UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ADRIANO GREIN

FÁBRICA DE PELLETS DE MADEIRA

CURITIBA

2016

ADRIANO GREIN

FÁBRICA DE PELLETS DE MADEIRA

Trabalho apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de Especialista em Economia e Meio Ambiente no curso de Pós-graduação em Economia e Meio Ambiente, Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Dimas Agostinho da Silva
Co-orientadora: Dra. Cymara Regina Oshiro

CURITIBA

2016

RESUMO

A questão energética tem se mostrado como um dos principais limitantes da produção industrial por representar um dos maiores custos de produção. Neste contexto surge a alternativa de utilização de biomassa florestal como fonte de energia. Este trabalho teve como objetivo analisar a viabilidade técnica e financeira da implantação de uma fábrica de pellets de madeira com capacidade de 1.100 toneladas por mês. O projeto considerou a utilização de resíduos florestais e da indústria madeireira para atendimento da fábrica. Avaliou-se a disponibilidade de biomassa, detalhando o processo industrial de produção. Com foco na exportação, foi avaliada a demanda do produto no mercado Europeu. Depois de verificados os aspectos técnicos e econômicos, foi avaliada a viabilidade do projeto. A análise do mercado Europeu mostrou a expectativa de um grande aumento do consumo de pellets de madeira nos próximos anos. A avaliação financeira resultou em um payback simples de 1,52 ano e descontado de 1,64 ano. A Taxa Interna de Retorno foi de 13,84% e o Valor Presente Líquido de R$ 759.340,16, comprovando a viabilidade do projeto.

Palavras-chaves: Indústria madeireira, pellet de madeira, bioenergia

ABSTRACT

The energy issue has proven to be one of the main limiting industrial production to represent one of the largest production costs. In this context there is the alternative of using forest biomass as energy source. This study aimed to analyze the technical and financial feasibility of installing a wood pellet plant with capacity of 1,100 tons per month. The project considered the use of forest residues and wood industry to meet the factory. We evaluated the availability of biomass , detailing the industrial production process. Focusing on export, the product demand in the European market was assessed. After verified the technical and economic aspects, the feasibility of the project was evaluated. The analysis of the European market showed expectations of a large increase in wood pellet consumption in the coming years. The financial evaluation resulted in a simple payback of 1.52 years and discounted of 1.64 years. The internal rate of return was 13.84 % and the Net Present Value of R$ 759,340.16, proving the feasibility of the project.

Key-words: Timber industry, wood pellet, bionergy

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - PELLET DE MADEIRA 13
Figura 2 - ESTOCAGEM DO PELLET.....14
Figura 3 - DIAGRAMA COM SEQUÊNCIA GERAL DE FABRICAÇÃO DE PELLETS 16
Figura 4 - TRANSPORTE DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS 16
Figura 5 - ESTOQUE DE LENHA.....17
Figura 6 - MOINHO PARA MADEIRA ÚMIDA.....17
Figura 7 - SECADOR DO TIPO TAMBOR 18
Figura 8 - MOINHO PARA MADEIRA SECA.....18
Figura 9 - SILO VERTICAL 19
Figura 10 - PELETIZADORA NAZZARENO.....19
Figura 11 - EMBALAGEM EM BIG-BAG 20
Figura 12 - CONSUMO DE PELLETS DE MADEIRA POR CONTINENTE (2010/2015/2020).....22
Figura 13 - PRODUÇÃO DE PELLETS DE MADEIRA POR CONTINENTE (2010/2015/2020).....22
Figura 14 - IMAGEM VIA SATÉLITE DA LOCALIZAÇÃO DA PLANTA 24
Figura 15 - LAYOUT DA PLANTA.....24
Figura 16 – SELOS DE CERTIFICAÇÃO.....26

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO PELLET IMPOSTAS PELA CERTIFICAÇÃO PARA AS TRÊS CLASSES DE QUALIDADE.....27
TABELA 2 - MEMÓRIA DE CÁLCULO DO PAYBACK SIMPLES E DESCONTADO34
TABELA 3 - FLUXO DE CAIXA DO PROJETO (EM REAIS) 35
TABELA 4 - CUSTO DE PRODUÇÃO DO PELLET DE MADEIRA.....36

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 8
2 OBJETIVOS 10
2.1 OBJETIVO GERAL 10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 10
3 MATERIAIS E MÉTODOS 11
3.1 METODOLOGIA 11
3.2 A EMPRESA 12
3.3 A FÁBRICA 12
3.4 O PELLET DE MADEIRA 13
3.5 PROCESSO INDUSTRIAL 15
3.5.1 Recebimento e Preparação da Matéria-prima 16
3.5.2 Moagem (material úmido) 17
3.5.3 Secagem 18
3.5.4 Moagem (material seco) 18
3.5.5 Estocagem 19
3.5.6 Peletização 19
3.5.7 Embalagem 20
3.6 IDENTIDADE ORGANIZACIONAL 20
3.6.1 Missão 20
3.6.2 Visão 20
3.6.3 Valores 21
3.7 ESCOLHA DO PROJETO 21
3.8 DIAGNÓSTICO DE MERCADO 21
3.9 A PLANTA 23

3.10 CERTIFICAÇÃO DO PELLET.....25
3.10.1 Padrões de Qualidade.....25
3.10.2 Características Técnicas.....26
3.11 ANÁLISE FINANCEIRA.....27
3.11.1 Payback.....28
3.11.2 Valor Presente Líquido.....29
3.11.3 Taxa Interna de Retorno.....29
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....30
4.1 ANÁLISE ESTRATÉGICA.....30
4.1.1 Concorrentes.....30
4.1.2 Análise SWOT.....30
4.1.2.1 Pontos Fortes.....31
4.2 RESULTADOS.....33
5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....37
REFERÊNCIAS.....38

1 INTRODUÇÃO

A questão energética tem se mostrado, cada vez mais, como um dos principais fatores limitantes da produção industrial. Por representar um dos maiores custos de produção, a procura por novas alternativas energéticas se intensificou nos últimos anos. Além de questões financeiras, a problemática ambiental tem ganhado força, fazendo com que a busca mundial por fontes renováveis de energia se intensificasse, principalmente a partir da assinatura do Protocolo de Kyoto, onde grandes potências mundiais se comprometeram a encontrar alternativas para geração de energia em substituição ao petróleo.

Grandes alterações nos sistemas de produção foram observadas a partir da Revolução Industrial. Com o crescimento da produtividade houve um expressivo aumento na quantidade de bens e serviços disponibilizados às pessoas. Esta situação fez com que a oferta de energia passasse a ser um limitador do crescimento econômico (ELETROBRAS, 1998).

Os desafios frente às mudanças climáticas e à oferta de energia provocaram estudos que acabaram sugerindo ações corretivas por parte da União Europeia. Em 2007, o Conselho Europeu de Bruxelas estabeleceu algumas metas, conhecidas como Plano de Ações 20/20/20, para que até 2020, a participação de combustíveis renováveis deva ser de 20% do atual consumo europeu, com a obrigatoriedade de que metade desta participação seja via biocombustíveis, e de 20% de redução das emissões de gases causadores do efeito estufa (EUROPEAN COMMISSION, 2006). O que determinou a necessidade de se gerar energia com base em fontes renováveis e de forma economicamente viável, situação observada principalmente pelas indústrias mundiais.

Neste contexto surge a alternativa de utilização de biomassa florestal como fonte sustentável de energia. Comprovadamente, a biomassa florestal apresenta grande potencial energético. Porém, na prática, a geração de energia através da biomassa florestal necessita de grandes volumes de material lenhoso, o que acaba onerando a atividade industrial, principalmente pelos altos valores logísticos, em especial os valores pagos pelo transporte deste combustível.

