



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
ENG07053 - TRABALHO DE DIPLOMAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA



PELLETS DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR NA MATRIZ ENERGÉTICA

Juliana Hoffelder

Orientador: Prof. Me. Luiz Elody Lima Sobreiro

Porto Alegre, Julho de 2011

JULIANA HOFFELDER

***PELLETS DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR NA MATRIZ
ENERGÉTICA***

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
APRESENTADO COMO PARTE DOS
REQUISITOS PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO
DE BACHAREL EM ENGENHARIA QUÍMICA.

Porto Alegre, Julho de 2011

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Jacinto e Venucia, que sempre me apoiaram e estiveram do meu lado em todos os momentos de minha vida, nunca medindo esforços para que eu tivesse as melhores condições para concluir meus estudos.

Aos meus irmãos, Gerson e Solange, que sempre estiveram do meu lado, me estimulando e sendo um exemplo como profissionais.

Ao meu noivo, Tiago, por ter muita paciência e compreensão com a minha dedicação aos meus estudos.

Aos professores e funcionários que fazem da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, essa referência mundial no ensino superior.

Ao meu orientado Prof. Me. Luiz Elody Lima Sobreiro pela orientação, compreensão, amizade, paciência e por confiar em mim, sempre me estimulando em todas minhas decisões.

A todos que de certa forma estiveram presentes nesta minha caminhada até este momento.

Sumário

Lista de Figuras.....	vi
Lista de Tabelas.....	vii
Lista de Símbolos.....	viii
Lista de Abreviaturas e Siglas	ix
Resumo.....	ix
1. Introdução	1
2.1. Objetivos.....	1
3. Contextualização.....	2
2.1. Biomassa.....	2
2.2. <i>Pellets</i>	3
2.3. Produção de <i>Pellets</i>	6
2.3.1. Fases do Processo de Fabricação de <i>Pellets</i>	6
2.4. Mercado Brasileiro de <i>Pellets</i>	10
2.5. Mercado Mundial de <i>Pellets</i>	11
2.6. Créditos de Carbono.....	13
3. Metodologia.....	15
3.1. Emissões de Gases do Efeito Estufa na Substituição do Combustível na Agricultura e Industrialização da Cana-de-açúcar	15
3.2. Estudo de Viabilidade Econômica para uma Indústria de <i>Pellets</i>	16
3.2.1. Investimentos de capital fixo	17
3.2.2. Custos de Produção.....	17
3.2.3. Custo unitário de produção	18
3.2.4. Capital de Giro	18
3.2.5. Ponto de Equilíbrio Operacional.....	18
3.2.6. Fluxo de Caixa	19
3.2.7. <i>Payback</i>	19
3.2.8. Valor Presente Líquido e Taxa Interna de Retorno.....	19
4. Resultados e Discussão.....	21
4.1. Emissões de Gases do Efeito Estufa na Substituição do Combustível na Agricultura e Industrialização da Cana-de-açúcar	21
4.2. Estudo de Viabilidade Econômica para uma Indústria de <i>Pellets</i>	22
4.2.1. Investimentos de capital fixo	23
4.2.2. Custos de Produção.....	23

4.2.3.	Custo unitário de produção	24
4.2.4.	Capital de Giro	24
4.2.5.	Ponto de Equilíbrio Operacional.....	24
4.2.6.	Fluxo de Caixa	25
4.2.7.	Payback	26
4.2.8.	Valor Presente Líquido e Taxa Interna de Retorno.....	27
5.	Conclusões	29
6.	Referências.....	30
7.	Anexo.....	32
8.	Apêndice	39

Lista de Figuras

Figura 1: Ciclo do Carbono.....	3
Figura 2: Eucalipto, Pinus e Cana-de-Açúcar	4
Figura 3: Cavaco de Eucalipto, Cavaco de Pinus e Bagaço de Cana-de-Açúcar	4
Figura 4: <i>Pellets</i> de Bagaço de Cana-de-Açúcar	4
Figura 5: Custos de Energia Bruta para a Demanda de Energia da Instalação de 1500 kW .	5
Figura 6: Processo de Produção de <i>Pellets</i>	6
Figura 7: Recepção de Biomassa.....	7
Figura 8: Classificação	7
Figura 9: Secagem da Biomassa.....	7
Figura 10: Separador	8
Figura 11: Moinho de Martelos	8
Figura 12: Peletização.....	9
Figura 13: Resfriamento	9
Figura 14: Armazenagem dos <i>Pellets</i>	9
Figura 15: Linha do tempo da evolução das fontes de biomassa para produção de energia renovável.....	10
Figura 16: Mapa do Comércio de <i>Pellets</i> na Europa	11
Figura 17: Demanda de Consumo de <i>Pellets</i> de bagaço de cana-de-açúcar: (a) Áustria, (b) Alemanha, (c) Bélgica, (d) Dinamarca, (e) Holanda, (f) Itália e (g) Suécia	13
Figura 18: Ponto de Equilíbrio Operacional	25
Figura 19: Fluxo de Caixa	26
Figura 20: VPL x TIR.....	28

Lista de Tabelas

Tabela 1: Emissões de GEE utilizando óleo diesel e <i>Pellets</i> de bagaço de cana-de-açúcar na agricultura e industrialização da cana-de-açúcar.....	21
Tabela 2: Saldo Final de emissões de GEE utilizando como combustível óleo diesel e <i>Pellets</i> de bagaço de cana-de-açúcar.....	22
Tabela 3: Capacidade de produção e custos da indústria	22
Tabela 4: Investimentos de capital fixo.....	23
Tabela 5: Custo de Produção.....	23
Tabela 6: Custo Tonelada de Produção	24
Tabela 7: Capital de Giro.....	24
Tabela 8: <i>Payback</i> da Indústria de <i>Pellets</i> de Bagaço de Cana-de-açúcar.....	27
Tabela 9: VPL da Indústria de <i>Pellets</i> de Bagaço de Cana-de-açúcar.....	27
Tabela 10: TIR	28

Lista de Símbolos

- CF* custo fixo anual
- CV* custo variável anual
- E_i* emissões de GEE correspondentes a uma categoria ou atividade (*i*)
- FE_j* fator de emissão de GEE correspondente ao insumo *l_j*
- I* consumo de combustível em todas as operações agrícolas; consumo de cal e fertilizantes; consumo de defensivos agrícolas; queimas antes e após a colheita; liberação de N₂O no solo; produção de mudas; e consumo de produtos químicos na etapa industrial
- j* combustível, cal, fertilizantes, defensivos agrícolas, cana-de-açúcar a ser queimada durante a colheita e produtos químicos usados na etapa industrial
- l_j* quantidade consumida do insumo *j* na atividade
- nc* números de ciclos nos quais a quantidade *l_j* é consumida
- RT* receita anual (nível operacional de 100%)

Lista de Abreviaturas e Siglas

ABEMC - Associação Brasileira das Empresas do Mercado de Carbono

ACV – Análise do Ciclo de Vida

CER – *Certified Emission Reductions*

EIA – Estudo de Impacto Ambiental

GEE – Gases de Efeito Estufa

IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change*

MDL – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

ONU – Organizações das Nações Unidas

TIR – Taxa Interna de Retorno

UNFCCC – *United Nations Framework Convention on Climate Change*

VPL – Valor Presente Líquido

Resumo

As decorrentes mudanças climáticas e aumento da concentração de GEE na atmosfera, resultantes da queima de combustíveis fósseis e da derrubada de florestas tropicais, instigam à busca de novas fontes de energias provenientes de recursos. Baseado nesta realidade, a Europa, se destaca por estabelecer metas agressivas para a substituição de combustíveis fósseis por fontes renováveis em sua matriz energética. O Brasil é um país emergente neste mercado, por possuir um grande potencial agrícola e disponibilidade de grandes áreas para plantio. A alternativa de fonte de energia renovável apresentada neste trabalho são os *Pellets* de bagaço de cana-de-açúcar. Os *Pellets* de bagaço de cana-de-açúcar são uma das principais formas de se utilizar a biomassa como combustível sólido renovável. No presente trabalho são avaliados os benefícios ambientais e econômicos da substituição dos combustíveis fósseis por *Pellets* de bagaço de cana-de-açúcar. A avaliação do impacto ambiental deste combustível foi feita através do estudo de emissões de GEE na agricultura e industrialização da cana-de-açúcar. E a nível econômico, foi feito o estudo de viabilidade econômica da implantação de uma indústria de *Pellets* de bagaço de cana-de-açúcar na cidade de Ribeirão Preto. Conclui-se a partir dos resultados obtidos neste trabalho que os *Pellets* de bagaço de cana-de-açúcar é um dos biocombustíveis mais promissores do futuro, e o Brasil é um dos países com grande crescimento neste mercado.

Palavras-chave: *Pellets*, bagaço de cana-de-açúcar, biocombustíveis, energia.

1. Introdução

A motivação deste trabalho esta baseada na crescente busca de novos meios de energia, a partir de fontes renováveis, para substituir futuramente o mercado de combustíveis fósseis.

A busca por novas fontes de energia é incitada pelas mudanças climáticas globais, decorrente de grandes emissões de gases de efeito estufa (GEE) pela utilização de combustíveis fósseis.

Sabe-se que em qualquer setor um fator determinante na escolha do combustível é o preço, no entanto, é necessário observar que existem implicações diretas e/ou indiretas em função da alteração da fonte combustível utilizada nos diversos equipamentos industriais.

Nos últimos anos a matriz energética brasileira tem sofrido variações com a pesquisa e desenvolvimento de diversas fontes novas de combustíveis, além da alteração na produção de outras fontes já consolidadas.

Em vista disto, o presente trabalho visa apresentar uma nova alternativa de energia renovável: *Pellets* a partir de resíduos de cana-de-açúcar.

2.1. Objetivos

Este trabalho tem como um dos objetivos avaliar dos benefícios ambientais proporcionados pela substituição dos combustíveis fósseis pelos *Pellets* de bagaço de cana-de-açúcar, utilizando como base o Balanço de Carbono na agricultura e industrialização da cana-de-açúcar.

O outro objetivo é avaliar a sustentabilidade do processo produtivo de *Pellets*, bem como o seu crescimento no mercado brasileiro e internacional.

3. Contextualização

Com o aumento da concentração de GEE na atmosfera, resultante da queima de combustíveis fósseis e do desmatamento, a temperatura média mundial pode aumentar de 4 a 8 °C até 2020. Devido a isso, a Organizações das Nações Unidas (ONU) informou que a sociedade precisa reduzir no mínimo 40% das emissões de GEE nos países ricos e entre 15% e 30% do crescimento das emissões futuras nos GEE dos países em desenvolvimento, até 2020 (FUNVERDE, 2011).

Baseado nesses dados, a Europa, se destaca por estabelecer metas agressivas para a substituição de combustíveis fósseis por fontes renováveis em sua matriz energética. O Brasil é um país emergente neste mercado, por possuir um grande potencial agrícola e disponibilidade de grandes áreas para plantio, podendo utilizar a biomassa como fonte alternativa de energia.

2.1. Biomassa

A Biomassa, por definição, é toda a massa derivada de organismos vivos, que estão em equilíbrio com o ecossistema. Neste trabalho, a Biomassa é toda a massa orgânica de origem vegetal, derivada dos processos de produção de etanol, chamada na generalidade de bagaço de cana.

A biomassa é utilizada na produção de energia a partir de processos como a combustão e gaseificação de material orgânico produzido e acumulado no ecossistema. Porém a combustão deste material também provoca a emissão de GEE para a atmosfera. Como um dos componentes existentes nas emissões de GEE, o CO₂, é previamente absorvido, em igual proporção à sua emissão, pelas plantas que dão origem ao combustível, o balanço das emissões de CO₂ resultante da combustão de biomassa é praticamente nulo. Este sistema se chama de "Ciclo do Carbono", cujo mecanismo está ilustrado na Figura 1 (PELLETSLAR, 2007).

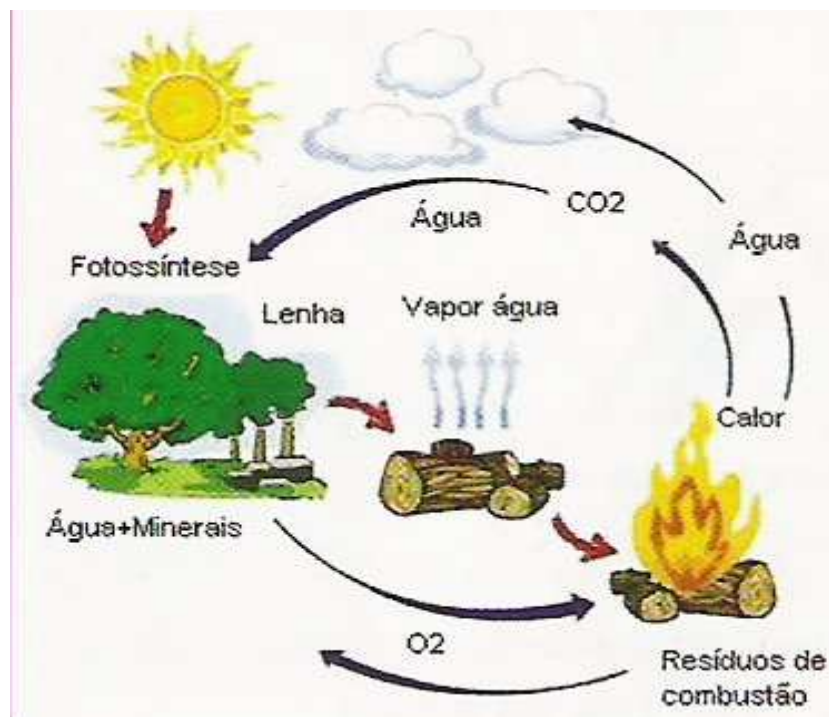


Figura 1: Ciclo do Carbono

A Biomassa possui várias vantagens na sua utilização como matriz energética, dentre as principais vantagens estão:

- facilidade de armazenamento e transporte;
- proporciona o reaproveitamento dos resíduos;
- alta eficiência energética;
- é uma fonte energética renovável e limpa;
- possibilidade de alcançar autossuficiência ambiental e energética.

