamento de sistemas agroindustriais: definições e correntes metodológicas, capítulo 1. In: BATALHA, M. O. (Coord). **Gestão agroindustrial**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2007. p. 2-60.

BRASIL, Protocolo Agroambiental. **Protocolo de cooperação que celebram entre si, o governo do estado de São Paulo, A secretaria de Estado do Meio Ambiente, A secretaria do Estado da Agricultura e Abastecimento e a União da A agroindústria Canavieira de São Paulo para a adoção de ações destinadas a consolidar o desenvolvimento sustentável da indústria da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo**. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/cana/protocolo.pdf>>. Acesso em 12 nov. 2012

BRIGHENTI, C. R. F. **Integração do cogenerador de energia do setor sucroalcooleiro com o sistema elétrico**. São Paulo, 2003. 169p. Dissertação (Mestrado em energia) – Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

CANAL ENERGIA (Org.). **Monitor Energia**. Disponível em: <http://www.canalenergia.com.br/zpublisher/secoes/Mercado_livre.asp>. Acesso em: 20 dez. 12.

CAPELA, M.; SCARAMUZZO, M. **Com queima de bagaço, usinas têm potencial para gerar energia equivalente à futura produção da hidrelétrica Madeira**. Valor Econômico, São Paulo, 25 jun. 2007. Disponível em: <<http://valoreconomico.com.br>> Acesso em: 23 nov. 2012.

CASTRO, N. J. de; BRANDÃO, ROBERTO; Dantas. **O potencial da Bioeletricidade, a Dinâmica do Setor Sucroenergético e o Custo Estimado dos Investimentos**. TDSE n.º29, Rio de Janeiro, Novembro de 2010.

CENBIO – Centro Nacional de Referências em Biomassa. **“Levantamento do Potencial Real de Geração de Excedentes no Setor Sucroalcooleiro – BIO.COM”**, São Paulo, 2001

CLAUDIA RODRIGUES FARIA BRIGHENTI. **INTEGRAÇÃO DO COGERADOR DE ENERGIA DO SETOR SUCROALCOOLEIRO COM O SISTEMA ELÉTRICO**. Disponível em: <<http://www.iee.usp.br/biblioteca/producao/2003/Teses/DissertacaoClaudiaBrighenti.pdf>>. Acesso em: 24 out. 2012.

COELHO, S. T. **Avaliação da Cogeração de Eletricidade a partir de Cana-De-Açúcar em sistema de Gaseificação e Turbina a Gás**. 1992.148p. Dissertação (Mestrado em Energia)-Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

COELHO, S. T. **Mecanismo para implementação da Cogeração de Eletricidade a partir de Biomassa- um modelo para o Estado de São Paulo**. São Paulo, 1999. 278p. Tese

(Doutorado em Energia) – Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

COELHO, S.T.; GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. GUARDABASSI, P.M. . Brazilian sugarcane ethanol: Lessons learned. In: STAP Workshop on Liquid Biofuels., 2005,. Delhi, . p. 1-43.

GOLDENBERG, J.; NIGRO, F. E. B.; COELHO, S. T. **Bioenergia no Estado de São Paulo – Situação atual, perspectivas, barreiras e propostas.** Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2008.

GOLDEMBERG, J.; COELHO, S. T. GUARDABASSI, P. M. (2008). The sustainability of ethanol production from sugarcane. **Energy Policy**, v.36, p.2086- 2097, 2008.

GOLDEMBERG, J.; DONDERO, J. D. **Energia Meio ambiente & Desenvolvimento.** 2.ed. São Paulo: Edusp, 2003.

GUARDABASSI, P. M. **Sustentabilidade da biomassa como fonte de energia perspectivas para países em desenvolvimento.** São Paulo, 2006. 126p. Dissertação (Mestrado em Energia) – Programa Interunidades de Pós Graduação em Energia da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

HALL, D O.; HOUSE, Jo I.; IVAN, S.. **Uso da Biomassa para produção de energia na indústria brasileira:** Visão geral de energia e biomassa. 1º reimpressão Campinas: Unicamp, 2008. Cap. 1, p. 26.