O pellet de madeira é um combustível sólido, granulado, produzido a partir de serragem de madeira, apresentando um alto poder calorífico quando comparado à biomassa florestal *in natura*. Considerados como fonte de energia renovável, limpa e eficiente, resultando em um combustível sólido a partir de biomassa florestal e de resíduos gerados no processamento da madeira, permitindo uma combustão com pouca fumaça, e liberando menos monóxido e dióxido de carbono do que qualquer combustível fóssil, podendo ter uso industrial ou residencial (CARVALHO, 2011).

A demanda por pellets de madeira vem aumentando a cada ano, cujo mercado apresenta perspectivas de contínua ascensão dos volumes consumidos. O uso como combustível já é comum em aplicações como fornos de padarias, fornos cerâmicos, aquecimento de estufas, oficinas de pintura de veículos, estufas de flores, secagem de grãos, calefação de moradias, aquecimento de água, entre outros.

Devido às condições edafoclimáticas favoráveis e ao volume apreciável de áreas livres para o crescimento de sua agricultura e de florestas plantadas, o Brasil se apresenta no cenário mundial como interessante candidato a liderar a produção mundial de biomassa, além de outros biocombustíveis, como o etanol e o biodiesel.

Como acompanhado historicamente na Europa, nos Estados Unidos e no Canadá, o governo brasileiro deveria apoiar o uso energético de todas as biomassas, para que rapidamente se possa consolidar o mercado de pellets de madeira, com incentivos fiscais de qualquer natureza e linhas subsidiadas de financiamento, específicas para a adoção desses combustíveis.

Segundo a ABIPEL, até 2012, havia no Brasil pouco mais de 12 indústrias que estariam peletizando com os mais variados tipos de biomassa: madeira, bagaço de cana, casca de arroz, casca de coco etc. Os pellets energéticos começam a ser consumidos com mais intensidade, principalmente em pizzarias, academias, hotéis, residências e em pequenas e médias indústrias.

Sente-se que o mercado de pellets de madeira no Brasil vem se movimentando cada vez mais rapidamente, ano a ano, pois empresários locais, e até do exterior passaram a investir neste biocombustível. Dessa forma, as previsões de que o Brasil se tornaria um forte player neste segmento, estão se confirmando. Atualmente, o Brasil dispõe de 19 plantas industriais de produção de pellets a partir de biomassa, porém, muitas delas operando abaixo de sua capacidade (ABIPEL, 2016).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a viabilidade técnica e financeira para implantação de uma Fábrica de Pellets de Madeira com capacidade nominal de 1.100 toneladas/mês

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) Avaliar a disponibilidade de biomassa na empresa para produção de pellets de madeira
b) Detalhar o processo da fabricação de pellets de madeira
c) Avaliar o mercado de pellets de madeira na Europa
d) Verificar os aspectos técnicos e econômicos do fornecimento de matéria prima para a fabricação de pellets
e) Identificar o retorno financeiro do projeto

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 METODOLOGIA

Visando a criação de um trabalho prático e aplicável, foram considerados, durante este estudo de caso, dados reais de uma empresa de base florestal.

Considerando os processos florestais e industriais, identificou-se a disponibilidade de matéria-prima (biomassa florestal) para a produção de pellets. Avaliando o histórico de produção e venda de subprodutos e resíduos florestais e industriais (serragem, cavaco e lenha), onde foram identificados os custos da matéria-prima utilizada no processo, calculados a partir dos valores praticados na venda da biomassa produzida durante a industrialização da madeira.

Depois de definida a capacidade de suprimento de uma planta industrial, se buscou o detalhamento do processo de fabricação do pellet. As informações do funcionamento da fábrica foram obtidos junto à empresas fornecedoras de máquinas e equipamentos para o setor de produção de biocombustíveis. Além do conhecimento das etapas do processo, foi possível conhecer a estimativa de custos relacionados à manutenção mensal da fábrica e embalagem do pellet pronto.

Além das informações inerentes ao processo produtivo, foram identificadas as questões relacionadas ao mercado pretendido, neste caso, o Europeu. Para obtenção de tais dados, foram utilizadas informações de empresas de consultoria especializadas na comercialização internacional de combustíveis.

Conhecidas as questões de capacidade de suprimento, processo produtivo e mercado, foram avaliados os aspectos técnicos e econômicos relacionados ao projeto. Se considerou, para isso, a situação da empresa, metas de médio e longo prazo (definidas no planejamento estratégico), os impactos que podem ser gerados com a implantação da fábrica e os custos relacionados à operação da planta, processamento da lenha, fretes e energia elétrica.

Ao final, e não menos importante, procedeu-se à análise de viabilidade econômica do projeto, calculando-se indicadores essenciais como TIR – Taxa Interna de Retorno, VPL – Valor Presente Líquido, Pay-back simples e descontado.

3.2 A EMPRESA

Foi realizado um estudo de caso em empresa especializada na produção de embalagens de madeira para acondicionamento e transporte de equipamentos elétricos.

Sediada no município de Araquari, Santa Catarina, atua em outros sete municípios da região Norte do Estado, executando ações de implantação, manejo e colheita florestal, com objetivo fornecer matéria-prima às atividades industriais de fabricação de embalagens de madeira.

A empresa possui clientes específicos, pertencentes ao mesmo grupo, localizados principalmente em Jaraguá do Sul/SC, Linhares/ES e Manaus/AM. Visando aumentar a competitividade de seus produtos no mercado, a empresa está sempre em busca de novos conceitos e métodos para aumentar a eficiência de seus processos produtivos.

3.3 A FÁBRICA

O projeto para implantação de uma fábrica de pellets de madeira na empresa teve início no ano de 2014, quando foi observada uma forte queda na demanda por resíduos e subprodutos florestais e industriais madeireiros.

Durante os processos produtivos da empresa são gerados alguns resíduos (serragem) e subprodutos (lenha *in natura*, cavaco), os quais são comercializados na região. Como principal cliente existe o setor têxtil, o qual tem passado por algumas oscilações comerciais, resultando em variação nas vendas.

Com o intuito de evitar oscilações nas vendas e agregar valor aos resíduos/subprodutos, surgiu o projeto para transformação destes em pellets de madeira, cuja demanda está em ascensão em todo o mundo, principalmente em países dos continentes europeu e norte americano.

Depois de identificada a garantia de colocação do produto no mercado europeu, com contratos firmados entre as partes, deu-se à elaboração do projeto para implantação da fábrica.

A fábrica terá capacidade de produção de 1.100 toneladas de pellets por mês, com perspectiva de venda total ao mercado Europeu.

3.4 O PELLET DE MADEIRA

O Pellet de Madeira é classificado como um combustível sólido, granulado, derivado de serragem de madeira previamente seca e submetida à alta pressão, o que fornece ao pellet duas das suas principais características: alta densidade e resistência ao impacto.

Têm-se inúmeras vantagens com o uso dos pellets de madeira para gerar energia calórica, em relação a outros tipos de combustíveis mais conhecidos. O balanço do dióxido produzido na queima da biomassa é igual a zero, devido à sua absorção no processo de fotossíntese (DA SILVA et al, 2012).

Figura 1 - PELLET DE MADEIRA
Fonte: GARCIA, 2016

Outra importante vantagem é o espaço para armazenamento dos pellets em relação a outras biomassas, só perdendo para o carvão vegetal, o diesel e o biodiesel, como mostra a Figura 2.