2.2. *Pellets*

Uma das principais formas de se utilizar a biomassa como combustível sólido renovável é através dos *Pellets*, que são a forma mais refinada da biomassa.

Os *Pellets* são produzidos através de um processo de compactação e densificação, utilizando como fonte diversos resíduos de matéria-prima vegetal, como por exemplo cavaco de Eucalipto, cavaco de Pinus e o bagaço de Cana-de-açúcar, ilustrados nas Figuras 2 (INCAPER, 2008 e SEPLAN, 2003) e 3 (MF RURAL, 2011 e CANAL DA CANA, 2011).



Figura 2: Eucalipto, Pinus e Cana-de-Açúcar



Figura 3: Cavaco de Eucalipto, Cavaco de Pinus e Bagaço de Cana-de-Açúcar

O produto final dos resíduos das principais fontes de matéria-prima vegetal após passarem pelo processo de compactação e densificação, se apresenta na forma do *Pellets*. Como mostra a Figura 4 (CANAL DA CANA, 2011) abaixo.



Figura 4: *Pellets* de Bagaço de Cana-de-Açúcar

Utilizar os *Pellets* como combustível, em relação a outros tipos de combustíveis sólidos, possui várias vantagens, dentre elas as principais são as seguintes (PELLETSLAR, 2007):

- os *Pellets* são o combustível sólido cuja principal vantagem é a uniformidade das suas características físico-químicas;
- no processo de produção dos *Pellets*, uma das etapas é a redução da umidade, garantindo a uniformidade deste combustível. A umidade dos *Pellets* é próxima a

10%, o que permite que a combustão seja muito mais eficiente, pois a quantidade de calor utilizada na combustão para a evaporação da umidade é reduzida em relação à lenha;

- possui granulometria uniforme, facilitando o manuseio e a estocagem;
- o processo de compactação, oferece uma maior densidade energética, o que se reflete nos custos operacionais e numa maior eficiência energética. E também o *Pellet* não necessita de nenhum tipo de aditivo nem colas. O material que liga o *Pellet* é proveniente da própria “lignina”, a qual pela fricção causada pela pressão do processo, eleva a temperatura facilitando compactação da biomassa;
- não é necessário cortar canaviais para a produção de *Pellets*, porque a matéria-prima necessária são os resíduos da indústria de canaveira;
- os *Pellets* são uma forma autosuficiência de energia.

Os *Pellets* possuem um grande diferencial dos outros combustíveis fósseis e dos combustíveis renováveis: a sua capacidade calorífica, pois os *Pellets* tem uma capacidade calorífica de aproximadamente de 4,8 MWh por tonelada (PELLETSLAR, 2007). A Figura 5 (WOODTRADELAND, 2011) mostra a comparação de Gás Óleo, GLP, GNV, Óleo de Xisto, Eletricidade com *Pellets* em relação ao custos de energia bruta para a demanda de energia da instalação de 1500 kW.

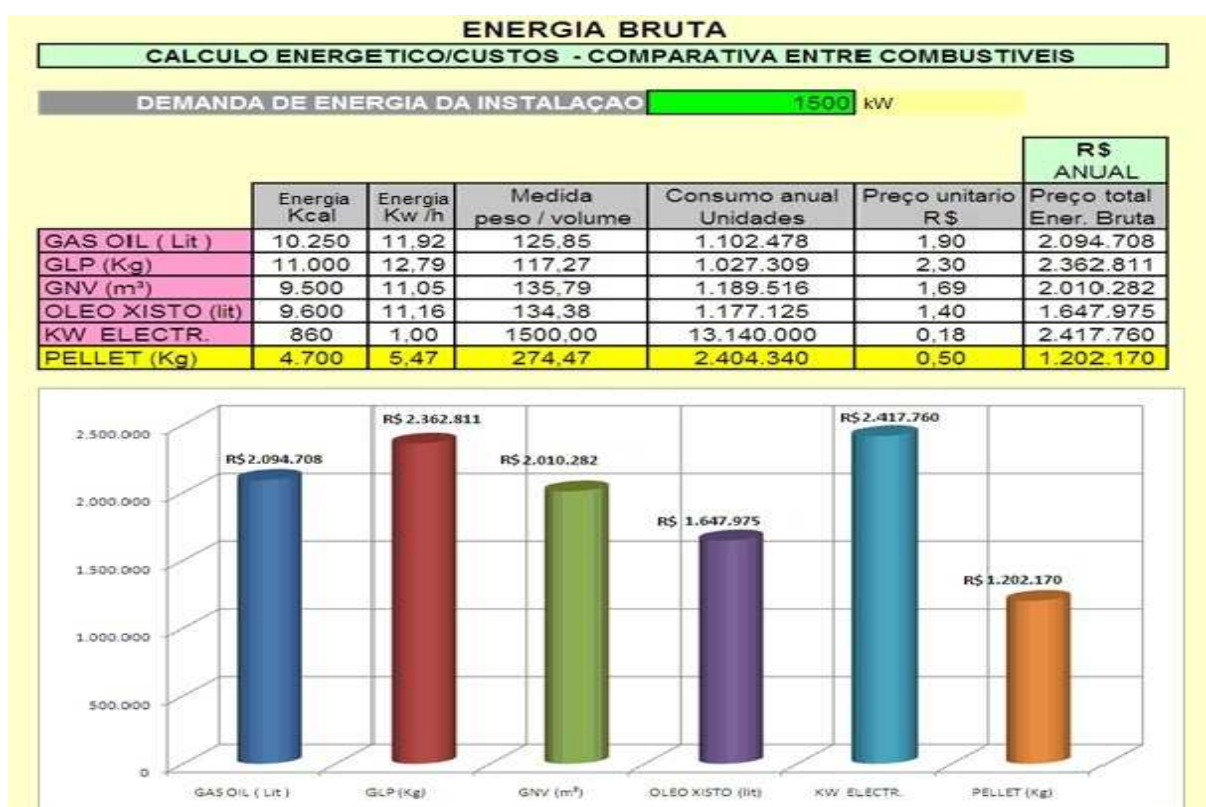


Figura 5: Custos de Energia Bruta para a Demanda de Energia da Instalação de 1500 kW

2.3. Produção de *Pellets*

A produção dos *Pellets* é influenciada por diferentes propriedades físicas tais como: teor de umidade, distribuição dos tamanhos das partículas, densidade da massa e parâmetros da operação. Estas propriedades físico-químicas são muito importantes para obter um produto uniforme e padronizado, de fácil manuseio, transporte, estocagem e utilização.

A Figura 6 (COUTO, 2004), mostra o fluxograma simplificado do processo de produção de *Pellets*.



Figura 6: Processo de Produção de *Pellets*

2.3.1. Fases do Processo de Fabricação de *Pellets*

O processo de produção de *Pellets* passa por oito fases principais, que são as seguintes (LIPPEL, 2011):

1) Recepção: a matéria-prima é descarregada em moegas que dosam o material para o início do processo. A Figura 6 (LIPPEL, 2011), mostra a recepção de biomassa, utilizando como matéria-prima bagaço de Cana-de-açúcar.



Figura 7: Recepção de Biomassa

2) Classificação: o bagaço, pode conter contaminantes ou estar fora do tamanho adequado, sendo separado por peneiras rotativas. As partículas de bagaço de cana-de-açúcar que deve ter dimensões inferiores a 100 mm; se tiverem dimensões maiores precisam ser reduzidos com o uso de um repicador. A Figura 7 (LIPPEL, 2011), mostra o processo de classificação.



Figura 8: Classificação

3) Secagem da Biomassa: outro parâmetro muito importante para a produção dos *Pellets* é o teor de umidade da biomassa. A matéria-prima é seca em um forno rotativo antes do processo de trituração fina, e transportada pneumáticamente através da corrente de gases aquecidos, assegurando um produto homogeneamente seco por um processo de condução de calor, até alcançar cerca de 10% de umidade residual. O secador necessita de uma fornalha, que produz o ar quente, mais especificamente, o calor para realizar o processo de secagem. A Figura 8 (LIPPEL, 2011), mostra o processo de secagem:

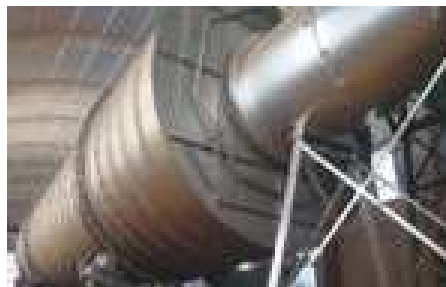


Figura 9: Secagem da Biomassa

4) Separação: o produto seco é separado dos gases de aquecimento por meio de ciclones e é conduzido ao sistema de moagem final. A Figura 9 (LIPPEL, 2011), mostra o processo de separação.



Figura 10: Separador

5) Moagem: a matéria-prima é triturada em um moinho de martelo para obter *Pellets* homogêneos (2 mm), pois a grande superfície e as fibras abertas dos produtos moídos facilitam a absorção do vapor no misturador em cascata (condicionador). A Figura 10 (LIPPEL, 2011), apresenta o moinho de martelos utilizados na moagem.



Figura 11: Moinho de Martelos

6) Peletização: a peletizadora assegura a alta produtividade e qualidade do *Pellet*. É um equipamento construído para trabalhar sob grande carga e projetada para fácil manutenção. O eficiente controle do processo resulta em uma grande flexibilidade e em uma ótima utilização da energia.

As principais vantagens na peletização são as seguintes:

- a) custo de transporte reduzido;
- b) fácil armazenamento;
- c) manuseio simples;
- d) produto homogêneo e administrável;
- e) combustível neutro em CO₂;

f) não polui o meio ambiente.

A Figura 11(LIPPEL, 2011), mostra o equipamento de peletização:



Figura 12: Peletização

7) Resfriamento: devido à fricção gerada durante o processo, ocorre um aquecimento adicional dos *Pellets*, este calor deve ser removido antes de serem peneirados e armazenados. O resfriamento ocorre através da retirada do ar ambiente, provocando uma temperatura entre 5 e 10°C acima da temperatura ambiente. A Figura 12 (LIPPEL, 2011), mostra o equipamento de resfriamento.



Figura 13: Resfriamento

8) Armazenagem: uma vez que os *Pellets* foram refrigerados e limpos da poeira, eles podem ser armazenados em silos ou serem empacotados em sacos especiais. Há a possibilidade de instalar uma planta auxiliar para a remoção de poeira com filtros para tratar o ar descarregado na atmosfera. Esse sistema de empacotamento pode ser controlado manual ou automaticamente. A Figura 13 (LIPPEL, 2011), mostra o processo de armazenagem.

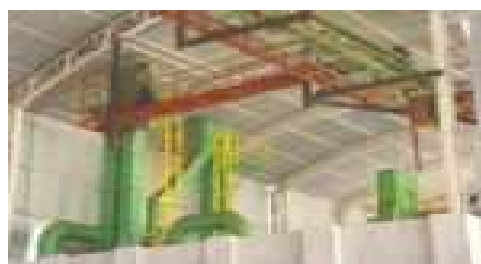


Figura 14: Armazenagem dos *Pellets*

2.4. Mercado Brasileiro de *Pellets*

O mercado brasileiro de *Pellets* é promissor. O mercado mundial vem crescendo exponencialmente, e o Brasil tem um grande potencial neste mercado. Porém ainda carece de investimentos, visto que o mercado consumidor brasileiro ainda é muito restrito.

Entretanto, dentro da visão de mercado energético limpo e sustentável, uma iniciativa do Governo do Estado do Paraná, através do Decreto de Lei nº 5993 de dezembro de 2009 (GOVERNO DO PARANÁ, 2009), concedendo a condição de ICMS diferido para os produtos energéticos *Pellets* e briquetes a partir de biomassa vegetal, entre as quais o bagaço de cana.

Essa e outras iniciativas, como a da Suzano Celulose e Papel, que em 2010 criou a Suzano Energia, que deverá produzir, a partir de 2013, 1 milhão de toneladas por ano de *Pellets* a partir de eucaliptos, devem já neste ano impulsionar vigorosamente o mercado brasileiro de *Pellets*, tanto produtor, como consumidor (UOL, 2010).

A Figura 15 (GAZZONI, 2006), mostra a linha do tempo da evolução das fontes de biomassa para produção de energia renovável no Brasil e no mundo.

