

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FELIPE RIBEIRO SPELTZ

VIABILIDADE ECONÔMICA DE UMA UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BRIQUETES  
COM BIOMASSA DE *Eucalyptus* sp.

CURITIBA  
2016

FELIPE RIBEIRO SPELTZ

VIABILIDADE ECONÔMICA DE UMA UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BRIQUETES  
COM BIOMASSA DE *Eucalyptus* sp.

Trabalho apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Especialista, do curso de Pós Graduação, MBA em Gestão Florestal do Departamento de Economia Rural e Extensão do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. William Tomaz Folmann

CURITIBA

2016

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, especialmente:

Ao meu pai Marcos Geraldo Speltz e minha mãe Paula Louzada Ribeiro pelo apoio incondicional nos meus projetos e sonhos, assim como aos meus irmãos Gabriel Ribeiro Speltz e Ana Paula Speltz por estarem sempre ao meu lado como alicerces.

A toda minha família Louzada/Ribeiro e Speltz, que de alguma forma contribuíram para o meu crescimento como ser humano.

Aos meus professores do Curso de Engenharia Florestal na Universidade Tecnológica Federal do Paraná em Dois Vizinhos pela formação e orientação acadêmica.

Aos professores e tutores do Curso de Pós-Graduação do MBA em Gestão Florestal da Universidade Federal do Paraná, pela oportunidade, ensinamento, acompanhamento e dedicação, em especial meu orientador Dr. William Tomaz Folmann e o coordenador Phd João Carlos Garzel.

A Cooperativa Florestal dos Campos Gerais (COPERGERA) e ao SENAI de Telêmaco Borba através de Coordenadora Adriane Queji, que possibilitaram a realização deste trabalho.

Ao meu eterno amigo Roberto Ribeiro - *in memoriam*, pelos bons momentos e a motivação de ser alguém na vida.

A República Rancho dos Prazeres que me acolheu e apoiou nas maiores e mais distintas decisões da vida.

A Luma Stenger pela paciência, carinho e atenção dispendidos ao meu lado nesta caminhada da vida.

A Deus pela sustentação espiritual, emocional e física na jornada da vida.

*“entre el dicho al hecho hay mucho trecho”*

Autor desconhecido

## RESUMO

No final do século XX, com o alto índice de crescimento demográfico e consequente aumento na demanda por energia, surgiu a necessidade de buscar fontes renováveis e alternativas aos combustíveis fósseis visando mitigar a emissão dos gases de efeito estufa. Recentemente com o aumento do preço da energia elétrica após a última crise hídrica aliado ao compromisso assinado na conferência do clima de Paris - COP 21, o Brasil assumiu o compromisso de diversificar sua matriz energética. Desta forma o presente estudo teve por objetivo o estudo de viabilidade econômica da implantação de uma unidade industrial de produção de briquetes com biomassa de *Eucalyptus* sp. proveniente da base florestal da Cooperativa Florestal dos Campos Gerais (COPERGERA), na região de Telêmaco Borba-PR. Para a viabilidade econômica determinou-se os custos pelo método do centro de custos distribuídos em custos com instalação, administrativo e operacional. As receitas do empreendimento com a venda dos briquetes ao preço de R\$450 por tonelada, e para análise do fluxo de caixa, uma taxa mínima de atratividade de 15%. O investimento com a implantação da unidade, com capacidade de produção nominal de briquetes de 2,5 toneladas por dia, foi de R\$ 1.155.420,00. Já os custos operacionais e administrativos anuais somam R\$ 1.514.254,25 e as receitas do empreendimento com a venda dos briquetes ao ano faturam R\$1.849.885,71. Os indicadores de viabilidade se mostraram positivos e satisfatórios, com VPL de R\$ 784.321,96 e TIR 25,2%. Desta forma, pode-se concluir que a instalação da unidade se mostrou viável economicamente diante do cenário estudado, com o VPL positivo e maior zero e a TIR acima dos 15% da TMA estipulada para o projeto, demonstrando que a produção de briquetes pode ser uma alternativa viável para verticalização da Cooperativa.