HORTA NOGUEIRA, L. A. **Análise da utilização de Energia na Produção de Álcool de Cana-De-Açúcar.** Campinas, 1987. 164p.Tese (Doutorado), Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1987.

INEE – Instituto Nacional de Eficiência Energética. **O que é Cogeração?.** Disponível em: <http://www.inee.org.br/forum_co_geracao.asp > Acesso em: 27 nov. 2012

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Prêmios:** menção IPT 2002 de Inovação em Ciência / Tecnologia. IPT / São Paulo. Disponível em <HTTP://www.ipt.br/institucional/premios/mencao/2002>> Acesso em: 23 out. 2012.

LEME, R.M. **Estimativa das emissões de poluentes atmosféricos e uso de água na produção de eletricidade com biomassa de cana de açúcar.** Dissertação (Mestrado). Departamento de Energia – Faculdade de Engenharia Mecânica – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

LUCON, O. **Aspectos ambientais da cadeia do etano de cana-de-açúcar.** São Paulo, 2008, 23p termo de referência para o Workshop do Programa de Pesquisa em Políticas- FAPESP. São Paulo, 2008.

MACEDO, I. C. A Tecnologia para o Setor Sucroalcooleiro: Situação Atual e Perspectivas, In: FERNANDES, E. S. L., COELHO, S. T. (coord.) **Perspectivas do álcool combustível no Brasil.** São Paulo: IEE/USP, 1996, P. 57-64.

MACEDO, I. C.; LEAL, M. R. L. V.; SILVA, J. E. A. R. **Balço das emissões de gases do efeito estufa na produção e no uso do etanol no Brasil**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2004.

MAPA. **Relação das unidades produtoras cadastradas no Departamento da Cana-de-açúcar e Agronomia**. Disponível em:

<http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Agroenergia/Orientacoes_Tecnicas/Usinas%20e%20Destilarias%20Cadastradas/DADOS_PRODUTORES_22-10-2012.pdf>. Acesso em: 23 dez. 2012.

MARCONATO, M. S.; SANTINI, G. A. **Alternativas para a geração de energia renovável no Brasil: a opção pela biomassa**. Disponível em: <[giusantini@tupa.unesp.br](mailto:gusantini@tupa.unesp.br)>. Acesso em: 24 out. 2012.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME) (Org.). **O PROINFA**. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/programas/proinfa>>. Acesso em: 23 out. 2012.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME. **Balço Energético Nacional 2007**: ano base 2006. Rio de Janeiro: EPE, 2007.

NOGUEIRA, E. Análise de investimento capítulo 4. In: BATALHA, M. O. (Coord). **Gestão agroindustrial**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2007. p. 205-266.

DANTAS FILHO, P. L. **Análise de Custos na Geração de Energia com Bagaço de Cana de Açúcar: um Estudo de Caso em Quatro Usinas de São Paulo**. Disponível em: <<http://www.iee.usp.br/biblioteca/producao/2008/Trabalhos/dantasfilhoanalise.pdf>>. Acesso em: 24 out. 2012

POLÔNIO, W. L. Aspectos gerais da cogeração. **Revista Alcoolbrás**, Primeira parte, São Paulo, p. 73 - 77, Mar. 2006.

PROCANA . **Mapa participa de discussão sobre energias renováveis**. Disponível em: <<http://www.jornalcana.com.br/noticia/Jornal-Cana/50628+Mapa-participa-de-discussao-sobre-energias-renovaveis>>. Acesso em: 23 dez. 2012.

SALOMÃO, A. Apagão de idéias. **Época Negócios**. São Paulo: Gobo, ano 2, n. 13, março 2008.