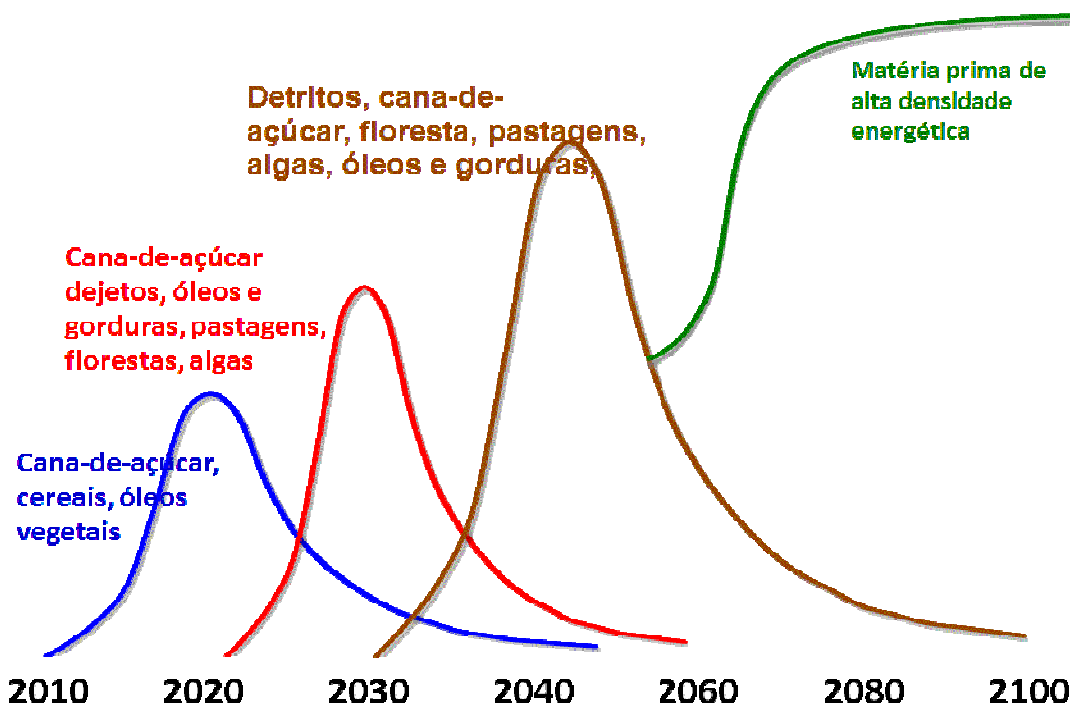


Figura 15: Linha do tempo da evolução das fontes de biomassa para produção de energia renovável

2.5. Mercado Mundial de *Pellets*

A produção e o consumo de *Pellets* para fins energéticos está principalmente concentrada na Europa. Mas, a tendência é, cada vez mais, este mercado crescer em torno do mundo inteiro.

A Europa é o principal consumidor de *Pellets* de bagaço de cana-de-açúcar, por ser um dos primeiros continentes a fazer a substituição dos meios energéticos. A Alemanha, por exemplo, decretou o fechamento de todas as indústrias nucleares, havendo assim a procura de novos produtos energéticos.

Sendo o principal consumidor, o continente europeu definiu normas de padronização de produção de *Pellets*, chamada de *DINplus Pellets*, para atender o consumidor europeu.

A Figura 16 (EUBIONET III, 2010), mostra o mapa do comércio de *Pellets* na Europa.

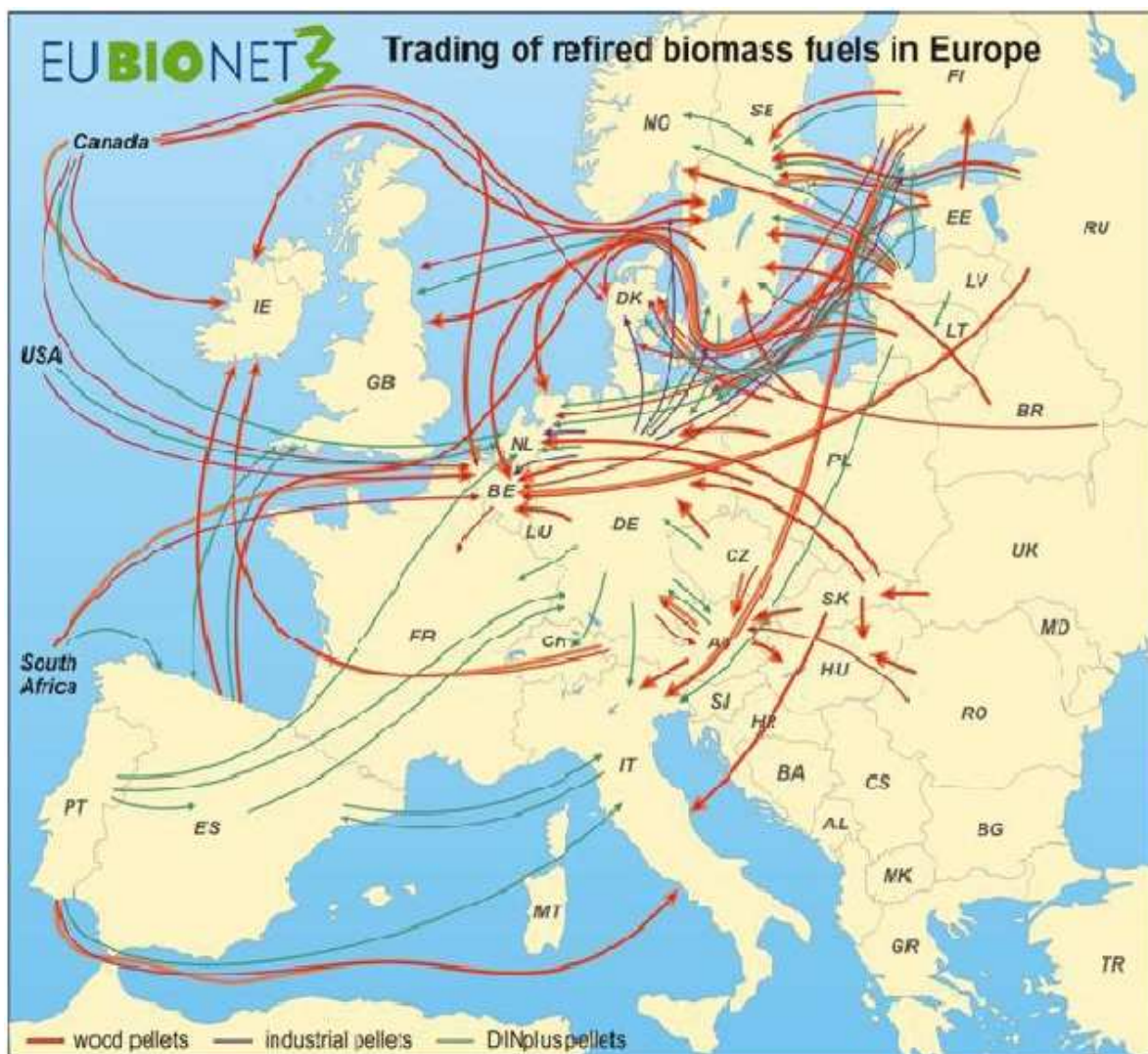
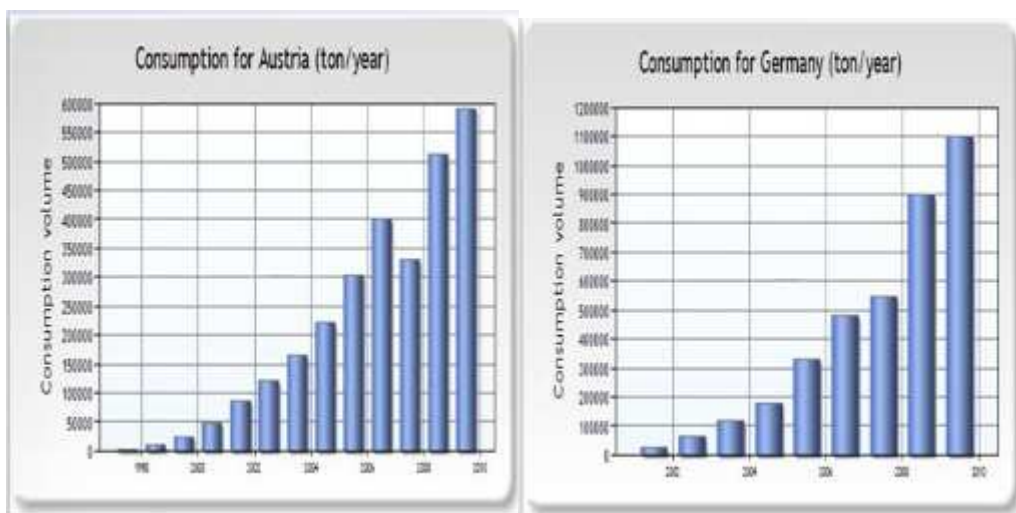
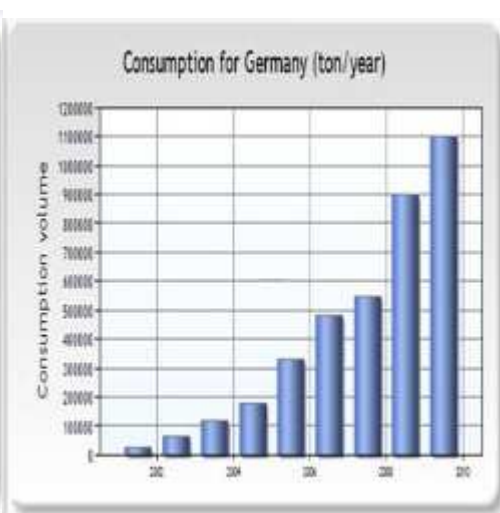


Figura 16: Mapa do Comércio de *Pellets* na Europa

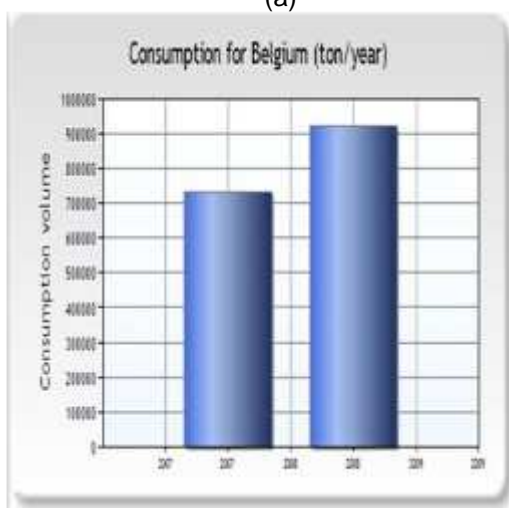
A Figura 17 (AGROPELLETS, 2010) mostra a demanda de consumo (ton/ano) de *Pellets* de bagaço de cana-de-açúcar em alguns países do continente europeu.



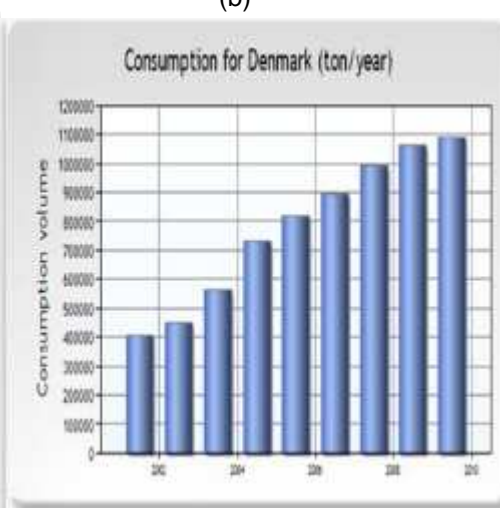
(a)



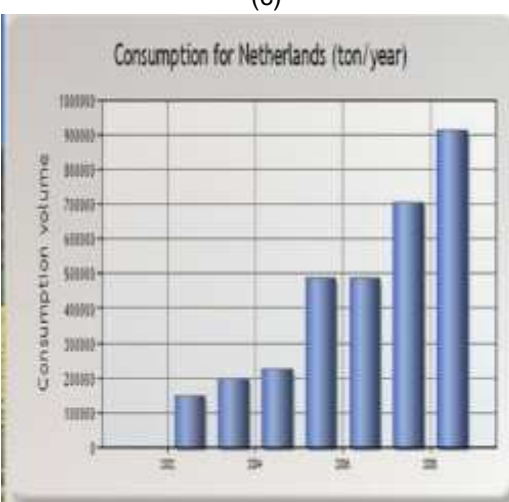
(b)



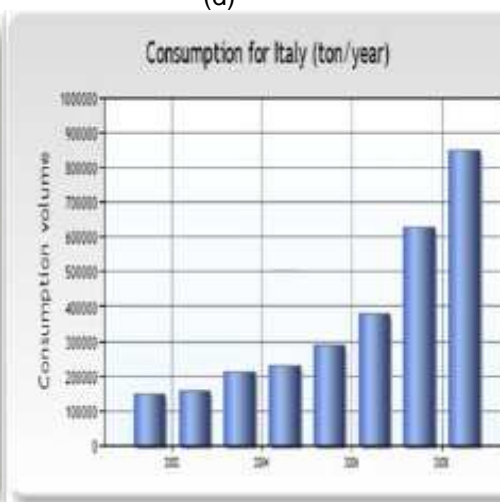
(c)



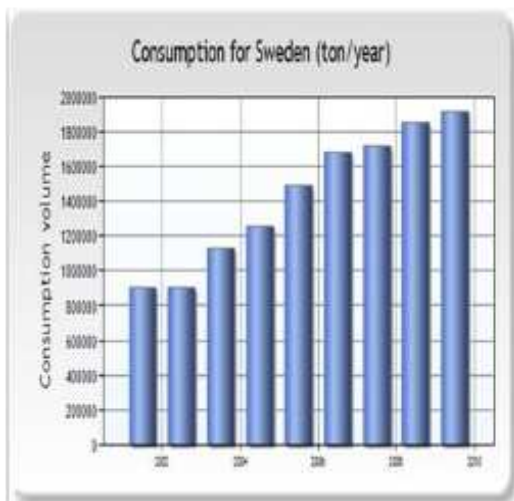
(d)



(e)



(f)



(g)

Figura 17: Demanda de Consumo de *Pellets* de bagaço de cana-de-açúcar: (a) Áustria, (b) Alemanha, (c) Bélgica, (d) Dinamarca, (e) Holanda, (f) Itália e (g) Suécia

2.6. Créditos de Carbono

A produção de *Pellets* para geração de energia de fornece benefícios ambientais, sociais e financeiros. Um exemplo deste benefício financeiro é o mercado de Créditos de Carbono. O Crédito de Carbono se baseia num mecanismo que permite aos países em desenvolvimento, vender “créditos de carbono” a um país desenvolvido para que este possa atender parte da redução de emissões de GEE exigida pelo protocolo de Kyoto. Portanto, os países que não conseguirem atingir suas metas terão liberdade para investir em projetos Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) de países em desenvolvimento.