**Palavras-Chave:** Poder calorífico. Cooperativa. Cavaco. Fluxo de caixa.

## ABSTRACT

At the end of the 20th century, with a high rate of population growth and a consequent increase in demand for energy, the need arose for the search for renewable and alternative sources of fossil fuels to mitigate the emission of greenhouse gases. Recently, with the increase in the price of electricity after the last water crisis combined with the compromise signed at the Paris - COP 21 climate conference, Brazil undertook to diversify its energy matrix. In this way the present study had the objective of the economic viability study of the implantation of an industrial unit of briquette production with biomass of Eucalyptus sp. From the forest base of the Cooperativa Florestal dos Campos Gerais (COPERGERA), in the region of Telêmaco Borba-PR. For economic viability, costs were determined by the cost center method distributed in installation, administrative and operational costs. The proceeds of the venture with the sale of briquettes at a price of R\$450 per ton, and for analysis of cash flow, a minimum acceptable rate of return (MARR) of 15%. The investment with the implementation of the unit, with a nominal production capacity of 2,5 tons per day, was R\$1.155.420,00. The annual operating and administrative costs amount to R\$1.514.254,25 and the proceeds from the sale of the briquettes to the year are R \$ 1,849,885.71. The feasibility indicators were positive and satisfactory, with net present value (NPV) of R\$784,321.96 and internal rate of return (IRR) of 25,2%. In this way, it can be concluded that the installation of the unit was economically viable in the scenario studied, with NPV positive and higher zero and IRR above 15% of the MAT stipulated for the project, demonstrating that the production of briquettes can be a viable alternative for verticalization of the Cooperative.

**Keywords:** Calorific Power. Co-op. Chips. Cash flow.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>10</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
<b>3 CONCEITOS FUNDAMENTAIS .....</b>	<b>11</b>
3.1 BIOMASSA.....	11
3.2 BRIQUETE .....	12
3.3 IMPORTÂNCIA DO SETOR .....	12
3.4 CARACTERÍSTICAS DO MERCADO.....	13
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>15</b>
4.1 LOCAL DO EMPREENDIMENTO .....	15
4.2 RAIOS DE ATUAÇÃO.....	15
4.3 MÉTODO DE CUSTEIO .....	16
4.4 REGIME DE PRODUÇÃO.....	17
4.5 TAXA MÍNIMA DE ATRATIVIDADE.....	18
4.6 INDICADORES DE VIABILIDADE ECONÔMICA.....	19
4.6.1 Valor presente líquido .....	19
4.6.2 Taxa interna de retorno.....	20
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>21</b>
5.1 CUSTOS E RECEITAS DO EMPREENDIMENTO .....	21
5.1.1 Determinação dos custos .....	21
5.1.2 Determinação das receitas .....	24
5.1.3 Fluxo de caixa.....	24
5.2 INDICADORES DE VIABILIDADE ECONÔMICA.....	25
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>27</b>
<b>7 RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>28</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>29</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O uso da madeira para fins energéticos é uma das práticas mais antigas da humanidade. A utilização da biomassa para geração de energia e calor acompanha toda a história humana desde seus primórdios. Até o final da década de 60, aproximadamente 43% de toda madeira cortada no mundo era utilizada como combustível, de acordo com Brito e Barrichelo (1979).

Desde a maior invenção que ocorreu na revolução industrial na Inglaterra, a máquina a vapor a partir da segunda metade do século XVIII, substituía-se então o uso da energia humana pela motriz. Isso devido a combustão da lenha e do carvão mineral para produção de vapor. O que gerou um enorme impacto sobre a estrutura da sociedade, aliado a uma notável evolução tecnológica e elevação do poder aquisitivo, 92% da energia usada no mundo ocidental era derivada dos combustíveis fósseis como petróleo, carvão mineral e gás natural (SANDER, 2011).

Segundo Brito (2007) o aumento do consumo mundial de energia, oriundo de combustíveis não renováveis, fez com que a humanidade se tornasse dependente de uma fonte da matriz energética de alto custo em função do aumento exponencial da sua demanda em relação à oferta, gerando insegurança e, sobretudo, sendo altamente impactante para o meio ambiente.