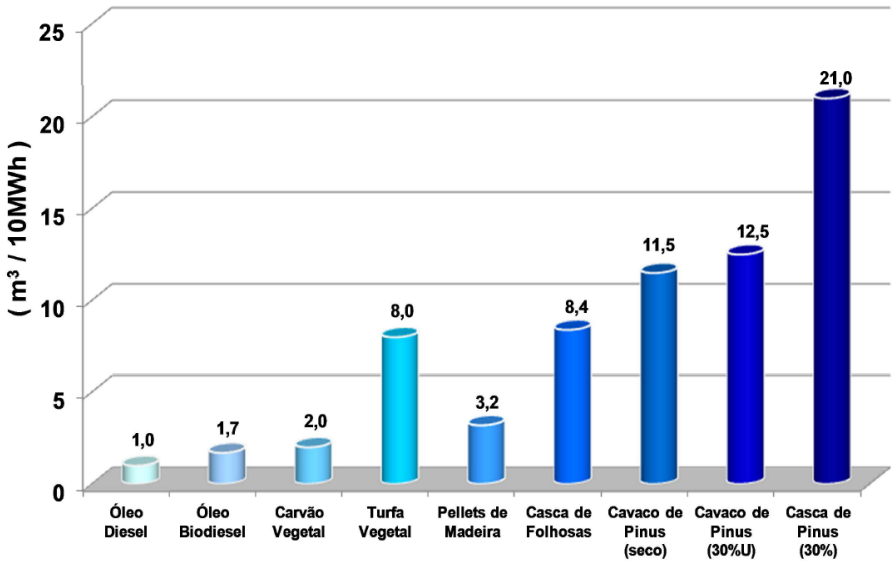

Figura 2 - ESTOCAGEM DO PELLET
Fonte: COSTRUZIONI NAZZARENO, 2015

Para a mesma massa, os pellets de madeira apresentam, aproximadamente, 50% a mais de energia. Consequentemente, ocupam muito menos espaço de armazenamento, além de serem, também, mais seguros, por não apresentarem riscos associados ao gás e aos combustíveis líquidos, como vazamentos e até explosões (PRESTENERGIA, 2016).

De maneira geral, os pellets de madeira apresentam diâmetro de 6 a 8 mm, com comprimento de 10 a 40 mm (PRESTENERGIA, 2016).

A densidade do pellet de boa qualidade varia de 600 a 750 kg/m³, com um conteúdo de água de 5 a 8% do seu peso.

A matéria-prima utilizada na produção do pellet de madeira pode ser oriunda, basicamente, de duas fontes: florestas energéticas ou resíduos do processamento da madeira.

As florestas energéticas são desenvolvidas exclusivamente para a produção de biomassa que será transformada em combustíveis de madeira por meios industriais, entre eles o pellet. Neste caso, a produção de biomassa é calculada nas necessidades da fábrica.

Entretanto, as fábricas de pellets surgem com mais frequência como alternativa para aproveitamento de resíduos de madeira resultantes de outros processos. Neste caso, objetiva-se a agregação de valor econômico aos resíduos/subprodutos de processos industriais, proporcionando maior rentabilidade ao empreendimento já existente.

3.5 PROCESSO INDUSTRIAL

No processo de peletização, a madeira crua é transformada em um produto final homogêneo, com maior densidade energética, menor teor de umidade, com forma cilíndrica e tamanho uniforme, facilitando o seu transporte, manuseio e utilização (COUTO et al, 2004).

Segundo Jenkins (2010), há oito estágios-chave na produção de pellets de madeira: armazenamento (da matéria-prima e dos pellets), limpeza, secagem, moagem, pelletização, resfriamento, peneiração e distribuição.

Na Figura 3 é possível visualizar o esquema resumido do processo produtivo do pellet de madeira.

Figura 3 - DIAGRAMA COM SEQUÊNCIA GERAL DE FABRICAÇÃO DE PELLETS
Fonte: COUTO et al, 2004, p. 50.

3.5.1 Recebimento e Preparação da Matéria-prima

Os resíduos do processo industrial (cavaco e serragem de madeira) são transportados por esteiras de movimentação até a moega de abastecimento da fábrica de pellets.

Figura 4 - TRANSPORTE DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS
Fonte: LIPPEL, 2016

Os resíduos florestais (lenha/galhos) são transportados das florestas até a fábrica onde são estocados em pilhas. Esta estocagem tem por objetivos a garantia de fornecimento à fábrica e auxílio no processo de pré-secagem. Conforme demanda da fábrica, os resíduos são picados e depositados na moega de abastecimento da fábrica.

Figura 5 - ESTOQUE DE LENHA
Fonte: VIMEF, 2016

3.5.2 Moagem (material úmido)

Como forma de facilitar a secagem, todo material passará por uma moagem, visando a diminuição das partículas e, consequentemente, a rápida evaporação da água durante a secagem.

Figura 6 - MOINHO PARA MADEIRA ÚMIDA
Fonte: COSTRUZIONI NAZZARENO, 2015

3.5.3 Secagem

Após a moagem, o material passa pelo secador para retirar a água e diminuir a umidade até o nível de 8 a 12%. A baixa umidade do material durante a peletização acelera e padroniza a fusão da lignina, garantindo resistência aos pellets.

Figura 7 - SECADOR DO TIPO TAMBOR
Fonte: COSTRUZIONI NAZZARENO, 2015

3.5.4 Moagem (material seco)

A moagem do material seco é realizada para garantir a homogeneidade das partículas, sendo esta uma característica fundamental para a correta peletização.

Figura 8 - MOINHO PARA MADEIRA SECA
Fonte: COSTRUZIONI NAZZARENO, 2015

3.5.5 Estocagem

A estocagem é realizada em silos verticais, impedindo a reabsorção de água e garantindo a disponibilidade de matéria-prima para a peletização.

Figura 9 - SILO VERTICAL
Fonte: COSTRUZIONI NAZZARENO, 2015

3.5.6 Peletização

Através de válvulas dosadoras automáticas o material entra na peletizadora, sendo submetido à alta pressão, resultando na fusão da lignina e junção das partículas de madeira.

Figura 10 - PELETIZADORA NAZZARENO
Fonte: COSTRUZIONI NAZZARENO, 2015

3.5.7 Embalagem

Concluída a peletização, os pellets de madeira são embalados automaticamente em big-bags com capacidade para 1.000 kg, por meio do silo dosador. Embalado, o produto é acondicionado no estoque da fábrica até a expedição.

Figura 11 - EMBALAGEM EM BIG-BAG
FONTE: COSTRUZIONI NAZZARENO, 2015

3.6 IDENTIDADE ORGANIZACIONAL

3.6.1 Missão

Produzir pellets de madeira, com certificação de qualidade internacional, para atender o mercado residencial.

3.6.2 Visão

Se tornar, no prazo de 5 anos, uma empresa referência no mercado de pellets de madeira e energia renovável, com reconhecimento nacional e internacional.

3.6.3 Valores

Comprometimento com a qualidade;
Preços justos;
Ética profissional;
Responsabilidade;
Honestidade.

3.7 ESCOLHA DO PROJETO

A empresa, especializada na produção de embalagens de madeira para equipamentos elétricos, após diversas análises de possíveis negócios, optou pela implantação de uma fábrica de pellets de madeira devido à grande disponibilidade de resíduos gerados durante a produção das embalagens.

Atualmente a empresa vem enfrentando grandes dificuldades na comercialização dos resíduos na forma bruta, principalmente pela oscilação do mercado, o qual apresenta grande sazonalidade da demanda.

3.8 DIAGNÓSTICO DE MERCADO

O principal mercado consumidor de pellets de madeira é o residencial em áreas com ocorrência de neve por longos períodos durante o ano. Um exemplo típico disto é o mercado europeu, o qual vem aumentando de forma significativa a demanda por pellets de madeira, como pode ser observado na Figura 12.