No Brasil, o mercado de Crédito de Carbono é uma oportunidade promissora. Desde a implantação do MDL, foram registrados 165 projetos brasileiros no Conselho Executivo de MDL da ONU. E a estimativa é que esses projetos gerem cerca de 20,8 milhões de Créditos de Carbono em média por ano, com um potencial de negociação total de R\$ 686 milhões/ano, conforme dados da Associação Brasileira das Empresas do Mercado de Carbono (ABEMC) (BSP, 2010).

Os projetos MDL possuem pontos fundamentais que envolvem a geração de energia com uso de *Pellets*, que são os seguintes (AGROPELLETS, 2010):

- estudo dos riscos envolvidos na possível linha de base de acordo com a metodologia aprovada da *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC);
- análise da demonstração da adicionalidade proposta;
- estudo do Protocolo de Monitoramento e Verificação proposto;

- avaliação do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e da qualidade da consulta aos *stakeholders*;
- cálculo ex-ante do número previsto de *Certified Emission Reductions*(CER) de acordo com a atividade de projeto;
- determinação do risco de registro do projeto;
- cálculo / Inspeção da Taxa Interna de Retorno (TIR) do projeto com e sem CER;
- determinação da quantidade de CERs para o primeiro período de créditos (7 ou 10 anos) baseados no “Preço Neutro” das CERs.

3. Metodologia

A realização deste trabalho foi baseada na comparação de Emissões de GEE na substituição do combustível fóssil por *Pellets* de bagaço de cana-de-açúcar na agricultura e industrialização da cana-de-açúcar e no Estudo de Viabilidade Econômica de uma Indústria de *Pellets* de bagaço de cana-de-açúcar.

3.1. Emissões de Gases do Efeito Estufa na Substituição do Combustível na Agricultura e Industrialização da Cana-de-açúcar

Uma ferramenta que permite a quantificação das emissões ambientais ou a análise do impacto ambiental de um produto, sistema, ou processo é a Análise de Ciclo de Vida (ACV). Essa análise é feita sobre toda a "vida" do produto ou processo, desde o seu início até o final da vida, passando por todas as etapas intermediárias.

Porém neste trabalho foi realizado, utilizando ACV, somente em uma etapa da agricultura e industrialização da cana-de-açúcar, isto é, somente na etapa de consumo de combustível. Pois baseado nesta etapa realizou-se um comparativo de emissões de GEE na atmosfera utilizando como combustível o óleo diesel e o *Pellets* de bagaço de cana-de-açúcar.

Sendo assim, baseados em recomendações do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) foram levadas em conta as emissões de GEE de CO₂, CH₄ e N₂O, pois são consideradas as mais importantes em relação a agricultura.

As emissões de GEE para etapa de consumo de combustível foram calculadas utilizando a Equação 1 (IPPC, 2006) e expressas em kg de CO₂ equivalente (kg CO₂ eq), como mostra abaixo.

$$E_i = \frac{I_j \times n_c \times FE_j}{6} \quad (1)$$

Onde:

E_i : emissões de GEE correspondentes a uma categoria ou atividade (i);

I : consumo de combustível em todas as operações agrícolas; consumo de cal e fertilizantes; consumo de defensivos agrícolas; queimas antes e após a colheita;

liberação de N_2O no solo; produção de mudas; e consumo de produtos químicos na etapa industrial;

I_j : quantidade consumida do insumo j na atividade;

nc : números de ciclos nos quais a quantidade I_j é consumida;

FE_j : fator de emissão de GEE correspondente ao insumo I_j ;

j : combustível, cal, fertilizantes, defensivos agrícolas, cana-de-açúcar a ser queimada durante a colheita e produtos químicos usados na etapa industrial.

A cana-de-açúcar em seu primeiro plantio se chama cana-planta, e depois deste plantio passa a se chamar de cana-soca, que influenciam no número de ciclos (nc). Pois o número de ciclos (nc) varia conforme a quantidade de insumo j é utilizada somente no ciclo da cana-planta ($nc = 1$), ou nos quatro ciclos da cana-soca ($nc= 4$) ou nos ciclos da cana-planta e cana-soca ($nc= 5$). A Equação 1 possui em divisor 6, que representa o período de base considerando, de seis anos (IPPC, 2006).

Na etapa do consumo de combustível , é necessário considerar os seguintes itens para o cálculo de emissões de GEE:

- Operações agrícolas;
- Transporte de insumos;
- Fertirrigação;
- Colheita;
- Carregamento da cana-de-açúcar;
- Transporte de cana-de-açúcar.

3.2. Estudo de Viabilidade Econômica para uma Indústria de *Pellets*

Para a execução de um novo projeto é recomendável um Estudo de Viabilidade Econômica. O Estudo de Viabilidade Econômica se realiza uma uma série de análises detalhadas do mercado para determinar se é viável iniciar um novo negócio em determinado segmento ou lançar um novo produto no mercado.

A análise financeira, neste trabalho, refere-se ao estudo da viabilidade, estabilidade e lucratividade de projeto de uma Indústria de *Pellets* com produção de 10.000 kg/h. Neste estudo engloba um conjunto de instrumentos e métodos que permitem realizar diagnósticos

sobre a situação financeira desta empresa, assim como prognósticos sobre o seu desempenho futuro.

O estudo de viabilidade econômica, do presente projeto, foi realizado através dos métodos de Valor Presente Líquido (VPL) e do Fluxo de Caixa. Indicadores tais como *Pay-back* e Taxa Interna de Retorno foram levados em consideração para as decisões de viabilidade do modelo proposto.

Todos os valores aqui expostos são resultados de estimativa feitas com valores médios de equipamentos, estruturas e recursos humanos necessários.

A demonstração deste estudo foi feita através de planilhas com os valores utilizados na avaliação do projeto. Os valores são em base anual, com projeção feita para um cenário de 10 anos. Na análise em questão, nos primeiros dois anos a capacidade de operação foi de 55%, nos dois anos seguintes de 75%, no quinto ano de operação 85% e atingindo a capacidade máxima no sexto ano em diante (CORRÊA, 2008).

3.2.1. Investimentos de capital fixo

O investimento bruto corresponde a todos os gastos realizados com bens de capital (máquinas e equipamentos) e formação de estoques.

Para a construção da indústria de *Pellets* foi considerado um terreno na região de Ribeirão Preto (São Paulo), pois é a principal zona produtora de cana-de-açúcar do Brasil.

E todas as máquinas e equipamentos foram baseados em uma planta de bagaço de cana-de-açúcar de 10.000 kg/h da Lippel (LIPPEL, 2011). Pois a Lippel é uma metalúrgica especialista na tecnologia no processamento de biomassa.

3.2.2. Custos de Produção

Os custos de produção e de comercialização compõem o custo do produto, ou seja, eles representam todos os gastos necessários para a produção e comercialização deste.

São divididos em duas categorias: custos fixos e custos variáveis.

O custo fixo é soma de todos os fatores fixos de produção. Independente do nível de atividade da empresa, ou seja, produzindo-se ou vendendo-se em qualquer quantidade, os custos fixos existirão e serão os mesmos.

Já os custos variáveis são aqueles que variam de forma proporcional com o nível de produção da indústria, que é o caso das matérias-primas utilizadas na produção.

3.2.3. Custo unitário de produção

O cálculo do custo unitário de produção é essencial, pois a partir dele é que será estabelecido um custo final de venda para o produto, levando em conta a carga tributária e margem de lucro desejada pela empresa.

O cálculo do custo unitário é obtido pela razão entre o custo total de produção e o número de unidades produzidas, neste caso, por toneladas produzidas (CORRÊA, 2008).

3.2.4. Capital de Giro

Capital de giro é o conjunto de valores necessários para a empresa fazer seus negócios acontecerem (girar). O Capital de Giro é aquele recurso que auto financia a atividade principal de uma empresa, ou seja, é o capital necessário para continuar a adquirir os bens que serão revendidos no volume que o seu mercado consome, e continuar a obter a sua principal fonte de renda permanente (CORRÊA, 2008).

3.2.5. Ponto de Equilíbrio Operacional

Quando a receita da indústria se iguala ao custo total de produção, não se tem lucro nem prejuízo. Esse é o ponto de equilíbrio operacional e representa a capacidade mínima operacional da planta. Para se ter lucratividade na empresa, deve-se trabalhar acima dessa capacidade operacional da planta.

O cálculo do ponto de equilíbrio operacional (PE) utiliza o custo fixo anual (CF), o custo variável anual (CV) e a receita total (RT) operando a 100% da capacidade anual. Para esse cálculo, foi utilizada a Equação 2 (CORRÊA, 2008), como demonstrado abaixo.

$$PE = \frac{CF}{RT - CV} \quad (2)$$

Onde :

CF : custo fixo anual ;

RT : receita anual (nível operacional de 100%) ;

CV : custo variavel anual.

3.2.6. Fluxo de Caixa

O fluxo de caixa refere-se ao montante de caixa recebido e gasto por uma indústria durante um período de tempo definido, algumas vezes ligado a um projeto específico (CORRÊA, 2008).

O fluxo de caixa é baseado pelos seguintes termos (CORRÊA, 2008):

- 1) **Capital próprio** = 100% (investimento em capital fixo total + capital de giro)
- 2) **Receita** = é a única entrada de caixa proveniente da venda dos produtos;
- 3) **Custos de produção** = custos fixos + custos variáveis + custos de comercialização
- 4) **Lucro bruto** = (receita - custo de produção)
- 5) **Depreciação** = 10% dos equipamentos + 2,5% das construções
- 6) **Contribuição social** = 10% x (lucro bruto - depreciação)
- 7) **Lucro tributável** = (lucro bruto - depreciação - contribuição social)
- 8) **Imposto de renda (IR)** = 30% do lucro tributável
- 9) **Lucro líquido** = lucro tributável - imposto de renda
- 10) **Imposto de renda sobre o lucro líquido** = 8% do lucro líquido
- 11) **Saldo final** = lucro líquido - IR sobre lucro líquido
- 12) **Fluxo de caixa** = saldo final + depreciação - capital próprio

3.2.7. Payback

O *Payback* tem a função de avaliar em quanto tempo o investimento inicial terá retorno, ou seja, o tempo em que o investidor terá lucro pelo retorno de seu capital (CORRÊA, 2008).

O cálculo é feito da seguinte forma considera-se apenas o investimento inicial e dele anualmente é descontado o lucro líquido da empresa.

3.2.8. Valor Presente Líquido e Taxa Interna de Retorno

O Valor Presente Líquido (VPL) tem a função de identificar quanto vale o investimento hoje, ou seja, esse método traz os valores futuros para o presente. Caso seu valor seja maior que zero o investimento é classificado como viável (CORRÊA, 2008).

O cálculo do VPL é realizado pela Equação 3 (CORRÊA, 2008).

$$VPL = \sum_{j=1}^n \left(\frac{R_j - C_j}{(1+i)^t} \right) - I \quad (3)$$

Onde:

R_j : receita anual de vendas da empresa (Reais);

C_j : os custos fixos e variáveis (Reais);

t : tempo (anos);

i .taxa de atratividade do mercado;

I : investimento inicial (Reais).

Dessa forma o VPL a variação de produção no 1° e 2° ano foi estimada 55% da capacidade, no 3° e 4° ano 75%, no 5° ano 85% e nos demais anos 100% da capacidade total.

A Taxa Interna de Retorno (TIR) indica a taxa anual de retorno do investimento, ou seja, a taxa de rentabilidade do investimento total realizado. Esse valor é obtido quando o VPL é igual a zero. Para isso é necessário utilizar os valores de referência da empresa como lucro líquido e estimar taxas de juros no VPL para encontrar o valor zero. Caso a TIR do investimento seja maior que 12% considera-se um investimento rentável (CORRÊA, 2008).

4. Resultados e Discussão

4.1. Emissões de Gases do Efeito Estufa na Substituição do Combustível na Agricultura e Industrialização da Cana-de-açúcar

Baseada na metodologia apresentada, foi possível calcular as emissões de GEE na agricultura e industrialização da cana-de-açúcar utilizando como combustível o óleo diesel e os *Pellets* de bagaço de cana-de-açúcar. Na Tabela 1 (AGROPELLETS, 2010), constam as emissões de GEE dos combustíveis: óleo diesel e *Pellets* de bagaço de cana-de-açúcar.