Ao longo do século XX o Brasil passou por um intenso desenvolvimento econômico, que refletiu numa crescente demanda de energia primária. Tal crescimento se deve ao expressivo processo de industrialização, pela notável expansão demográfica acompanhada pelo rápido aumento da taxa de urbanização concomitantemente ao aumento do poder aquisitivo da população (TOLMASQUIM; GUERREIRO; GORINI, 2007).

De acordo com Melo *et al.* (2015) na matriz energética brasileira há uma predominância da energia hidrelétrica e a obtenção de um fornecimento de energia estável ao longo das estações do ano tem sido um desafio histórico para decisões de planejamento da operação do setor de energia. Isso devido às flutuações sazonais de amplitude significativa da energia hidrelétrica, com seus reservatórios condicionados as chuvas.

No cenário mundial de produção de energia de biomassa, de acordo



com a Empresa de Pesquisa Energética Brasileira (EPE, 2016) a Europa apresentou um forte crescimento e ultrapassou as Américas, chegando ao ano de 2012 com 176 terawatt hora (TWh). Entre os países ocidentais, o maior crescimento acumulado foi observado no Brasil, com cerca de 350%, saindo de 7,84 TWh em 2000, chegando a 35,2 TWh em 2012. Já entre os países orientais, a China apresentou um crescimento na geração de energia com biomassa de 2,42 TWh para 44,7 TWh, no mesmo período (EPE, 2016).

De acordo com a *Food and Agriculture Organization* (FAO, 2010), o crescimento estimado da população mundial irá atingir aproximadamente 9,5 bilhões de habitantes até 2050, o que demandará aumentar em 70% a produção de alimentos. Com os níveis atuais de produtividade, este acréscimo significaria ocupar adicionalmente com culturas agrícolas cerca de 2,5 bilhões de hectares segundo a Indústria Brasileira da Árvore (IBÁ, 2015).

Concomitante a isso, a partir do aumento da população e do consumo *per capita*, estima-se que a demanda por madeira para uso industrial e geração de energia chegará a 5,2 bilhões de metros cúbicos por ano, um acréscimo de 40% nos próximos 35 anos, o que exigiria o plantio adicional de cerca de 210 milhões de hectares de eucalipto em todo o mundo, considerando os níveis atuais de produtividade (FAO, 2010).

Neste contexto, isto representaria uma enorme disponibilidade de biomassa no Brasil, com um aumento da área plantada de 7,74 milhões de hectares com reflorestamento, com *Eucalyptus* sp. (69,6%) e *Pinus* sp. (23,4%) e demais espécies representando apenas 7% do total (MACHADO, 2014), para 10,8 milhões de hectares, uma expansão de 3,09 milhões de hectares até 2050. Aliada ao crescimento médio nacional de 35 m<sup>3</sup> por hectare ano, do pinus e eucalipto, o incremento anual disponível seria de 378 milhões de metros cúbicos de biomassa (IBA, 2015).

Atualmente o Brasil apresenta em sua matriz energética, cerca de 60% das fontes oriundas de fontes não renováveis (gás natural, óleo e urânio) contra 40% renováveis (hidro 29,1%, etanol 40% e Carvão/lenha 20,5%) frente aos 13,8% da matriz mundial, segundo relatório do Ministério de Minas e Energia (MME, 2015).

Desta forma o uso de briquetes por indústrias pode ser uma alternativa na geração e cogeração de energia a partir de fontes sustentáveis.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

O presente estudo tem como objetivo geral, avaliar a viabilidade econômica de uma planta industrial destinada a produção de briquetes, utilizando biomassa de *Eucalyptus* sp.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar os custos e receitas inerentes ao projeto;
- Estruturar o fluxo de caixa do empreendimento;
- Avaliar os indicadores de viabilidade econômica.

### 3 CONCEITOS FUNDAMENTAIS

#### 3.1 BIOMASSA

De acordo com Sander (2011) a biomassa vegetal é resultado da fotossíntese que tem como processo final carboidrato, portanto biomassa é feita de carbono e hidrogênio. Ao contrário, a combustão é a dissociação deste carboidrato, formando água, dióxido de carbono gerando energia. Desta forma, a combustão devolve à natureza, o carbono retirado durante a fotossíntese.