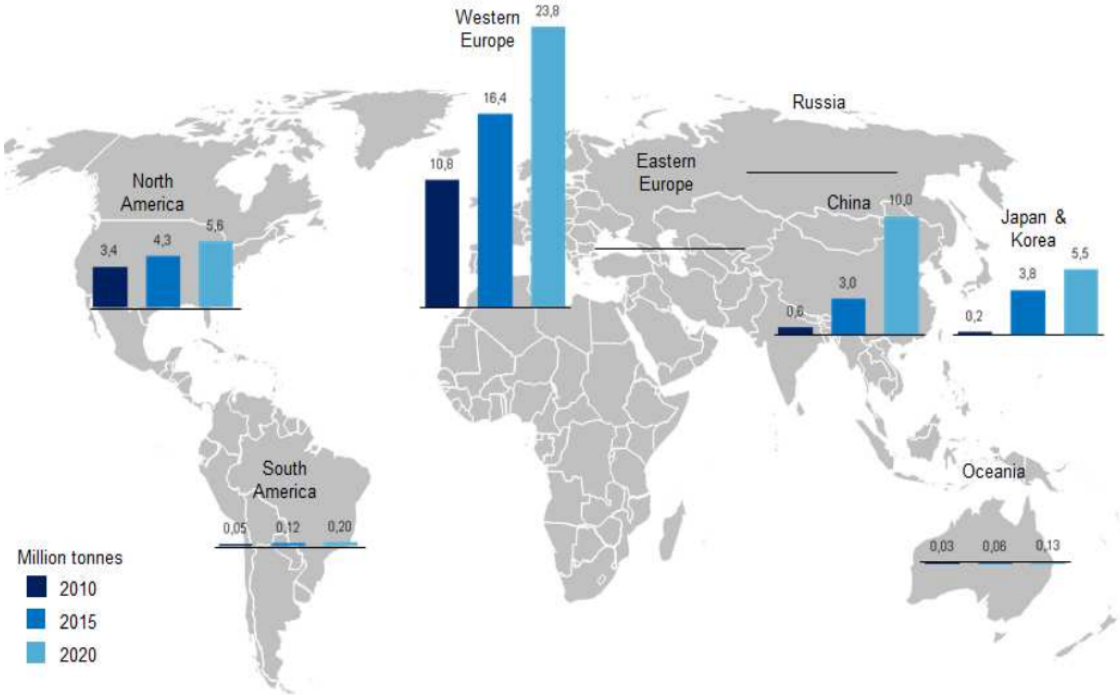

Figura 12 - CONSUMO DE PELLETS DE MADEIRA POR CONTINENTE (2010/2015/2020)
Fonte: AS GRAANUL INVEST. preparado por PÖYRY MANAGEMENT CONSULTING, 2012

A produção de pellets de madeira gera um produto industrializado com grande valor agregado, cuja demanda é forte e crescente no mercado externo e em desenvolvimento do mercado interno (mercado industrial). A produção de pellets por continente pode ser observada na Figura 13.

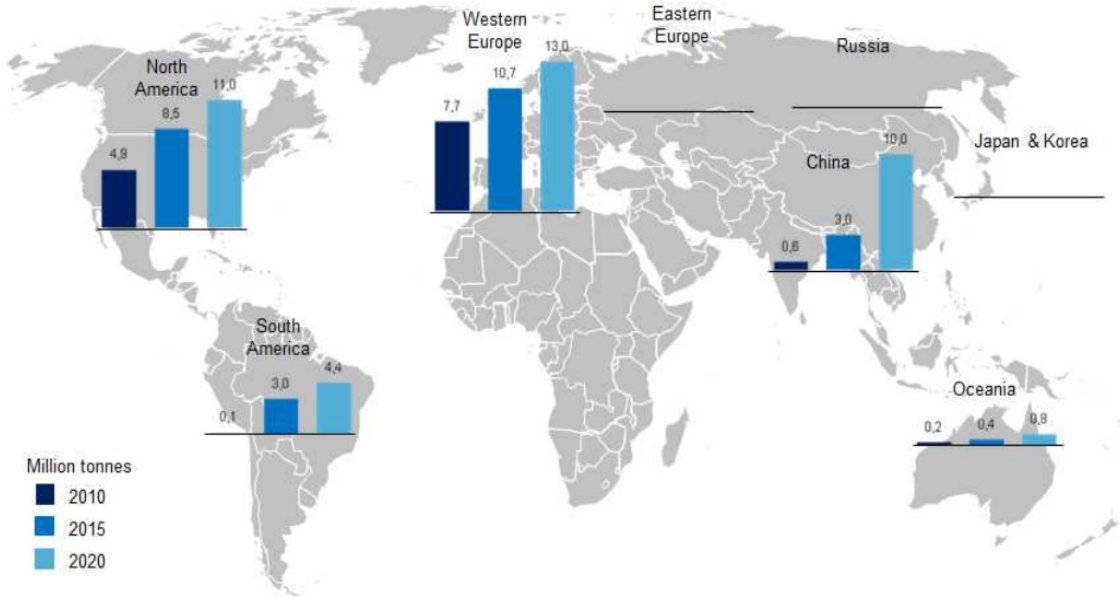

Figura 13 - PRODUÇÃO DE PELLETS DE MADEIRA POR CONTINENTE (2010/2015/2020)
FONTE: AS GRAANUL INVEST. PREPARADO POR PÖYRY MANAGEMENT CONSULTING, 2012

O cenário nacional é motivador, onde já existem grandes movimentos no sentido de desenvolvimento do setor, tanto para produtores quanto para consumidores de pellets de madeira. A seguir são listadas as vantagens ecológicas, econômicas e funcionais do uso do pellet de madeira:

- Trata-se do combustível sólido mais limpo, cuja queima gera uma pequena quantidade de fumaça quando comparado a outros combustíveis. Isto se deve à baixa umidade do pellet, proporcionada pela preparação industrial e compactação (peletização) da matéria-prima.
- Redução da dependência energética dos combustíveis fósseis, principalmente óleo e gás. Estes combustíveis vêm apresentando significativos aumentos de custos, onerando a atividade industrial.
- Preços mais atrativos quando comparados a outros combustíveis, principalmente quando produzido a partir de resíduos de atividades industriais (indústria da madeira), cujo valor é relativamente menor.
- Transporte e armazenamento mais simples devido à grande densidade (mais material combustível por unidade de medida) e ao baixo risco de combustão espontânea.

3.9 A PLANTA

A planta estará localizada as margens da rodovia BR 101/km 73, município de Araquari – SC (Figura 14).