Tabela 1: Emissões de GEE utilizando óleo diesel e *Pellets* de bagaço de cana-de-açúcar na agricultura e industrialização da cana-de-açúcar

ETAPA	EMIÇÃO DE GEE (kg CO ₂ eq/ha·ano)
Consumo de óleo diesel na agricultura e industrialização da cana-de-açúcar	337,18
Consumo de <i>Pellets</i> de bagaço de cana-de-açúcar na agricultura e industrialização da cana-de-açúcar	111,5

Como no cultivo de cana-de-açúcar são absorvidos 145,3 kg CO₂eq/ha.ano (AGROPELLETS, 2010) é possível fazer uma comparação utilizando, na etapa de consumo de combustível na agricultura e industrialização da cana-de-açúcar, o óleo diesel ou os *Pellets* de bagaço de cana-de-açúcar. Como é mostrado pela Tabela 2 (AGROPELLETS, 2010).

Tabela 2: Saldo Final de emissões de GEE utilizando como combustível óleo diesel e *Pellets* de bagaço de cana-de-açúcar

CÁLCULO DE GEE	SALDO FINAL EMISSÃO DE GEE (kg CO ₂ eq/ha-ano)
Absorção da cultivo de cana-de-açúcar	
(-)	-191,88
Consumo de óleo diesel	
Absorção da cultivo de cana-de-açúcar	
(-)	33,8
Consumo de <i>Pellets</i> de bagaço de cana-de-açúcar	

Baseados nos dados das Tabelas 1 e 2 é possível ver que a utilização de *Pellets* de bagaço de cana-de-açúcar resulta em um saldo positivo e favorável de sequestro de CO₂.

Sendo assim, havendo a substituição de combustível óleo diesel por *Pellets* de bagaço de cana-de-açúcar ocasionará menor emissão de kg CO₂eq no ciclo de vida. Podendo assim os *Pellets* de bagaço de cana-de-açúcar, serem considerados combustíveis neutros de emissões de GEE.

4.2. Estudo de Viabilidade Econômica para uma Indústria de *Pellets*

Na Tabela 3, visualiza-se dados, estimados, referentes a capacidade de produção e custos de produção da Indústria.

Tabela 3: Capacidade de produção e custos da indústria

Itens	Qtd. e Vlr.
Produção de <i>Pellets</i> de Bagaço de Cana-de-açúcar (ton/mês)	1.600
Produção de <i>Pellets</i> de Bagaço de Cana-de-açúcar (ton/ano)	19.200
Custo por Tonelada de Produto	R\$ 319,48
Preço estimado - R\$/ton (<i>Pellets</i>)	R\$ 450,00

4.2.1. Investimentos de capital fixo

Na Tabela 4 constam os investimentos, estimados, a serem realizados para a implantação da indústria de *Pellets* de bagaço de cana-de-açúcar.

No anexo A, está descrito detalhadamente o Investimento de Capital; com seus subitens, valores e quantidades. E no anexo B, C e D está representado o fluxograma, cortes e planta baixa da planta da *Pellets* de bagaço de cana-de-açúcar.

Tabela 4: Investimentos de capital fixo.

Despesas iniciais	R\$ 50.000,00
Capital de giro	R\$ 702.655,00
Máquinas e equipamentos	R\$ 5.597.555,00
Projeto e instalações	R\$ 2.226.000,00
Veículos	R\$ 200.000,00
INVESTIMENTO TOTAL	R\$ 8.776.210,00

4.2.2. Custos de Produção

A Tabela 5, mostra o valor total dos custo fixos e variáveis da produção de *Pellets* de bagaço de cana-de-açúcar. O custo variável apresentado na Tabela 5, representa o custo variável com a produção na sua capacidade máxima.

Nos apêndices A e B, estão estimados detalhadamente os Custos Fixos e Custos Variáveis, com seus subitens, valores unitários e quantidades.

Tabela 5: Custo de Produção

Custos	Custo Mensal	Custo Anual
Fixos	R\$ 104.665,00	R\$ 1.255.980,00
Variáveis	R\$ 406.496,00	R\$ 4.877.952,00

4.2.3. Custo unitário de produção

A Tabela 6, mostra o custo por tonelada de produto, considerando uma produção de 8 horas diárias durante 20 dias uteis durante o mês.

Tabela 6: Custo Tonelada de Produção

Custos	Capacidade	Custo Mensal	Custo por Tonelada
Fixos	1600 toneladas	R\$ 104.665,00	R\$ 65,42
Variáveis	1600 toneladas	R\$ 406.496,00	R\$ 254,06
CUSTO TOTAL POR TONELADA DE PRODUTO			R\$ 319,48

4.2.4. Capital de Giro

Na Tabela 7 pode ser observado o capital de giro para a Indústria de *Pellets* de bagaço de cana-de-açúcar. O valor do item de matéria-prima (bagaço) é uma previsão de um ano de estoque.

Tabela 7: Capital de Giro

Itens	Qtd.	Vlr. Unitário	Total
Matéria-Prima (Bagaço)	54.000	R\$ 10,00	R\$ 540.000,00
Mão-de-Obra	38	R\$ 2.175,13	R\$ 82.655,00
Treinamento, Uniformes, EPI's e Ferramental	1	R\$ 50.000,00	R\$ 50.000,00
Despesas Abertura da Empresa+Licenças			R\$ 30.000,00
TOTAL DE CAPITAL DE GIRO			R\$ 702.655,00

4.2.5. Ponto de Equilíbrio Operacional

Baseados nos dados calculado pela Equação 2, o ponto de equilíbrio operacional calculado foi de 33% como mostra a Figura19.

Ponto de Equilíbrio Operacional

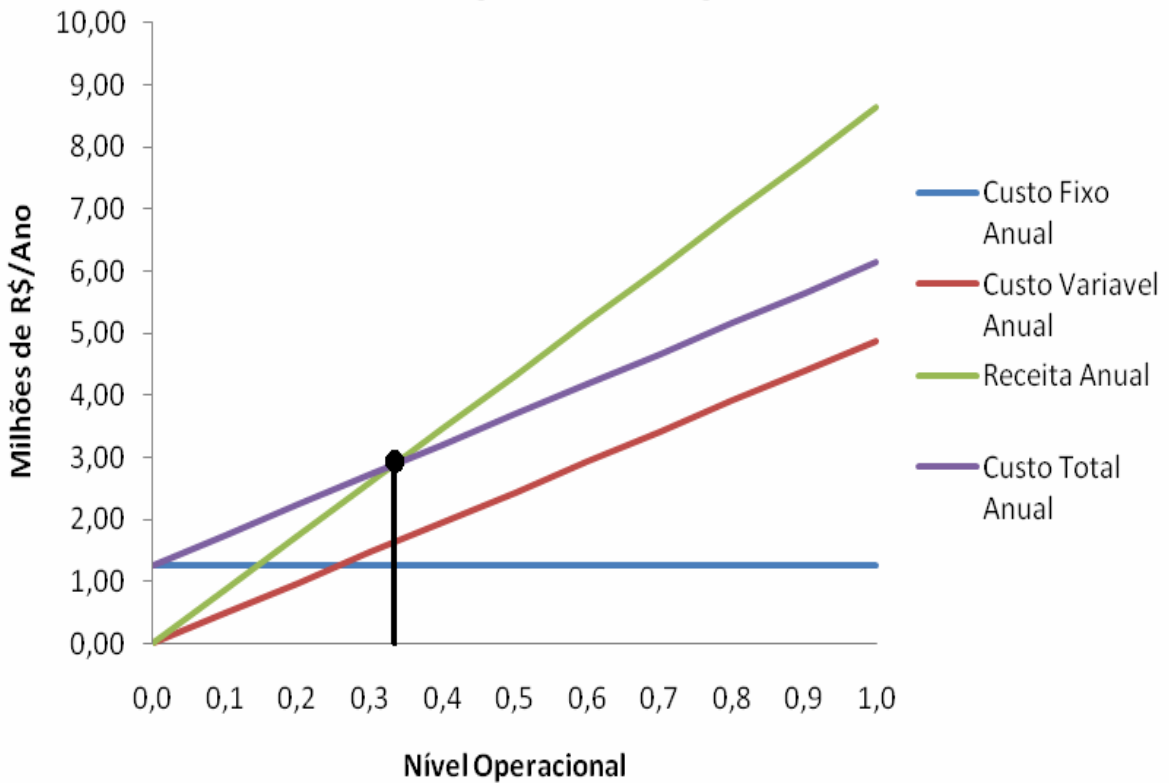


Figura 18: Ponto de Equilíbrio Operacional

4.2.6. Fluxo de Caixa

O fluxo de caixa da Indústria está descrito detalhadamente no apêndice C. Observa-se um período de fluxo negativo. Isto se deve, principalmente, ao retorno do investimento de capital próprio feito no início do empreendimento.

A partir deste itens, descritos acima, foi possível calcular o fluxo de caixa, como demonstrados na Figura 20.

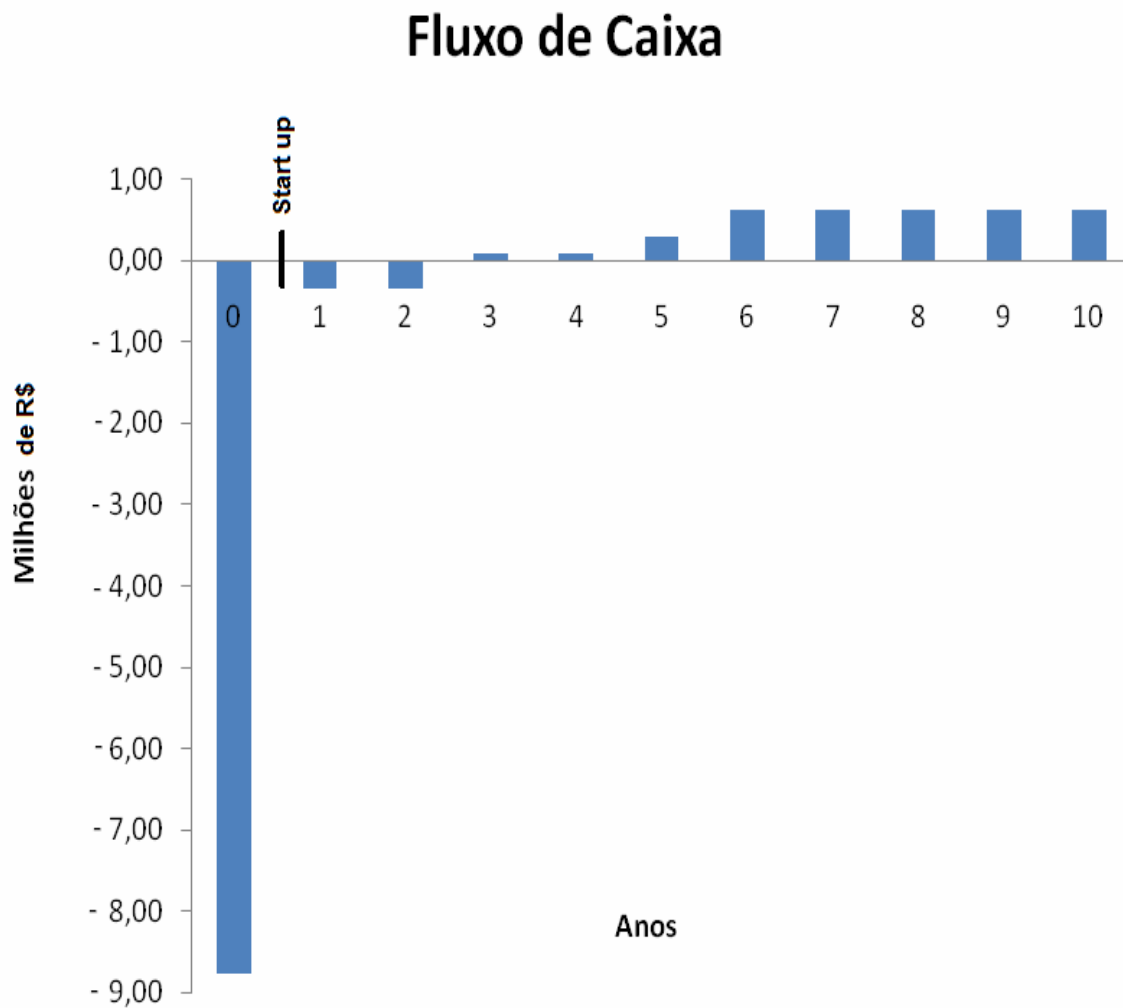


Figura 19: Fluxo de Caixa

A partir do apêndice C e da Figura 20 percebemos que a indústria apresentará um caixa positivo a partir do terceiro ano de operação.

4.2.7. *Payback*

A Tabela 8 demonstra esses fluxos. O retorno efetivo ocorre quando o *Payback* fica positivo.

Tabela 8: *Payback* da Indústria de *Pellets* de Bagaço de Cana-de-açúcar

Ano	Custo (R\$)	Lucro Líquido (R\$)	<i>Payback</i> (R\$)
0	-8.776.210,00		
1		436.682,23	- 8.339.527,77
2		436.682,23	- 7.902.845,54
3		910.700,28	- 6.992.145,26
4		910.700,28	- 6.081.444,98
5		1.147.709,30	- 4.933.735,67
6		1.503.222,84	- 3.430.512,83
7		1.503.222,84	- 1.927.289,99
8		1.503.222,84	- 424.067,15
9		1.503.222,84	1.079.155,69
10		1.503.222,84	2.582.378,53

Ao longo de 10 anos com o aumento gradual de produção da indústria o *Payback* da Indústria de *Pellets* de bagaço de Cana-de-açúcar será de 8,39 anos, isto é, em 8,39 o investimento inicial é pago.