A sustentabilidade do processo se dá, desde que a queima da biomassa seja associada ao plantio de novas árvores, assim o balanço de carbono se fecha, sendo todo ele liberado para a natureza pela combustão e “sequestrado” novamente pelas árvores no processo da fotossíntese (SANDER, 2011).

Dentre as classificações para biomassa encontradas na literatura por autores como Gentil (2008), Sander (2011), que melhor a descreve é descrita por Vidal e Hora (2009), como:

“Biomassa é todo material orgânico, não fóssil, que tenha conteúdo de energia química no seu interior, o que inclui todas as vegetações aquáticas ou terrestres, árvores, biomassa virgem, lixo orgânico, resíduos de agricultura, esterco de animais e outros tipos de restos industriais.”

Tavares (2013) descreve duas principais subclassificações para biomassa, sendo as tradicionais (não sustentáveis) como a lenha oriunda do extrativismo e as modernas (sustentáveis) a partir de reflorestamentos e sistemas de Integração Lavoura, Pecuária e Floresta (ILPF). O autor ainda subdivide-as em primárias, quando são diretas do reflorestamento e ILPF, e secundárias quando são de resíduos do desdobro ou usinagem da indústria seja do processo químico (biogás, etanol), físico (cavaco, pó de serra).

### 3.2 BRIQUETE

É uma das formas mais refinadas de biomassa sólida oriundas de reflorestamento. Seu processo produtivo se dá através da compactação de qualquer matéria orgânica vegetal, ou biomassa adensada, a pressões de 100 megapascal (Mpa) ou mais, sendo denominado briquete quando tiver um diâmetro maior que 30 mm. De acordo com Gentil (2008), o diâmetro do briquete para queima em caldeiras, fornos e lareiras tem dimensões nominais de 70 mm a 100 mm, com comprimentos variando de 250 mm a 400 mm. As dimensões menores possuem diâmetros variando de 28 mm a 65 mm e são mais indicadas para estufas, fogão de alimentação automática, churrasqueiras.

O briquete poder ser produzido a partir das mais diversas matérias-primas, segundo Protasio *et al.* (2011), como o cavaco, serragem ou maravalha, carvão vegetal, resíduos da colheita florestal, aparas de madeira, rejeitos de resíduos sólidos de podas urbanas. Outra possibilidade de matéria prima para produção de briquete são os de resíduos agrícolas como de mandioca, arroz, amendoim, algodão, bagaço de cana-de-açúcar, entre outros.

Além do briquete apresentar uma densidade maior em comparação à lenha pelo seu processo de compactação, ele acaba reduzindo o espaço necessário para estoque, gera menor teor de cinza e oferece uma queima rápida e uniforme. Seu uso é indicado para fornos e caldeiras, secadores de grãos, cerâmicas, cervejarias, destilarias, hospitais, hotéis/motéis, indústria de balas, indústria de óleo de soja, indústria de celulose e papel, indústria de refrigerantes, laticínios, lavanderias, metalúrgicas, panificadoras, pizzarias, residências e tinturarias (GENTIL, 2008).

### 3.3 IMPORTÂNCIA DO SETOR

De acordo com Sander (2011), a geração de resíduos florestais e agrícolas por meio do cultivo e da exploração, bem como por meio de processos industriais, é um grande problema ambiental, social e econômico. Diante deste cenário, as perspectivas atuais e futuras apontam para o esgotamento das fontes não renováveis e para a necessidade de racionamento de energia. Concomitante a isso, com Protocolo de Quioto e a criação dos

Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL), abriu uma grande oportunidade de negócios no campo da energia da biomassa pelo seu potencial.

Assim, o potencial de ganho ambiental com o uso do briquete, nos mais diversos processos produtivos (GENTIL, 2008), fortalece a necessidade de políticas públicas mais eficazes, na diversificação da matriz energética brasileira com biomassa pelo seu processo sustentável.