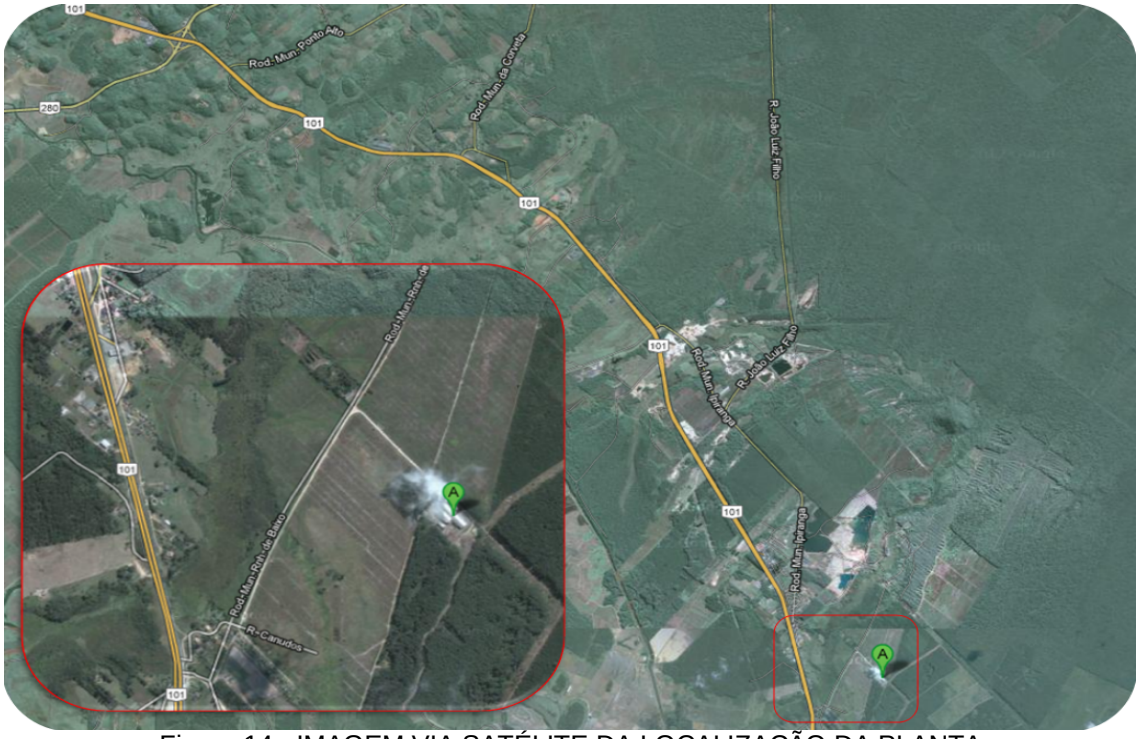

Figura 14 - IMAGEM VIA SATÉLITE DA LOCALIZAÇÃO DA PLANTA
Fonte: Arquivo pessoal

Na Figura 15 é possível ver o layout previsto para a unidade de produção de pellets.

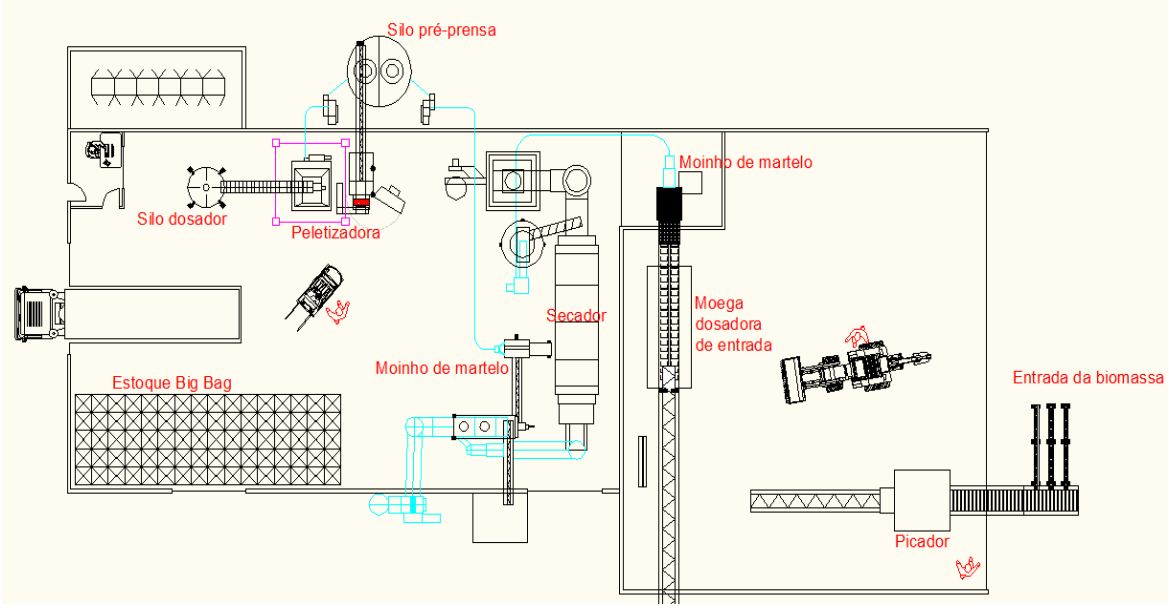

Figura 15 - LAYOUT DA PLANTA
Fonte: Arquivo pessoal

3.10 CERTIFICAÇÃO DO PELLET

As características químicas e físicas são critérios básicos para se avaliar a qualidade dos biocombustíveis. O primeiro grupo inclui critérios como a concentração de certos elementos (N, S, Cl, As, Cd, Cr, Pb, Cu, Hg, Ni, Zn, entre outros), o teor de cinzas e de umidade, e o poder calorífico. As características físicas descrevem os parâmetros visuais e o tipo de processamento (peletização) da biomassa.

A qualidade dos pellets não pode ser definida sem a referência tecnológica do sistema de aquecimento a ser utilizado, porque depende de várias características. A durabilidade dos pellets de madeira e a quantidade de finos presentes são menos importantes quando do seu uso em grandes queimadores, ao passo que, para empregá-los em alguns fornos menores, os pellets devem ser extremamente duráveis de modo que não produzam muito pó (finos) no silo de armazenamento e não causem problemas técnicos nas unidades de alimentação e de combustão (MALISIUS *et al*, 2000).

3.10.1 Padrões de Qualidade

Há algum tempo atrás, na Europa, poucos países possuíam normas especificas para os biocombustíveis sólidos, com exceção da Áustria, Suécia e Alemanha que dispunham de normas internas. A falta de padrões de qualidade resultou em uma série de problemas, principalmente ao consumidores, devido à variação de características dos pellets de país para país.

Sabendo-se dos problemas relacionados à qualidade do produto, em 2010 foi criada a primeira norma europeia de certificação de biocombustíveis sólidos, com uma parte exclusiva para os pellets, a EN14961:2010: Biocombustível Sólido - Especificações e Classes do Combustível, Parte 2 – Pellets de madeira para uso não industrial. Também foi criado o Concelho Europeu de Pellets (EPC – European Pellet Council) com o objetivo de promover a utilização dos pellets e implementar um sistema europeu de certificação de pellets ENplus.

A EN 14961-2:2010 determina especificações e classes de qualidade de pellets de material lenhoso para utilização não industrial e fornece princípios de classificação claros para estes pellets. Esta norma e dividida em três classes, nomeadamente A1, A2 e B, e admite pellets produzidos a partir de povoamentos florestais e outras madeiras virgens, subprodutos e resíduos da indústria madeireira e madeira usada. Nas classes A1 e A2 a matéria-prima pode englobar toda a madeira virgem ou resíduos de madeira sem tratamento-químico, sendo que para a classe A1 essa matéria tem de possuir baixos teores de cinza, azoto e cloro. Por sua vez, a classe B também inclui produtos lenhosos com tratamento químico ou em fim de vida.

O selo ENplus é uma garantia de qualidade e transparência desde a produção dos pellets até a sua entrega ao cliente final. Este modelo de certificação é baseado na norma EN 14961-2, mas não permite a inclusão de produtos lenhosos com tratamento químico ou em fim de vida e introduz o comportamento de fusão de cinzas como um parâmetro de caracterização obrigatório.

Este modelo de certificação também abrange três classes de qualidade, nomeadamente ENplus A1, ENplus A2 e EN B, como se pode observar na Figura 16.

Figura 16 – SELOS DE CERTIFICAÇÃO
Fonte: ENplus Handbook

3.10.2 Características Técnicas

Os pellets devem possuir as características técnicas impostas pela certificação em vigor, de forma a poderem ser comercializados internacionalmente e sem problemas de incompatibilidade na utilização nos equipamentos de combustão.

As suas principais características relacionam-se com a dimensão do produto, a sua densidade, as suas propriedades químicas e os parâmetros mais relevantes durante a sua queima, tais como o poder calorifico, o teor de umidade e o teor de cinzas.

Na Tabela 1 estão demonstradas as principais características do pellet impostas pela certificação para as três classes de qualidade.