4.2.8. Valor Presente Líquido e Taxa Interna de Retorno

Através da Tabela 9 observa-se os VPLs com a variação de produção, utilizando os valores retirados do fluxo de caixa e estipulando uma *i* de 12%.

Tabela 9: VPL da Indústria de *Pellets* de Bagaço de Cana-de-açúcar

Ano	Fluxo de Caixa Líquido	VPL
1	-R\$ 355.873,35	-R\$ 317.744,06
2	-R\$ 355.873,35	-R\$ 283.700,05
3	R\$ 80.223,26	R\$ 57.101,33
4	R\$ 80.223,26	R\$ 50.983,33
5	R\$ 298.271,56	R\$ 169.247,29
6	R\$ 625.344,01	R\$ 316.818,74
7	R\$ 625.344,01	R\$ 282.873,87
8	R\$ 625.344,01	R\$ 252.565,96
9	R\$ 625.344,01	R\$ 225.505,32
10	R\$ 625.344,01	R\$ 201.344,04
VPL TOTAL		R\$ 954.995,77

O resultado do VPL para a indústria de *Pellets* de bagaço de cana-de-açúcar foi de R\$ 954.995,77. O valor positivo é mais um indicativo da viabilidade econômica do projeto.

E através da Tabela 10 verificar-se essa variação de taxa de juros com o valor de VPL correspondente. E pela Figura 21 é possível observar que o valor em que o VPL zera é aproximadamente 29,6%, esse valor pode ser assumido como TIR do projeto da indústria de *Pellets* de bagaço de cana-de-açúcar. Como se trata de um valor maior que 12% pode-se concluir que o investimento nessa empresa é extremamente atrativo e o retorno é lucrativo em curto prazo.

Tabela 10: TIR

TIR	VPL
10%	R\$ 1.122.208,55
20%	R\$ 353.550,37
30%	-R\$ 11306,03185
40%	-R\$ 195229,1926
50%	-R\$ 292133,4817
60%	-R\$ 344697,4899

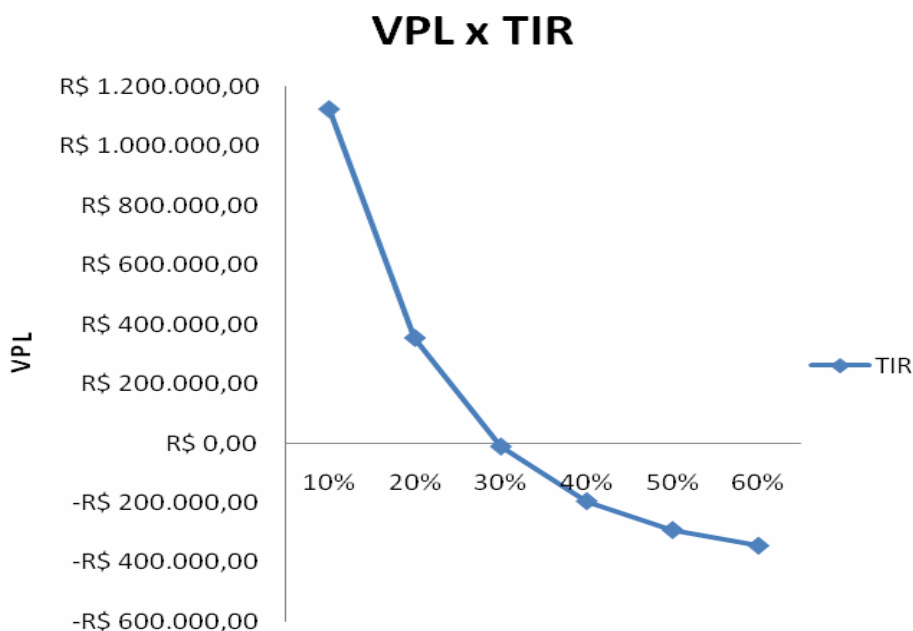


Figura 20: VPL x TIR

5. Conclusões

O presente trabalho apresenta como objetivos a comparação dos benefícios ambientais proporcionados pela substituição dos combustíveis fósseis por *Pellets* de bagaço de cana-de-açúcar e a avaliação da sustentabilidade e viabilidade econômica de uma indústria. Deste mesmo, tendo em vista o mercado nacional e o mercado internacional.

O interesse neste estudo foi motivado pela crescente busca de novos meios de energia renovável e com sustentabilidade, para substituir, daqui alguns anos, o mercado dos combustíveis fósseis. E em vista disto, o *Pellet* de bagaço de cana-de-açúcar, surge como uma alternativa potencial, porque além da sustentabilidade, estamos tratando do aproveitamento de um resíduo de cadeia produtiva agroindustrial de maior porte no cenário nacional.

Como *Pellets* de bagaço de cana-de-açúcar têm sido bastante utilizados na Europa, obtendo crescentes preços nos últimos anos, o Brasil é um país com grandes possibilidades de crescimento, tanto no mercado interno como no mercado externo. Mesmo que o Brasil não tenha ainda muitos investimentos nesta área, já possui alguns incentivos do governo e de indústrias privadas para a utilização de *Pellets*, como energia renovável.

Sendo assim, um dos pontos abordados no presente trabalho foi a comparação de emissões de GEE na substituição do óleo diesel por *Pellets* de bagaço de cana-de-açúcar na agricultura e industrialização da cana-de-açúcar, que resultou em um saldo positivo e favorável de sequestro de CO₂. Com isto, havendo a substituição de combustível ocasionará menor emissão de kg CO₂eq. Assim é possível concluir que o *Pellets* de bagaço de cana-de-açúcar é um combustível renovável com emissão de CO₂ neutro.

O outro ponto abordado neste trabalho foi a análise de viabilidade econômica de uma indústria de *Pellets* de bagaço de cana-de-açúcar com uma capacidade de 19.200 toneladas de *Pellets* por ano. A análise foi feita na região de Ribeirão Preto, em São Paulo, por ser a maior região produtora de cana-de-açúcar e por possuir uma grande mercado industrial para a entrada deste novo produto nacionalmente.

Para a análise foram utilizadas como referência três métodos: VPL, TIR e *Payback*.

Os resultados baseados nestes três métodos indicam a viabilidade econômica, rentabilidade deste projeto. A TIR do projeto foi avaliada em 29,6% e VPL, assumindo uma taxa de desconto de 12%, foi avaliado em R\$ 954.995,77.

6. Referências

AGROPELLETS. Bagaço de Cana Energy, 2010. Disponível em <<http://pt.calameo.com/read/0002009681d2884024c43>>. Acesso em maio de 2011.

BSP, Revista, edição julho de 2010. Disponível em <<http://www.revistabsp.com.br/edicao-julho-2010/o-mercado-brasileiro-de-carbono-e-a-ausencia-de-um-marco-regulatorio/>>. Acesso em maio 2011.

CANAL DA CANA. Instituto instala reator para o pré-tratamento do bagaço de cana, 2011. Disponível em <http://www.canaldacana.com.br/novo/view/index/?act=listar&cod_editoria=4711>. Acesso em junho de 2011.

CORRÊA, A.C.S.. Planejamento e Projetos Industriais I,2008.

COUTO, L. Produção de *pellets* de madeira – O case da Bio-Energy no Espírito Santo. Biomassa & Energia, v. 1, n. 1, p.45-52, 2004.

EUBIONET III, Workshop Solid biomass utilization and trade for heat and Power in Europe status and outlook , 2010.

FUNVERDE. A crise climática é a maior tragédia da história da humanidade, diz especialista, 2011. Disponível em <<http://www.funverde.org.br/blog/archives/tag/aquecimento-global-global-warming-global-climate-change>>. Acesso em junho de 2011.

GAZZONI. O médio prazo da tecnologia de combustíveis automotivos, 2006. Disponível em <<http://dlgazzoni.sites.uol.com.br/pagina34.htm>>. Acesso em maio de 2011.

GOVERNO DO PARANÁ. DECRETO Nº 5993 - 24/12/2009, 2009. Disponível em <<http://celepar7cta.pr.gov.br/SEEG/sumulas.nsf/2b08298abff0cc7c83257501006766d4/f62e47f5c609c01b8325769a006ad6cc?OpenDocument>>. Acesso em junho de 2011.

Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER). Madeira Show movimentada o setor da silvicultura do Estado a partir desta quinta (26), 2008. Disponível em <http://www.es.gov.br/site/noticias/show_popup.aspx?noticiald=99682696>. Acesso em abril de 2011.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Geneva: National Greenhouse Gas Inventories Programme, 2006.

LIPPEL. Fábrica de *Pellets* - Transforme Resíduos de Biomassa em *Pellets*, 2011. Disponível em <<http://www.lippel.com.br/br/unidades-de-producao/fabrica-de-pellets.html>>. Acesso em maio de 2011.

MACEDO, I.C. *et al. Balanço das emissões de gases do efeito estufa na produção e no uso do etanol no Brasil*. São Paulo: Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2004.

MF RURAL. 2008. Disponível em <<http://www.mfrural.com.br/detalhe.asp?cdp=42525&nmoa=cavaco-de-eucalipto-po-de-serra-e-casca-triturada>>. Acesso em abril de 2011.

PELLETSLAR. Biomassa, 2007. Disponível em <<http://www.pelletslar.com/?PID=31>>. Acesso em maio de 2011.

SEPLAN. Cana-de-açúcar, 2003. Disponível em <<http://portalsepin.seplan.go.gov.br/>>. Acesso em abril de 2011.

UOL Notícias. Suzano investirá US\$ 800 mi em fábricas de *pellets* de madeira, 2010. Disponível em <<http://economia.uol.com.br/ultnot/2010/07/29/ult1767u149583.jhtm>>. Acesso em março de 2011.

WOODTRADELAND. Custo simulador, 2011. Disponível em <<http://www.woodtradeland.com/costes.php>>. Acesso em maio 2011.

7. Anexo

Anexo A: Investimentos de Capital

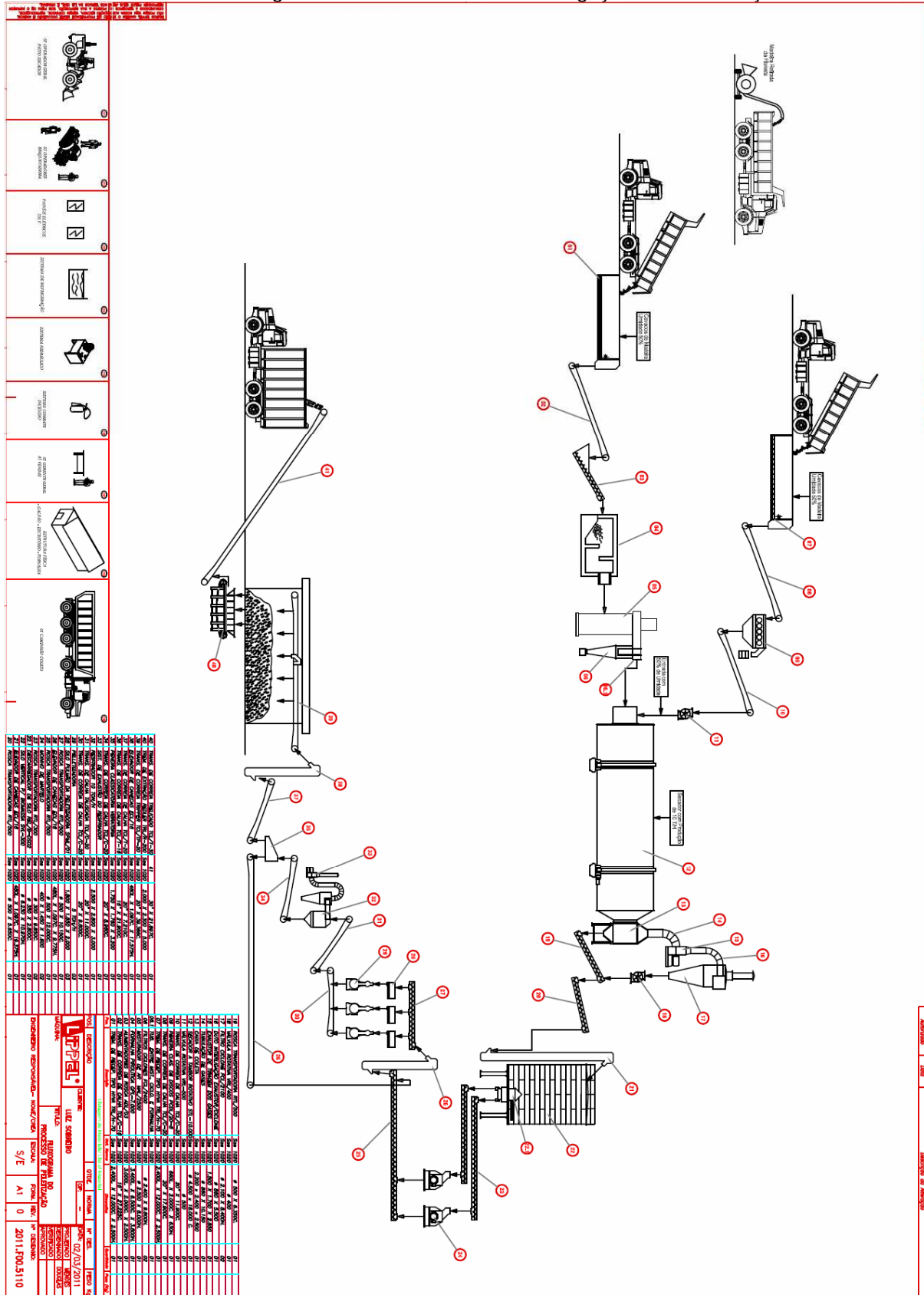
ITENS		VALORES	
Despesas Iniciais		R\$ 50.000,00	
Plano de Negócios - Planilhas e Informações		R\$ 20.000,00	
Pesquisa Tecnologia (Mercado-Viagens-Estadias)		R\$ 30.000,00	
Capital de Giro		Qtd.	Vlr. Unitário
		R\$ 702.655,00	
Matéria-Prima (Bagaço) prever 1 ano		54.000,00	R\$ 10,00
Mão-de-Obra		38,00	R\$ 2.175,13
Treinamento, Uniformes, EPI's e Ferramental		1,00	R\$ 50.000,00
Despesas Abertura da Empresa+Licenças			R\$ 30.000,00
Máquinas e Equipamentos		Qtd.	Vlr. Unitário
		R\$ 5.597.555,00	
Tremonha de Recepção Tipo Hyva TRL/H-70 (2.400mm L. x 2.500mm H. x 12.000mm C.)		1,00	R\$ 135.350,00
Transportador de Correia Calha TCL/C-16 (16" x 27.223mm C.)		1,00	R\$ 40.850,00
Alimentador de Rosca ADL/03 (2.000 x 2.500 x 3.000)		1,00	R\$ 75.250,00
Fornalha Piro-lítica QPL-7.000		1,00	R\$ 455.840,00
Misturador de Ar com Refratário		1,00	R\$ 165.150,00
Filtros Ciclones Inox FCL/2400 (Ø2.400 x 9.600)		2,00	R\$ 135.125,00
Conjunto de Dutos de Interligação Inox		1,00	R\$ 72.350,00
Tremonha de Recepção Tipo Hyva TRL/H-70 (2.400mm L. x 2.500mm H. x 12.000mm C.)		1,00	R\$ 135.350,00
Transportador de Correia Calha TCL/C-20 (20" x 17.900mm C.)		1,00	R\$ 32.220,00
Peneira de Discos PCDL-20-8 (660mm L. x 630mm H x 2.000mm C.)		1,00	R\$ 42.175,00
Transportador de Correia Calha TCL/C-20 (20" x 11.900mm C.)		1,00	R\$ 21.420,00
Válvula Rotativa VRL/500 (Ø500)		1,00	R\$ 15.540,00
Secador Rotativo STL-10.000 (Ø4.500 x 18.000)		1,00	R\$ 645.950,00
Caixa de Coleta (2.200 x 2.400 x 2.500)		1,00	R\$ 48.350,00