### 3.4 CARACTERÍSTICAS DO MERCADO

No Brasil, não existem estatísticas oficiais sobre a produção e venda de briquetes. Devido esta inexistência a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Agroenergia (EMBRAPA) realizou no primeiro semestre de 2012, um levantamento com as informações gerais dos produtores de briquetes e pellets. O levantamento permitiu comprovar que as empresas são relativamente jovens, onde 72% das empresas foram criadas a partir do ano 2000 (EMBRAPA, 2012).

A Associação Brasileira das Indústrias de Biomassa e Energia Renovável (ABIB, 2012) editou um estudo sobre biomassa, pellets e briquetes, e aponta onde estão as principais indústrias do setor em todo o Brasil mostrando que existem em sua totalidade 47 empresas por todo país; onde as maiorias das indústrias estão concentradas nos estados de São Paulo com 17 unidades, Santa Catarina possui oito unidades produtoras e Minas Gerais e Paraná com seis.

Segundo Gentil (2008), sobre a realidade de briquetes de outros resíduos gerados no Brasil, embora o preço de alguns resíduos possa conferir vantagens mercadológicas em relação aos demais, a qualidade pode muitas vezes comprometer a aceitabilidade de alguns produtos como insumo produtivo. De acordo com o autor, existem no mercado briquetes de padrão inferior, no qual muitos deles são feitos com resíduos agrícolas que apesar de terem níveis de energia consideráveis, porém apresenta menor aproveitamento na queima e podem causar problemas nas fornalhas e caldeiras, além de gerar maior volume de fumaça e maior teor de cinzas. Existem ainda briquetes no mercado que em sua fabricação são adicionados agentes químicos que

durante a queima emitem gases poluidores, o que não é indicado para indústria alimentícia.

Os briquetes ofertados pelo mercado, de acordo com Nones (2014), podem ser oriundos da biomassa residual florestal ou agrícolas, dos resíduos de processos mecânicos da madeira, resíduos de podas urbanas e reflorestamentos para produção de biomassa.

De acordo com pesquisa do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI, 2016), existe atualmente no Brasil um mercado consumidor de briquetes potencial com cerca de 50 mil pizzarias, 63 mil panificadoras, 8,4 mil lavanderias, 23 mil academias de natação, 9,5 mil hotéis, 5,5 mil motéis, 6,7 mil hospitais além das cooperativas agrícolas beneficiadoras de grãos, das quais demandam por energia para suas atividades.

No estado do Paraná, segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Biomassa e Energia Renovável (2015) aponta que existem dez empresas produtoras de briquetes sendo duas em Curitiba e as outras distribuídas em Londrina, Jaguariaíva, Curiúva, Arapongas, Capitão Leônidas Marques, União da Vitória, Bituruna e Ponta Grossa.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 LOCAL DO EMPREENDIMENTO

O local do empreendimento será no mesmo município da sede administrativa da Cooperativa, em Imbaú no Paraná, pela proximidade e posição estratégica. Sua localização será as margens da BR 376 no km 396, como pode ser observado na FIGURA 1.



FIGURA 1: Localização do empreendimento no município do Imbaú, no estado do Paraná.  
FONTE: Adaptado do Google Maps (2016).

Localizada no centro das unidades de manejo da cooperativa, possui raio médio de distância entre as propriedades com a matéria prima (reflorestamento) e a unidade produtiva de aproximadamente 60 km, o que minimiza o custo com frete da madeira. Além disso, a região encontra-se uma grande área com reflorestamento por estar próxima a grandes empresas dos ramos celulose e papel, molduras, chapas e laminados, dormentes e aglomerados.

### 4.2 RAIÃO DE ATUAÇÃO

O raio de atuação máximo da Cooperativa é de 350 km, definido pelo ponto de venda mais distante, que está o porto de Paranaguá da unidade produtiva de briquetes no município de Imbaú-PR. Assim encontram-se

registradas até 2014, segundo dados da Organização das Cooperativas do Paraná (OCEPAR, 2015), 74 cooperativas agropecuárias em todo o estado do Paraná, além de grandes centros consumidores como Ponta Grossa (100 km), Londrina (170 km), Curitiba (200 km), Maringá (210 km), Guarapuava (240 km), Campo Mourão (270 km), Porto de Paranaguá (350 km).