TABELA 1 – PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO PELLET IMPOSTAS PELA CERTIFICAÇÃO PARA AS TRÊS CLASSES DE QUALIDADE

		Classe de Qualidade		
		A1	**A2**	**B**
Teor de umidade	%	≤ 10	≤ 10	≤ 10
Teor de cinzas	%	≤ 0,7	≤ 1,5	≤ 3,0
Densidade aparente	Kg/m³	≥ 600	≥ 600	≥ 600
Durabilidade mecânica	%	≥ 97,5	≥ 97,5	≥ 96,5
Poder calorífico	MJ/kg	16,5 a 19	16,3 a 19	16 a 19
Finos	%	≤ 1	≤ 1	≤ 1
Enxofre	%	≤ 0,03	≤ 0,03	≤ 0,04
Azoto	%	≤ 0,3	≤ 0,5	≤ 1
Cloro	%	≤ 0,02	≤ 0,02	≤ 0,03
Arsênio	mg/kg	≤ 1	≤ 1	≤ 1
Cádmio	mg/kg	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5
Cromo	mg/kg	≤ 10	≤ 10	≤ 10
Cobre	mg/kg	≤ 10	≤ 10	≤ 10
Chumbo	mg/kg	≤ 10	≤ 10	≤ 10
Mercúrio	mg/kg	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05
Níquel	mg/kg	≤ 10	≤ 10	≤ 10
Zinco	mg/kg	≤ 100	≤ 100	≤ 100

Fonte: BARROS, 2013

3.11 ANÁLISE FINANCEIRA

Existem vários métodos de avaliação de projetos de investimento de capital e de tomada de decisão de orçamento de capital, os quais são conhecidos, também, por métodos-chave. Os mais difundidos são: Payback, Payback descontado, Valor

Presente líquido, Taxa Interna de Retorno, Índice de Utilidade, Taxa Interna de Retorno Modificada, e Índice de Lucratividade, conhecido, também, como Índice custo / benefício, entre outros.

Cada um desses métodos apresenta vantagens e desvantagens que lhes são inerentes, muito embora a maioria dos acadêmicos seja unânime em aceitar o método do NPV, como sendo o mais confiável (CAVALCANTI et al, 2007).

Na tomada de decisão a maioria das grandes e sofisticadas empresas calculam e levam em consideração os principais métodos-chave, pois cada um proporciona diferentes pedaços de informações relevantes a quem toma tais decisões (BRIGHAM et al, 2001).

Para avaliação financeira deste projeto foram escolhidos três métodos-chave para serem utilizados neste trabalho: Payback, Valor Presente Líquido e Taxa Interna de Retorno.

3.11.1 Payback

O critério do período de Payback seleciona um certo período de corte. Todos os projetos que tiverem períodos de Payback iguais ou inferiores a esse período de corte deverão ser aceitos, e todos que proporcionarem recuperação do investimento com períodos superiores deverão ser rejeitados. Este período é fixado subjetivamente, com base em diversos fatores, incluindo o tipo de projeto e o risco que oferece (GITMAN, 2004).

O Payback oferece um indicador, tanto para o risco quanto para a liquidez de um projeto. Um Payback longo ou extenso significa: 1) que os montantes investidos ficarão retidos por muitos anos, portanto, o projeto tem, relativamente, pouca liquidez; e 2) que os fluxos de caixa do projeto devem ser previstos muito além no futuro, concluindo-se, provavelmente que o projeto é arriscado (BRIGHAM et al, 2001).

3.11.2 Valor Presente Líquido

O Valor Presente Líquido (NPV – Net presente value) é definido como sendo a diferença entre o valor de um projeto e o seu custo. As empresas buscam investir em todos os projetos que possam ter um NPV positivo, e rejeitando aqueles que apresentem NPV negativo (BREALEY et al, 2008).

3.11.3 Taxa Interna de Retorno

Define-se a Taxa Interna de Retorno (IRR – Internal rate of return) como sendo a taxa de desconto que torna o NPV igual à zero (BREALEY et al, 2008).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ANÁLISE ESTRATÉGICA

4.1.1 Concorrentes

No Brasil, o setor produtivo de pellets de madeira ainda está em desenvolvimento. Observam-se iniciativas no setor principalmente no Estado de São Paulo, utilizando como matéria-prima o bagaço de cana-de-açúcar proveniente da indústria sucroalcooleira.

No Estado do Paraná existem duas empresas com capacidade de concorrência, entretanto, apenas uma delas possui um produto similar ao presente (pellet com certificação de qualidade para mercado residencial), atuando apenas no mercado local.

No Estado do Rio Grande do Sul existe uma empresa concorrente, com características similares, produzindo pellets de madeira com certificação de qualidade e atendendo o mercado europeu, porém, com uma pequena escala de produção (200 toneladas/mês), não representando risco a este projeto (1.100 toneladas/mês).

Em nível mundial, os principais produtores de pellets estão localizados na Alemanha, Áustria, Itália e Suécia. Sendo que os dois últimos países importam o produto para complementar a demanda interna.

4.1.2 Análise SWOT

A seguir é apresentada a análise SWOT do projeto, a fim de facilitar a visualização e entendimento das principais características da empresa e do projeto.

4.1.2.1 Pontos Fortes

- Conhecimento da atividade florestal e geração de biomassa;
- Domínio de técnicas de vendas;
- Experiência no setor;
- Reconhecimento pelo mercado;
- Localização privilegiada (sistema portuário).

4.1.2.2 Pontos Fracos

- Falta de mão-de-obra;
- Mão-de-obra existente sem treinamento específico;
- Pouco conhecimento em negócios internacionais;
- Produção inicial não atinge grande escala.

4.1.2.3 Ameaças

- Falta de investimento nacional para utilização de fontes de energia renováveis;
- Resistência dos combustíveis fósseis;
- Necessidade de contratos internacionais que garantam a compra total da produção;
- Falta de conhecimento por parte dos empresários brasileiros, dificultando a comercialização a nível nacional.

4.1.2.4 Oportunidades

- Crescimento da economia brasileira;
- Aumento na demanda por energia;

- Aumento do uso de energias renováveis (conscientização/obrigação);
- Abertura de novos mercados a nível mundial.

4.1.2.5 Fatores críticos de sucesso (S+O)

- Acompanhamento da evolução das políticas públicas relacionadas à produção e utilização de fontes renováveis de energia, nacional e internacionalmente;
- Avaliação constante do mercado de pellets de madeira a fim de identificar novos mercados ou novas oportunidades de negócios;
- Aperfeiçoamento das técnicas de produção e gestão.

4.1.2.6 Vulnerabilidades (W+T)

- Atrasos na produção por falta de mão-de-obra ou mão-de-obra despreparada;
- Falta de aceitação do produto no mercado, por falta de conhecimento de suas vantagens;
- Rescisão contratual de venda do produto ao mercado europeu devido à pequena escala de produção.

4.1.2.7 Plano de ação para vulnerabilidades

- Selecionar mão-de-obra com algum conhecimento em indústria madeireira;
- Qualificar mão-de-obra através de cursos técnicos durante a instalação da fábrica;
- Investimento em marketing, nacional e internacional, apresentando as vantagens (financeiras, logísticas, ambientais, riscos) da utilização do pellet de madeira;

- Estabelecer parcerias com empresários e instituições a fim de desenvolver e fortalecer o mercado nacional e criar uma rede de conhecimento;
- Criar e apresentar aos clientes (que mostrarem interesse) o plano de expansão da planta, conforme planejamento estratégico da RF Reflorestadora Ltda.