Tubulações de Gases (Ø860 x 10.150)	1,00	R\$ 24.750,00	R\$ 24.750,00
Exaustor de Tiragem (1.500 x 1.700 x 2.850)	1,00	R\$ 47.550,00	R\$ 47.550,00
Motor do Exaustor de Tiragem (125 CV)	1,00	R\$ 15.000,00	R\$ 15.000,00
Painel Comando c/ Chave Soft Start do Exaustor	1,00	R\$ 16.500,00	R\$ 16.500,00
Duto Interligação Exaustor/Ciclone (Ø860x5.500)	1,00	R\$ 26.250,00	R\$ 26.250,00
Filtros Ciclones FCL/2100 (Ø2.100 x 8.400)	2,00	R\$ 44.115,00	R\$ 88.230,00
Válvula Rotativa VRL/400 (Ø400)	2,00	R\$ 11.250,00	R\$ 22.500,00
Rosca Transportadora RTL/500 (Ø500 x 6.350)	1,00	R\$ 22.255,00	R\$ 22.255,00
Rosca Transportadora RTL/500 (Ø500 x 5.650)	1,00	R\$ 19.775,00	R\$ 19.775,00
Elevador de Canecos ECL-16 (16" x 19.375)	1,00	R\$ 58.110,00	R\$ 58.110,00
Silo Vertical SVL-300 (Ø6.230 x 10.970)	1,00	R\$ 95.500,00	R\$ 95.500,00
Descarregador de Silo REL/B-DS02	1,00	R\$ 65.450,00	R\$ 65.450,00
Rosca Transportadora RTL/300 (Ø300 x 9.850)	2,00	R\$ 28.550,00	R\$ 57.100,00
Moinho Martelo	2,00	R\$ 155.000,00	R\$ 310.000,00
Motor do Moinho Martelo (150 CV)	4,00	R\$ 16.250,00	R\$ 65.000,00
Painel Comando c/ Chave Soft Start do Moinho	2,00	R\$ 28.000,00	R\$ 56.000,00
Rosca Transportadora RTL/500 (Ø500 x 12.000)	1,00	R\$ 48.000,00	R\$ 48.000,00
Elevador de Canecos ECL-16 (16" x 9.775)	1,00	R\$ 34.215,00	R\$ 34.215,00
Rosca Transportadora RTL/500 (Ø500 x 10.150)	1,00	R\$ 39.560,00	R\$ 39.560,00
Silo Pulmão da Peletizadora SPML/01	3,00	R\$ 26.125,00	R\$ 78.375,00
Peletizadora 3,5 TOH/H (SIMI 800/190 3 CH)	3,00	R\$ 455.000,00	R\$ 1.365.000,00
Motor da Peletizadora (150 CV)	6,00	R\$ 16.250,00	R\$ 97.500,00
Painel de Comando da Peletizadora (300 CV)	3,00	R\$ 45.600,00	R\$ 136.800,00
Transportador de Correia Calha TCL/C-20 (20" x 9.600mm C.)	1,00	R\$ 17.610,00	R\$ 17.610,00
Transportador de Correia Calha TCL/C-20 (20" x 11.000mm C.)	1,00	R\$ 19.800,00	R\$ 19.800,00
Resfriador 10 TON/H	1,00	R\$ 92.650,00	R\$ 92.650,00
Sistema de Exaustão do Resfriador	1,00	R\$ 40.250,00	R\$ 40.250,00
Transportador de Correia Calha TCL/C-20 (20" x 8.960mm C.)	1,00	R\$ 16.130,00	R\$ 16.130,00
Peneira Classificadora Vibratória	1,00	R\$ 48.700,00	R\$ 48.700,00

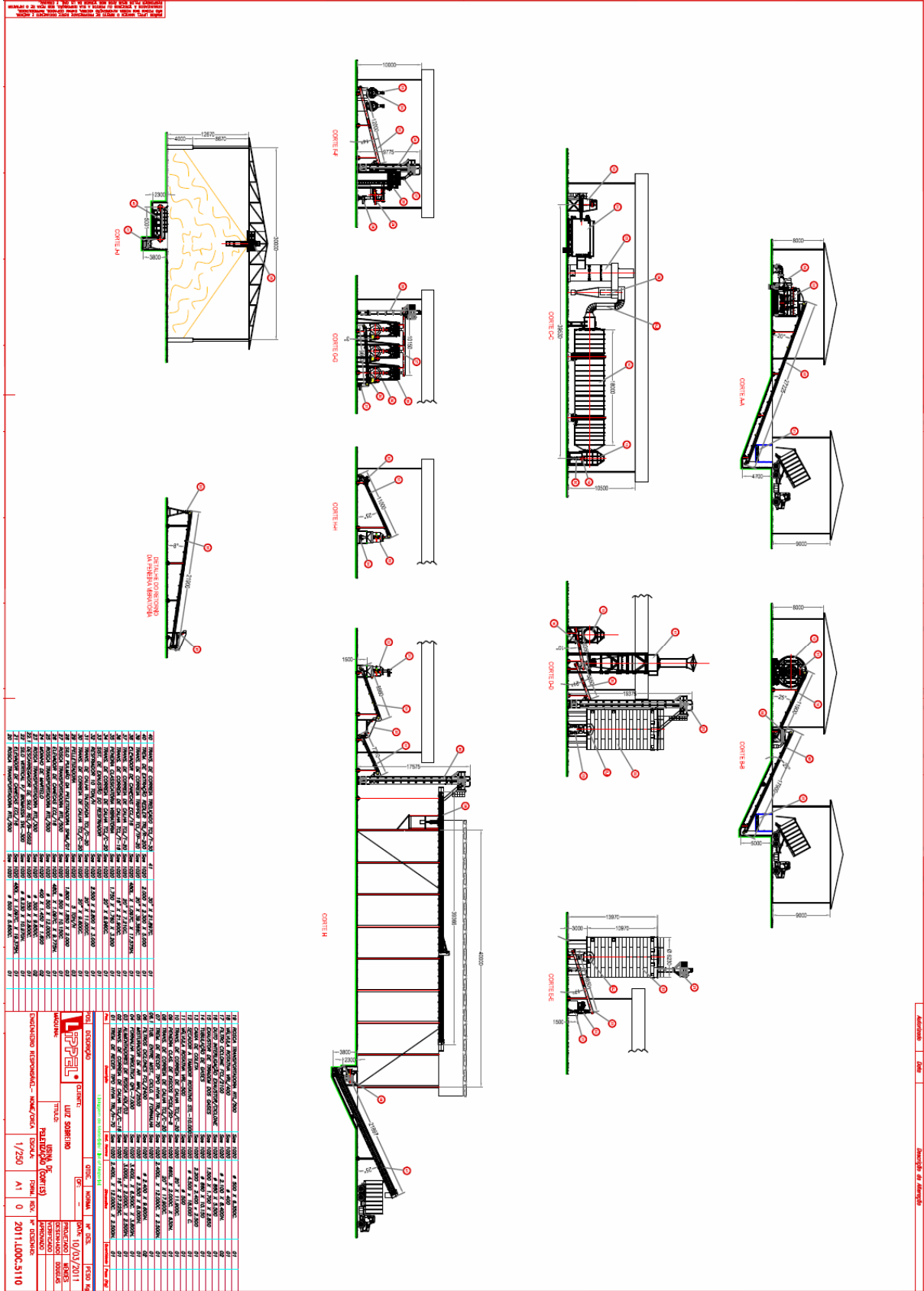
Transportador de Correia Calha TCL/C-16 (16" x 20.930mm C.)	1,00	R\$ 39.620,00	R\$ 39.620,00
Transportador de Correia Calha TCL/C-20 (20" x 7.210mm C.)	1,00	R\$ 12.980,00	R\$ 12.980,00
Elevador de Canecos ECL-16 (16" x 15.575)	1,00	R\$ 46.725,00	R\$ 46.725,00
Transportador de Correia do Tripper TCL/T-20 (20" x 39.366mm C.)	1,00	R\$ 110.210,00	R\$ 110.210,00
Tripper TCL/TR-20	1,00	R\$ 15.650,00	R\$ 15.650,00
Tremonha de Extração TRL/R-200	1,00	R\$ 115.115,00	R\$ 115.115,00
Transportador de Correia Calha TCL/T-30 (30" x 21.897mm C.)	1,00	R\$ 76.650,00	R\$ 76.650,00
Projeto e Instalações	Qtd.	Vlr. Unitário	R\$ 2.226.000,00
Terreno 73.000 m ²	1,00	R\$ 730.000,00	R\$ 730.000,00
Montagem Mecânica e Start up	1,00	185.000,00	R\$ 185.000,00
Despesas Hospedagem, Alimentação, Translado	1,00	48.000,00	R\$ 48.000,00
Montagem Elétrica	1,00	40.000,00	R\$ 40.000,00
Transporte do Secador	1,00	45.000,00	R\$ 45.000,00
Transporte da Fornalha	1,00	30.000,00	R\$ 30.000,00
Transporte dos Equipamentos e Periféricos	1,00	8.000,00	R\$ 8.000,00
Painel Elétrico Geral (CCM)	1,00	220.000,00	R\$ 220.000,00
Material de Instalações entre CCM e Motores	1,00	250.000,00	R\$ 250.000,00
Sistema de Filtro de Manga Central	1,00	200.000,00	R\$ 200.000,00
Sistema de Automação com medição de umidade na entrada e saída do secador, inversores de frequência nas tremonhas, no secador, alimenta-	1,00	100.000,00	R\$ 100.000,00
dores, leitura e controle de temperatura, software e micro computador			
Obras Cívicas, Prédio Industrial	1,00	R\$ 180.000,00	R\$ 180.000,00
Obras Cívicas (Terraplenagem, Vias e Barracão)	1,00	R\$ 80.000,00	R\$ 80.000,00
Escritório, sanitários, portarias e paisagismo.	1,00	R\$ 30.000,00	R\$ 30.000,00
Projeto e Instalações Elétricas/Comunicações	1,00	R\$ 30.000,00	R\$ 30.000,00
Projeto Civil/Mecânico/Utilidades	1,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00
Pátio de Armazenagem	1,00	R\$ 30.000,00	R\$ 30.000,00
Veículos	Qtd.	Vlr. Unitário	R\$ 200.000,00
Pá Carredeira	1,00	R\$ 120.000,00	R\$ 120.000,00