#### 4.3 MÉTODO DE CUSTEIO

Segundo Martins (2003) a definição de custo é qualquer gasto relativo à produção de um bem, serviço ou aquisição, mão de obra, produção de itens, a matéria prima e gastos gerais de fabricação. Também podem ser considerados custos como manutenção e limpeza, depreciação de máquinas e equipamentos, energia elétrica.

Dentro da contabilidade de financeira, existem vários métodos de análises de custos ou de custeio, dentre os principais, destacam-se o custeio por absorção, custo padrão, custeio baseado em atividades e centros de custos (OIAGEN *et al.*, 2008). Este último é centrado na subdivisão da empresa em centros de custos que permite avaliar processos e atividades dentro do ciclo de produção, os quais também podem ser denominados de departamentos produtivos. Para o presente trabalho foi escolhido o método do centro de custos pela sua ampla utilização no Brasil e pela facilidade de aplicação, o que favorece a análise dos dados.

Por outro lado as receitas, segundo Martins (2003), acontecem quando ocorre a transferência de bens ou serviços a terceiros. Desta forma as receitas anuais do projeto, foram determinadas pela quantidade de briquetes produzidos anualmente, dado o valor de mercado local de R\$ 450,00 a tonelada (SENAI, 2016).

Para o levantamento do custo de oportunidade da terra, de acordo com Folmann (2011), o método utilizado foi considerar os juros sobre o capital investido, o qual se emprega uma taxa de desconto de 4% ao ano, sobre o valor total da terra necessário para instalação da unidade (REZENDE; OLIVEIRA, 2008).

Quanto ao levantamento dos custos diretos e indiretos (MARTINS, 2003), estes estão relacionados entre o custo e o produto feito, sendo os



diretos fáceis, objetivo e diretamente apropriáveis ao produto feito. Já os indiretos, precisam de métodos especiais para sua alocação, tais como bases de rateio e estimativas. Foram alocados nos custos diretos, na análise, investimento com o maquinário, escritório, móveis e eletrônicos, o barracão industrial, matéria prima, energia, mão de obra e o custo da terra.

Os demais custos tidos como indiretos, pela sua dificuldade de alocação, não oferecem condição de uma medição objetiva e qualquer tentativa de alocação pode ser feita de maneira estimativa e arbitrária, sendo considerado indireto o aluguel, supervisão, gerência e *marketing* (MARTINS, 2003).

Em função do método de custeio, não foi levado em consideração a depreciação da unidade e do maquinário, escritório e eletrônicos, mas foi considerada a taxa de depreciação como referência para determinação da vida útil de cada componente sendo 20% para os eletrônicos, 10% para os móveis e também a vida útil das instalações e maquinário 5%, sendo considerado o valor residual zero, sucateado ao final do período.

Na determinação dos custos e receitas não foi considerado a carga tributária em função do alto grau de complexidade no seu emprego no âmbito de uma cooperativa. Os demais valores inerentes ao projeto foram obtidos por meio do banco de dados secundário, fornecido pelo SENAI de Telêmaco Borba, a serviço da COPERGERA.

#### 4.4 REGIME DE PRODUÇÃO

O regime de produção foi de acordo com o estabelecido pela empresa, respeitando os acordos sindicais e a Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), com um turno de 8 horas de segunda a sexta e aos sábados com 4 horas de trabalho. Totalizando assim 44 horas semanais, 176 horas mensais e 2.112 horas anuais. E os valores de salários dos operadores e líderes de produção, o piso salarial do estado do Paraná.

A produção nominal da unidade dimensionada foi de 2,5 toneladas por hora, contudo foi levada em consideração uma capacidade de eficiência produtiva real de 80%, ou duas toneladas por hora, em função da curva de aprendizagem da mão de obra contratada, de possíveis paradas para manutenção e deficiências no processo.

Em função das perdas entre a pesagem na entrada da madeira no pátio com umidade elevada, a eficiência do processo produtivo, a secagem do cavaco para a produção de uma tonelada de briquetes, necessita-se de duas toneladas de biomassa. Porém com a eficiência média ao longo do projeto de 80%, sendo a inicial de 70%, a produtividade real mensal será de 308 toneladas, anual de 3.696 toneladas até segundo ano. Do terceiro ano ao quinto, com o aumento estimado da eficiência para 75%, a produção anual passará para 3.960 toneladas, chegando a 4.224 toneladas anuais do sexto ano em diante, com 83% de eficiência. Como observado na TABELA 1.