4.2 RESULTADOS

A partir das pesquisas realizadas durante este estudo de caso, poucas foram as entidades não governamentais encontradas, que visam a união dos produtores de pellets no Brasil. As entidades de maior representatividade são a Associação Brasileira de Produtores de Pellets de Madeira (ABPPM), fundada em 2008, que, a partir de dezembro de 2010, passou a se chamar Associação Brasileira das Indústrias de Pellets (ABIPEL), a Associação Brasileira das Indústrias de Biomassa e Energia Renovável(ABIB), criada em abril de 2009, por iniciativa de um empresário e consultor, e a Rede Nacional de Biomassa para Energia (RENABIO), tendo como objetivo principal a promoção e o gerenciamento de programas de pesquisa e desenvolvimento tecnológico em energia a partir de biomassa, visando o aperfeiçoamento de processos industriais, a interatividade entre instituições governamentais e setor privado, a pesquisa e o ensino, melhorando a competitividade do setor energético e da indústria.

Considerando a produção média de 1.100 toneladas de pellet por mês, sendo comercializado ao valor de € 140,00/tonelada e cotação do euro a R$ 4,09 para € 1,00, observa-se um faturamento bruto mensal de R$ 629.860,00, totalizando o montante de R$ 7.558.320,00 por ano.

O valor considerado para a venda do pellet, de € 140,00/tonelada, foi obtido através de uma manifestação de interesse de compra total da produção, enviada por uma empresa distribuidora de combustíveis sólidos da Europa. Este valor considera contrato de fornecimento com prazo mínimo de 4 anos e retirada do produto na fábrica.

Na Tabela 2 é apresentada a memória de cálculo do retorno do investimento, tendo como resultado os valores do Payback Simples e Descontado.

TABELA 2 - MEMÓRIA DE CÁLCULO DO PAYBACK SIMPLES E DESCONTADO

PAY-BACK SIMPLES E DESCONTADO	
Disponibilidade de Matéria-prima (Ton/dia)	
Serragem	12,50
Cavaco	24,50
Lenha	67,00
Custo Matéria-prima (R$/ton)	
Serragem (R$/m³)	R$ 5,00
Densidade Serragem (kg/m³)	250,00
Valor Serragem (R$/ton)	R$ 20,00
Cavaco (R$/m³)	R$ 12,00
Densidade Cavaco (kg/m³)	350,00
Valor Cavaco (R$/ton)	R$ 34,29
Lenha (R$/m³) st	R$ 31,20
Densidade Lenha (kg/m³)	600,00
Valor Lenha (R$/ton)	R$ 52,00
Dias de Produção por Mês	25
Custo de Operação (R$/Mês)	
Quantidade de Operadores	13
Tributação (% * Salário)	1,74
Custo Médio por Operador (R$/mês)	R$ 2.328,92
Despesa com Operação (R$/mês)	R$ 30.276,00
Despesa com Frete - Lenha até Fábrica	
Frete Lenha (R$/ton)	R$ 14,00
Frete Lenha (R$/mês)	R$ 22.512,00
Custo de Produção, embalagem e manutenção.	
Custo de Produção Pellet (R$/Ton)	R$ 295,90
Custo com Embalagem (R$/ton)	R$ 16,00
Custo Mensal de Manutenção / Combustível (R$/mês)	R$ 12.000,00
Receitas	
Valor Venda Pellet (€/ton) - na planta	€ 140,00
Cotação Euro	R$ 4,09
Produção por Hora (ton)	2,00
Horas por Dia (h)	22
Produção Diária (ton)	44,00
Dias de Trabalho (dias/mês)	25
Produção Mensal (ton)	1.100,00
Receita Bruta - Venda Pellet (R$/mês) - na planta	R$ 629.860,00
Retorno do Investimento	
Investimento Necessário (R$)	**R$ 6.904.370,00**
Receita Bruta - Venda Pellet (R$/mês)	R$ 629.860,00
Despesa com Operação (R$/mês)	R$ 30.276,00
Despesa com Manutenção (R$/mês)	R$ 12.000,00
Despesa com Biomassa (R$/mês)	R$ 137.800,00
Despesa com Frete (R$/mês)	R$ 22.512,00
Despesa com Energia Elétrica (R$/mês)	R$ 30.000,00
Despesa com Embalagem (R$/mês)	R$ 17.600,00
Receita Líquida - Venda Pellet (R$/mês)	R$ 379.672,00
Depreciação (R$/mês)	R$ 75.304,11
Pay Back Simples (anos)	**1,52**
Pay Back Descontado (anos) - 6% a.a. (via fornecedor)	**1,64**

Fonte: Arquivo próprio

Considerando os custos de despesas envolvidos no processo de produção do pellet, observa-se que o projeto apresenta um *payback* simples de 1,52 anos e *payback* descontado (6% a.a.) de 1,64 anos conforme demonstrado na Tabela 2.

Através da análise dos dados da Tabela 2 podemos identificar que a empresa possui capacidade de atendimento da demanda da fábrica, sendo que os valores de disponibilidade e preço da biomassa foram calculados com base nas informações de venda de resíduos florestais e industriais praticados.

Conforme informado pela empresa fornecedora das máquinas e equipamentos necessários à fábrica, a operação necessita de um total de 13 colaboradores, sendo que os custos relativos foram identificados com base nas médias salariais praticadas na região para os cargos pretendidos.

O cálculo da depreciação das instalações, máquinas e equipamentos foi realizado considerando o prazo de 7 anos para as máquinas e equipamentos e 20 anos para as instalações.

Ao final, a partir da análise financeira do projeto, identifica-se um prazo interessante para retorno do investimento, principalmente diante da situação atual da economia nacional. Para o cálculo do Payback do projeto foi considerada a taxa de juros praticada pelo fornecedor das máquinas e equipamentos, visto que o financiamento será realizado diretamente entre fornecedor e investidor.

TABELA 3 - FLUXO DE CAIXA DO PROJETO (EM REAIS)

Ano	Fluxo de Caixa Descontado	Total em Giro
0	-R$ 6.904.370,00	-R$ 6.904.370,00
1	R$ 4.298.173,58	-R$ 2.606.196,42
2	R$ 4.054.880,74	R$ 1.448.684,33
3	R$ 3.825.359,19	R$ 5.274.043,51
4	R$ 3.608.829,42	R$ 8.882.872,94
5	R$ 3.404.556,06	R$ 12.287.429,00
Taxa de Juros (via fornecedor)		**6% a.a.**
Pay Back Descontado		**1,64 ano**

Fonte: Arquivo próprio

Através da análise do fluxo de caixa do projeto (Tabela 3) observa-se o rápido retorno do investimento, conforme relatado anteriormente.

Com base nas informações financeiras do projeto, obteve-se a Taxa Interna de Retorno de 13,84% e o Valor Presente Líquido do Projeto de R$ 759.340,16, comprovando a viabilidade financeira do projeto.

A fim de identificar os custos envolvidos na produção do pellet de madeira, foi elaborada uma análise de dados, com base nas informações financeiras e técnicas do projeto. Os resultados podem ser observados na Tabela 4.

TABELA 4 - CUSTO DE PRODUÇÃO DO PELLET DE MADEIRA

Custo de Produção (R$/ton) - Com Depreciação	**R$/ton Pellet**	**Participação**
Custo Matéria-prima	R$ 90,86	31%
Custo Secagem Matéria-prima	R$ 13,09	4%
Custo Manutenção	R$ 10,91	4%
Custo Frete	R$ 20,47	7%
Custo M.O.	R$ 27,52	9%
Custo Depreciação	R$ 68,46	23%
Custo Processamento Lenha	R$ 21,32	7%
Custo Energia Elétrica	R$ 27,27	9%
Custo Embalagem	R$ 16,00	5%
Total Custo de Produção (R$/ton Pellet)	**R$ 295,90**	**100%**

Fonte: Arquivo pessoal

A partir da avaliação dos dados da Tabela 4, é possível identificar os maiores custos envolvidos na produção do pellet, bem como a participação de cada item na formação do custo total do produto.