Empilhadeira	1,00	R\$ 50.000,00	R\$ 50.000,00
Veículos de Passeio/Transporte	1,00	R\$ 30.000,00	R\$ 30.000,00
INVESTIMENTO CAPITAL TOTAL			R\$ 8.776.210,00

Anexo B: Fluxograma da Planta da Pellets de Bagaço de Cana-de-açúcar

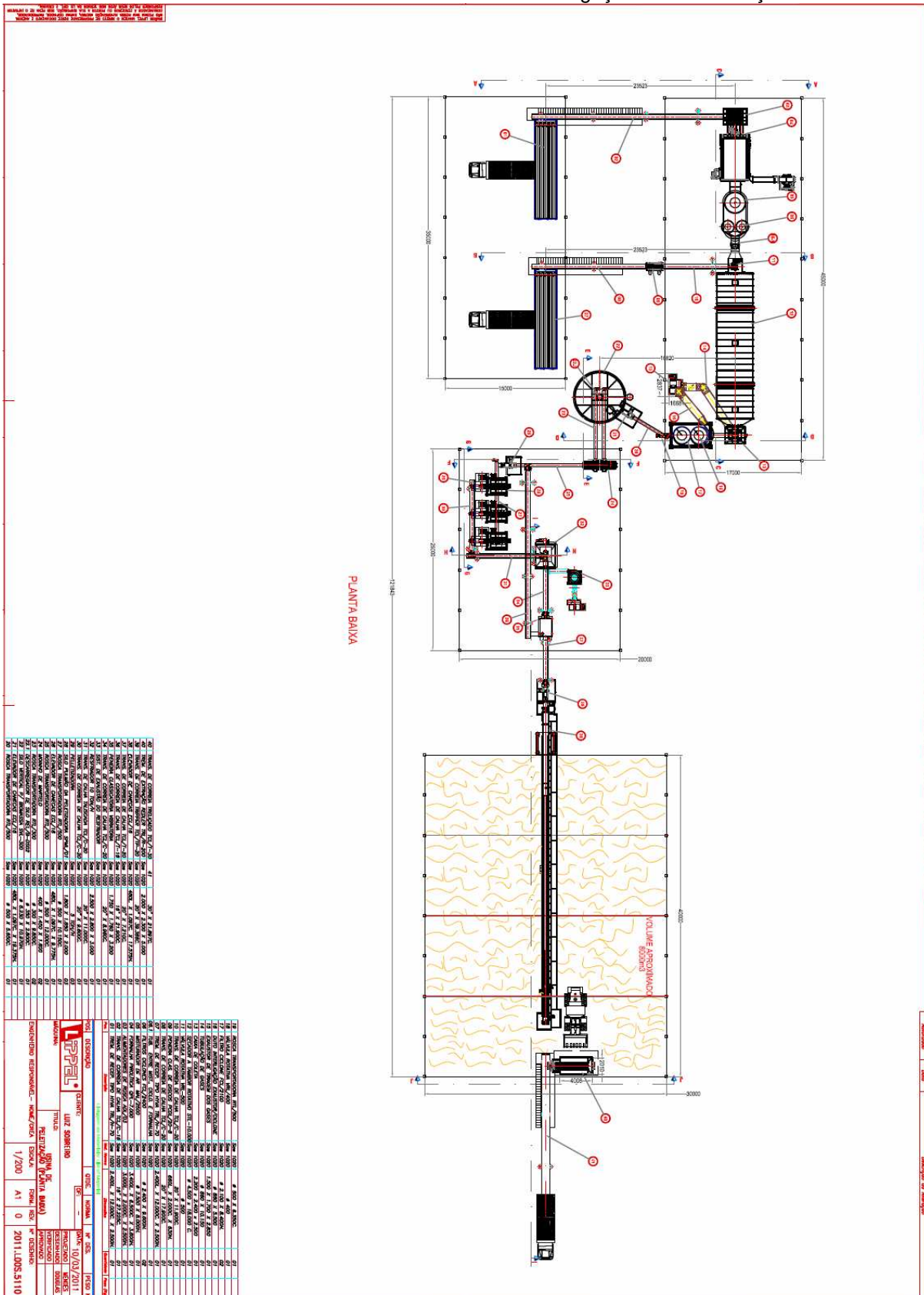


Anexo C: Cortes da Planta da Pellets de Bagaço de Cana-de-açúcar



PROJETO DE ARQUITETURA		PROJETO DE ESTRUTURA	
PROJETO DE ARQUITETURA	PROJETO DE ESTRUTURA	PROJETO DE ARQUITETURA	PROJETO DE ESTRUTURA
1	2	1	2
3	4	3	4
5	6	5	6
7	8	7	8
9	10	9	10
11	12	11	12
13	14	13	14
15	16	15	16
17	18	17	18
19	20	19	20
21	22	21	22
23	24	23	24
25	26	25	26
27	28	27	28
29	30	29	30
31	32	31	32
33	34	33	34
35	36	35	36
37	38	37	38
39	40	39	40
41	42	41	42
43	44	43	44
45	46	45	46
47	48	47	48
49	50	49	50
51	52	51	52
53	54	53	54
55	56	55	56
57	58	57	58
59	60	59	60
61	62	61	62
63	64	63	64
65	66	65	66
67	68	67	68
69	70	69	70
71	72	71	72
73	74	73	74
75	76	75	76
77	78	77	78
79	80	79	80
81	82	81	82
83	84	83	84
85	86	85	86
87	88	87	88
89	90	89	90
91	92	91	92
93	94	93	94
95	96	95	96
97	98	97	98
99	100	99	100

Anexo D: Planta Baixa da Planta da Pellets de Bagaço de Cana-de-açúcar



8. Apêndice

Apêndice A: Custos Fixos

Custos fixos	Custo Unit.	Quantidade	Custo Mensal
Pessoal de Suporte, Limpeza e Vigilância	R\$ 1156,25	6	R\$ 6.937,50
Operadores Assistentes	R\$ 1387,50	15	R\$ 20.812,50
Operadores	R\$ 1665,00	12	R\$ 19.980,00
Secretária	R\$ 2.035,00	1	R\$ 2.035,00
Vendas e Suporte Técnico	R\$ 3.700,00	1	R\$ 3.700,00
Pro-Labore - Sócio	R\$ 13.200,00	1	R\$ 13.200,00
Administrador/Gestor	R\$ 8.000,00	2	R\$ 16.000,00
Aluguel de Área Fabril + Iptu			R\$ 5.000,00
Despesas Administrativas			R\$ 10.000,00
Veículos - Manutencao e Combustível			R\$ 7.000,00

Apêndice B: Custos Variáveis

Custos Variáveis	Valores	Quantidade	Custo Mensal
Matéria Prima Resíduo (Recolhe+Picagem+Transbordo)	R\$ 35,00	4000	R\$ 140.000,00
Matéria Prima Serragem	R\$ 52,00		R\$ -
Matéria Prima 1 - para a Fornalha	R\$ 10,00	500	R\$ 5.000,00
Transporte - Matéria Prima para a Fábrica (Até 50km)	R\$ 10,00		
Transporte - Produto acabado para Varejo	R\$ -	4500	R\$ 45.000,00
Transporte - Produto acabado para o porto	R\$ 70,00	0	R\$ -
Produto Acabado para a Fornalha R\$/ton	R\$ 65,00	0	R\$ -
Custo de Pesagem por Tonelada		1600	R\$ -
Custo de Embalagem por Tonelada	R\$ 5,00	1600	R\$ 8.000,00
IRPJ		15,00%	R\$ 8.640,00
COFINS		3,00%	R\$ 21.600,00
IPI		0,00%	R\$ -
ICMS		12,00%	R\$ 86.400,00
PIS		0,65%	R\$ 4.680,00
CSSL		1,08%	R\$ 7.776,00
Consumo de Energia Elétrica			R\$ 50.000,00
Depreciação dos Equipamentos			R\$ 10.000,00
Consultorias Legais, Contábeis e Financeiras	R\$ 250,00	10	R\$ 2.500,00
Marketing			R\$ 2.500,00
Contingências			R\$ 14.400,00

Apêndice C: Fluxo de Caixa

Itens	Ano 0	Ano 1	Ano 2
Capital Próprio	R\$ 8.776.210,00		
Devolução do Capital Próprio		R\$ 877.621,00	R\$ 877.621,00
Receita (+)		R\$ 4.752.000,00	R\$ 4.752.000,00
Custo total de produção(-)		R\$ 3.938.853,60	R\$ 3.938.853,60
Lucro bruto		R\$ 813.146,40	R\$ 813.146,40
Depreciação		R\$ 120.000,00	R\$ 120.000,00
Contribuição social (-)		R\$ 69.314,64	R\$ 69.314,64
Lucro tributável		R\$ 623.831,76	R\$ 623.831,76
Imposto de renda (-)		R\$ 187.149,53	R\$ 187.149,53
Lucro líquido		R\$ 436.682,23	R\$ 436.682,23
Imposto de renda sobre o lucro líquido (-)		R\$ 34.934,58	R\$ 34.934,58
Saldo final		R\$ 401.747,65	R\$ 401.747,65
Fluxo de caixa (+)	-R\$ 8.776.210,00	-R\$ 355.873,35	-R\$ 355.873,35
Fluxo de caixa líquido	-R\$ 8.776.210,00	-R\$ 355.873,35	-R\$ 355.873,35

Itens	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Capital Próprio			
Devolução do Capital Próprio	R\$ 877.621,00	R\$ 877.621,00	R\$ 877.621,00
Receita (+)	R\$ 6.480.000,00	R\$ 6.480.000,00	R\$ 7.344.000,00
Custo total de produção(-)	R\$ 4.914.444,00	R\$ 4.914.444,00	R\$ 5.402.239,20
Lucro bruto	R\$ 1.565.556,00	R\$ 1.565.556,00	R\$ 1.941.760,80
Depreciação	R\$ 120.000,00	R\$ 120.000,00	R\$ 120.000,00
Contribuição social (-)	R\$ 144.555,60	R\$ 144.555,60	R\$ 182.176,08
Lucro tributável	R\$ 1.301.000,40	R\$ 1.301.000,40	R\$ 1.639.584,72
Imposto de renda (-)	R\$ 390.300,12	R\$ 390.300,12	R\$ 491.875,42
Lucro líquido	R\$ 910.700,28	R\$ 910.700,28	R\$ 1.147.709,30
Imposto de renda sobre o lucro líquido (-)	R\$ 72.856,02	R\$ 72.856,02	R\$ 91.816,74
Saldo final	R\$ 837.844,26	R\$ 837.844,26	R\$ 1.055.892,56
Fluxo de caixa (+)	R\$ 80.223,26	R\$ 80.223,26	R\$ 298.271,56
Fluxo de caixa líquido	R\$ 80.223,26	R\$ 80.223,26	R\$ 298.271,56

Itens	Ano 6	Ano 7	Ano 8
Capital Próprio			
Devolução do Capital Próprio	R\$ 877.621,00	R\$ 877.621,00	R\$ 877.621,00
Receita (+)	R\$ 8.640.000,00	R\$ 8.640.000,00	R\$ 8.640.000,00
Custo total de produção(-)	R\$ 6.133.932,00	R\$ 6.133.932,00	R\$ 6.133.932,00
Lucro bruto	R\$ 2.506.068,00	R\$ 2.506.068,00	R\$ 2.506.068,00
Depreciação	R\$ 120.000,00	R\$ 120.000,00	R\$ 120.000,00
Contribuição social (-)	R\$ 238.606,80	R\$ 238.606,80	R\$ 238.606,80
Lucro tributável	R\$ 2.147.461,20	R\$ 2.147.461,20	R\$ 2.147.461,20
Imposto de renda (-)	R\$ 644.238,36	R\$ 644.238,36	R\$ 644.238,36
Lucro líquido	R\$ 1.503.222,84	R\$ 1.503.222,84	R\$ 1.503.222,84
Imposto de renda sobre o lucro líquido (-)	R\$ 120.257,83	R\$ 120.257,83	R\$ 120.257,83
Saldo final	R\$ 1.382.965,01	R\$ 1.382.965,01	R\$ 1.382.965,01
Fluxo de caixa (+)	R\$ 625.344,01	R\$ 625.344,01	R\$ 625.344,01
Fluxo de caixa líquido	R\$ 625.344,01	R\$ 625.344,01	R\$ 625.344,01

Itens	Ano 9	Ano 10
Capital Próprio		
Devolução do Capital Próprio	R\$ 877.621,00	R\$ 877.621,00
Receita (+)	R\$ 8.640.000,00	R\$ 8.640.000,00
Custo total de produção(-)	R\$ 6.133.932,00	R\$ 6.133.932,00
Lucro bruto	R\$ 2.506.068,00	R\$ 2.506.068,00
Depreciação	R\$ 120.000,00	R\$ 120.000,00

Contribuição social (-)	R\$ 238.606,80	R\$ 238.606,80
Lucro tributável	R\$ 2.147.461,20	R\$ 2.147.461,20
Imposto de renda (-)	R\$ 644.238,36	R\$ 644.238,36
Lucro líquido	R\$ 1.503.222,84	R\$ 1.503.222,84
Imposto de renda sobre o lucro líquido (-)	R\$ 120.257,83	R\$ 120.257,83
Saldo final	R\$ 1.382.965,01	R\$ 1.382.965,01
Fluxo de caixa (+)	R\$ 625.344,01	R\$ 625.344,01
Fluxo de caixa líquido	R\$ 625.344,01	R\$ 625.344,01