TOLMASQUIM, M. T. A energia renovável: em especial a cana do balanço energético brasileiro. **Revista Opções**, abr./jun. 2007. Ribeirão Preto : WDS , 2007.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR. **Ranking de produção de cana, açúcar e álcool**: região centro-sul safra 2010/2011. São Paulo. 2011. Disponível em <<http://www.portalunica.com.br/files/estatisticas/>> Acesso em: 20 ago. 2012

WALTER, A.C.S. **Metodologias de avaliação e instrumentos para a viabilização de potencial de produção de energia elétrica com resíduos da cana de açúcar**. [S.l.: s.n]. Relatório final etapa II do Convênio CPFL-UNICAMP/FUNCAMP Período coberto pelo relatório – janeiro a junho de 2003

WALTER, A. C.S. Viabilidade e Perspectivas da Cogeração e da Geração Termoelétrica junto ao Setor Sucroalcooleiro. (Tese de Doutorado) Faculdade de Engenharia, UNICAMP, Campinas, 1994.

ANEXOS

Fluxo de Caixa					
TMAR		8%			
Investimento inicial	99.588.000,00				
			Receitas		
Entradas			34.427.543,76	34.427.543,76	34.427.543,76
Entradas descontadas			31.877.355,33	29.516.069,75	27.329.694,22
					25.305.272,42
			Despesas		
Saídas					
Custo mão de obra operação geração de vapor			300.000,00	300.000,00	300.000,00
Custo mão de obra operação geração de energia			70.812,00	70.812,00	70.812,00
Manutenção sistema geração de vapor			1.500.000,00	1.500.000,00	1.500.000,00
Manutenção sistema geração de energia			200.000,00	200.000,00	200.000,00
Total saídas			2.070.812,00	2.070.812,00	2.070.812,00
Total saídas descontadas			1.917.418,52	1.775.387,52	1.643.877,33
					1.522.108,64
			-		
Fluxo de caixa	99.588.000,00		32.356.731,76	32.356.731,76	32.356.731,76
			-		
Fluxo de caixa acumulado	99.588.000,00		67.231.268,24	34.874.536,48	2.517.804,72
					29.838.927,04
			-		
Fluxo de caixa descontado	99.588.000,00		29.959.936,81	27.740.682,24	25.685.816,89
					23.783.163,78
			-		
Fluxo de caixa descontado acumulado	99.588.000,00		69.628.063,19	41.887.380,95	16.201.564,06
					7.581.599,72

Continuação

Fluxo de caixa							
Ano	5	6	7	8	9	10	
Entradas	34.427.543,76	34.427.543,76	34.427.543,76	34.427.543,76	34.427.543,76	34.427.543,76	
Entradas descontadas	23.430.807,80	21.695.192,41	20.088.141,12	18.600.130,66	17.222.343,21	15.946.614,08	
Saídas							
Custo mão de obra operação geração de vapor	300.000,00	300.000,00	300.000,00	300.000,00	300.000,00	300.000,00	
Custo mão de obra operação geração de energia	70.812,00	70.812,00	70.812,00	70.812,00	70.812,00	70.812,00	
Manutenção sistema geração de vapor	1.500.000,00	1.500.000,00	1.500.000,00	1.500.000,00	1.500.000,00	1.500.000,00	
Manutenção sistema geração de energia	200.000,00	200.000,00	200.000,00	200.000,00	200.000,00	200.000,00	
Total saídas	2.070.812,00	2.070.812,00	2.070.812,00	2.070.812,00	2.070.812,00	2.070.812,00	
Total saídas descontadas	1.409.359,85	1.304.962,83	1.208.298,91	1.118.795,29	1.035.921,56	959.186,63	
Fluxo de caixa	32.356.731,76	32.356.731,76	32.356.731,76	32.356.731,76	32.356.731,76	32.356.731,76	
Fluxo de caixa acumulado	62.195.658,80	94.552.390,56	126.909.122,32	159.265.854,08	191.622.585,84	223.979.317,60	
Fluxo de caixa descontado	22.021.447,95	20.390.229,58	18.879.842,20	17.481.335,37	16.186.421,64	14.987.427,45	
Fluxo de caixa descontado acumulado	29.603.047,67	49.993.277,25	68.873.119,45	86.354.454,82	102.540.876,47	117.528.303,91	

Botucatu, ____ de _____ de 2012.

Felipe Avelar Garcia

De Acordo:

Prof. (a) Ms. Ricardo Cervi