Ano	Produção de briquetes (ton/ano)	Eficiência (%)	Consumo de madeira (ton/ano)
0	3.696	0,70	7.392
1	3.696	0,70	7.392
2	3.696	0,70	7.392
3	3.960	0,75	7.920
4	3.960	0,75	7.920
5	3.960	0,75	7.920
06 - 20	4.224	0,83	8.448

TABELA 1: CONSUMO DE MATÉRIA PRIMA.  
FONTE: O AUTOR (2016).

Nota-se que a variação da melhoria da eficiência operacional é progressiva, resultando uma média operacional de 80% em todo o ciclo produtivo. Isso pode ser atribuído a curva de aprendizagem, embasada nas paradas de manutenção e seu tempo ocioso, possíveis perdas no processo produtivo e eficiência da mão de obra contratada (SILVA *et al.*, 2006).

#### 4.5 TAXA MÍNIMA DE ATRATIVIDADE

A taxa de juros é composta por três fatores: risco, rentabilidade e liquidez. Segundo Kassai, *et al.* (2000), a TMA é uma taxa de juros que representa o mínimo que um investidor se propõe a ganhar quando faz um investimento. Ela depende das alternativas a disposição que o investidor encontra naquele determinando momento (REZENDE; OLIVEIRA, 2008).

Para o presente trabalho, a TMA utilizada foi de 15% ao ano, definida pelo plano de investimento da empresa, semelhante à taxa empregada por

SILVA *et al.* (2006), no estudo de viabilidade de uma unidade de produção de briquetes no estado de São Paulo.

#### 4.6 INDICADORES DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Para o estudo de viabilidade econômica, os indicadores determinísticos selecionados são aqueles tradicionais na análise de projetos, segundo Figueira *et al.* (2015), Tavares (2013) e Silva *et al.* (2005) sendo: Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR), levando em consideração o horizonte de planejamento de 20 anos, e estão descritos a seguir.

##### 4.6.1 Valor presente líquido

De acordo com Kassai *et al.* (2000) Figueira *et al.* (2015) o critério econômico mais utilizado para medir eficiência econômica de investimentos florestais, é o VPL. De acordo com Silva *et al.* (2005), relata que o VPL é a diferença do valor presente das receitas menos o valor presente dos custos, ou seja, é o desconto do fluxo de caixa para o início de um período de investimento.

$$VPL = \sum_{j=0}^n R_j (1 + i)^{-j} - \sum_{j=0}^n C_j (1 + i)^{-j}$$

Em que:

R<sub>j</sub> = Receitas do período de tempo j considerado;

C<sub>j</sub> = Custos do período de tempo j considerado;

i = taxa de juros;

n = horizonte de planejamento;

j = período em que a receita ou o custo ocorrem;

Quando o investimento apresentar o VPL maior do que zero, significa que ele é economicamente viável, sendo considerado mais viável o cenário que apresentar o maior VPL.

#### 4.6.2 Taxa interna de retorno

Ela representa o retorno, em percentual, do investimento e indica a sua margem de risco, pois é a distância existente entre ela e a TMA que indica o projeto que mostra maior ou menor viabilidade de empreendimento. Sua forma expressa pode ser observada na equação demonstrada por Silva *et al.* (2005).

$$TIR = \sum_{j=0}^n R_j (1 + i)^{-j} = \sum_{j=0}^n C_j (1 + i)^{-j}$$

Em que:

R<sub>j</sub> = Receitas do período de tempo j considerado;

C<sub>j</sub> = Custos do período de tempo j considerado;

i = taxa de juros;

n = duração do projeto em anos ou em número de períodos de tempo;

j = período em que a receita ou o custo ocorrem;

A TIR é uma taxa de desconto do investimento que anula o VPL do fluxo de caixa. Desta forma os projetos que apresentem a TIR superior à Taxa Mínima de Atratividade são aceitos (REZENDE; OLIVEIRA, 2008).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e a sua discussão estão apresentados a partir do levantamento dos custos inerentes ao projeto com a instalação da unidade e as despesas com sua produção, as receitas obtidas com a venda dos briquetes e a formação do fluxo de caixa para análise dos indicadores de viabilidade econômica.