Se observa que os maiores custos estão relacionados à matéria-prima e à depreciação das máquinas, equipamento e instalações. Esta é uma informação de grande importância para a garantia da viabilidade do projeto, principalmente após sua instalação.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Através dos levantamentos e pesquisas realizadas para elaboração deste trabalho, constatou-se que o consumo de pellets a nível mundial está em pleno crescimento, apresentando altos índices de incremento na demanda anualmente.

Considerando a situação da empresa, concluiu-se que esta possui disponibilidade de biomassa florestal para produção de pellets de madeira.

Depois de conhecido e detalhado o processo de fabricação do pellet, é possível afirmar que a empresa possui perfeitas condições para ingressar no negócio.

Com base na avaliação de mercado Europeu de pellets de madeira, se observou que este apresenta grande demanda, atual e projetada, sendo que a oferta não supre a necessidade.

Avaliados os aspectos técnicos e econômicos da fabricação do pellet, concluiu-se que o projeto apresenta viabilidade no curto, médio e longo prazo.

Concluiu-se, ainda, que o projeto possui viabilidade técnica e econômica, apresentando indicadores interessantes, principalmente no que se refere ao prazo para retorno do investimento.

A implantação desta fábrica resultará em um significativo aumento na margem de lucro da empresa, além de contribuir com a melhoria da imagem ambiental da empresa junto à sociedade.

As sugestões para próximos estudos são:

- Verificação da viabilidade da produção de florestas com fins exclusivos para fabricação de pellets (plantio de eucalipto ou de pinus);
- Estudo da mistura de resíduos de origem florestal com outros resíduos agrícolas para a produção de pellets;
- Estudo da utilização de outras matérias-primas para produção de pellets;
- Identificação de outras fontes de resíduos florestais, dentro dos processos produtivos;
- Identificação de novos processos produtivos para a otimização da produção de pellets.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE PELLETS (ABIPEL). Mapa de Pellets no Brasil - 2016. Disponível em <http://www.abipel.com.br/>. Acesso em 17 de abril de 2016.

AS GRAANUL INVEST. Disponível em <http://www.graanulinvest.ee>. Acesso em 12 de fevereiro de 2016.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). VIDAL, André C. F.; HORA, André B.. *Perspectivas do Setor de Biomassa de Madeira para a Geração de Energia*. *Papel e Celulose – BNDES Setorial 33* – 03/2011. Brasília, p. 261-314, 2011.

BARROS, C. S. A. Produção de Pellets para valorização de resíduos provenientes da indústria corticeira. Universidade do Minho – Escola de Engenharia, 2013.

BRASIL BIOMASSA E ENERGIA RENOVÁVEL. Disponível em: http://abibbrasil.wix.com/brasilbiomassa. Acesso em: 05 de fevereiro de 2016.

BREALEY, Richard A.; MYERS Stewart C.; ALLEN, Franklin. Princípios de Finanças Corporativas. 8ª ed., São Paulo: Editora McGraw-Hill, 2008.

BRIGHAM, Eugene F.; GAPENSKI, Louis C.; EHRHARDT, Michael C. Administração Financeira - Teoria e Prática. 1ª ed., São Paulo: Editora Atlas, 2001.

CARVALHO, N. P. R.. Implementação do Plano de Controle, Inspeção e Ensaio na Produção de Pellets de Madeira. Viseu, 2011. 31f. Dissertação. (Mestrado em Tecnologias Ambientais). Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu / Instituto Politécnico de Viseu.

CAVALCANTI, Marly; PLANTULLO, Vicente L.. Análise e Elaboração de Projetos de Investimento de Capital Sob uma Nova Ótica. 1ª ed., Curitiba: Editora Juruá, 2007

COSTRUZIONI NAZZARENO s.r.l. Proposta Comercial, 2015.

COUTO, Laércio; MÜLLER, Marcelo D.; DE SILVA JÚNIOR, Aziz G.; CONDE, Leonardo J. N.. *Produção de Pellets de Madeira – O Caso da Bio-Energy no Espírito Santo. Revista Biomassa & Energia*, Viçosa, Minas Gerais, v. 1, n. 1, p. 45-52, 2004.

DA SILVA, D. A.; RIBEIRO R. M.; SIMETTI, R.; SFEIR, T.. Indústria de Pellet e Perspectivas de Mercado. Artigo Científico publicado em 2012. <http://malinovski.com.br/CongressoFlorestal/Trabalhos/05-Silvicultura/SIL-Artigo-37.pdf>. Acesso em 26 de janeiro de 2016.

ELETROBRAS. Gestão Energética Municipal – subsídios ao combate do desperdício de energia elétrica. Guia Técnico. ELETROBRAS / IBAM. Rio de Janeiro, 1998.

ENplus Handbook, Part 2 - Certification Procedure. Disponível em: http://www.enplus-pellets.eu/wpcontent/uploads/2016/01/ENplusHandbook_part2 _V3.0_CertificationProcedure_PT.pdf. Acesso em: 12 de Abril de 2016.

EUROPEAN COMMISSION – Action Against Climate Change. The European Climate Change Programme, 2006.

FEQUIS, B.; VIRGINIA, M.; RIBEIRO, M.; CRUZ, S.. *Fontes de Energia - uma Evolução Histórica*. Disponível em <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAA2FoAF/fontes-energia-evolucaohistorica#>. Acesso em 02 de setembro de 2015.

GARCIA, D. P. Woodpellets, Dólar e Mercado. Disponível em: http://pelletsdemadeira.blogspot.com.br/. Acesso em: 24 de Janeiro de 2016.

GITMAN, L. J.. Princípios de Administração Financeira. 10ª ed., São Paulo: Editora Pearson, 2004.

LIPPEL. Esteira Transportadora de Correia - Movimentação com Agilidade. Disponível em: http://www.lippel.com.br/br/movimentacao-e-armazenagem-de-biomassa/movimentacao-e-dosagem/esteira-transportadora-de-correia.html#.VwLgnEaGdxo. Acesso em: 24 de Janeiro de 2016.

MALISIUS, U.; JAUSCHNEGG, H.; SCHMIDL, H.; NILSSON, B.; RAPP, S.; STREHLER, A.; HARTMANN, H.; HUBER, R.; WHITFIELD, J.; KESSLER, D., GEIßLHOFER, A.; HAHN, B.. Woodpellets in Europe – State of Art/Technologies/Activities/Markets. Industrial Network on Wood Pellets. Editora UMBERA GmbH, A-3100 St. Poelten, Schiessstattring 25 – 2000.

PELLETS DE MADEIRA. Blog. Sorocaba-SP. Matéria de 18/01/2012. Disponível em: http://pelletsdemadeira.blogspot.com.br/2012/01/estocagem-uma-vantagem-dos-pellets-de.html> Acesso em 31 de janeiro de 2015.

PRESTENERGIA. O Que São Pellets? Disponível em <http://www.prestenergia.com/ficheiros/conteudos/files/pellets%281%29.pdf>. Acesso em 10 de fevereiro de 2016.

REVISTA DA MADEIRA (REMADE). *Energia a Partir de Resíduos Florestais*. Autores: MENDES Lourival M.; RABELO Giovanni F.; TRUGILHO Paulo Fernando; MORI Fábio A. Universidade Federal de Lavras - Departamento de Ciências Florestais. ed. n. 85, novembro de 2004.

VIMEF. Técnicos Ambientais – Execução Operacional. Disponível em: http://vimef.com.br/tecnicos-ambientais-execucao-operacional/. Acesso em: 24 de Janeiro de 2016.