### 5.1 CUSTOS E RECEITAS DO EMPREENDIMENTO

Na quantificação dos valores dos custos com barracão, preço da tonelada do briquete, foi considerada como referência a base dados do projeto desenvolvido pelo SENAI, a pedido da COPERGERA.

#### 5.1.1 Determinação dos custos

Para análise econômica do projeto, levantou-se os custos totais necessários para a implantação de uma unidade completa de processamento de madeira de *Eucalyptus* sp. para a produção de 4.224 toneladas anuais de briquetes. Desta forma determinou-se desde os custos com o preparo do local do empreendimento e seus quesitos legais até a fabricação e empacotamento do briquete e seus meios necessários. Como demonstrado na TABELA 2.

ITENS DA INSTALAÇÃO (A)		PREÇO (R\$)	SUB TOTAL (R\$)
<b>Maquinário (192 kwh)</b>			
Esteira	1	20.000,00	
Picador de Madeira	1	205.000,00	
Silo seco	1	13.500,00	
Secador de tambor	1	129.270,00	
Alimentador redler	1	22.800,00	827.940,00
Uma fornalha 2x2 secador de cilindro	1	17.350,00	
Briquetadeira n/95 ou nac 100 m	1	385.020,00	
Extrusora de pistão mecânico	1	40.000,00	
Quadro de comando	1	15.000,00	
<b>Operação interna</b>			
Trator 90 cv com Pá carregadeira e grua	1	50.000,00	50.000,00
<b>Equipamentos Escritório</b>			
Móveis	1	5.000,00	12.000,00
Informática	1	7.000,00	
<b>Infraestrutura</b>			
Escritório	100m <sup>2</sup>	30.000,00	
Barracão com instalação elétrica e hidráulica	1.200 m <sup>2</sup>	180.000,00	230.000,00
Terraplanagem e cerca	10.000 m <sup>2</sup>	20.000,00	
<b>Administrativos (projeto)</b>			
Contador		7.780,00	35.480,00
Topográfico e licenças		27.700,00	
<b>TOTAL (A)</b>			<b>1.155.420,00</b>

TABELA 2: CUSTOS PARA A INSTALAÇÃO DA UNIDADE INDUSTRIAL DE BRIQUETES.  
 FONTE: ADAPTADO DO SENAI, (2016).

Os custos do investimento inicial com maquinário de R\$827.940 contemplando o processo de entrada de madeira de cavaco úmido com uma esteira alimentadora do picador, silo seco, secador tambor e o alimentador redler da briquetadeira. Para a movimentação do cavaco dentro do pátio foi cotado um trator usado de 90 cv, com pá carregadeira e grua no valor de R\$50.000. Para o escritório R\$30.000, e móveis e eletrônicos R\$12.000, a terraplanagem com cerca no terreno R\$20.000, e o barracão industrial de 1.200 m<sup>2</sup> com instalação elétrica e hidráulica R\$180.000 (SENAI, 2016).

Para o funcionamento da fábrica, existem também os custos operacionais, fundamentais para todo o funcionamento da unidade fabril, desde o consumo da matéria prima, ao empacotamento do briquete incluindo seus gastos com administração. E estes, estão descritos na TABELA 3, com seu custo total e por tonelada produzida:

ITEM	R\$/ano	R\$/tonelada/ano
<b>Custos Operacionais (B)</b>		
Eventuais	14.119,68	3,34
Mão de obra operacional (Grupo III)	117.495,84	27,82
Matéria prima	694.025,00	164,31
Energia (consumo total no ano com maquinário)	162.201,60	38,40
Custo operacional do maquinário	158.400,00	37,50
Custo de embalagem	46.750,00	11,07
Custo de pesagem	5.000,00	1,18
Despesas comerciais (2% de 50% das vendas)	228.096,00	54,00
<b>Sub-total</b>	<b>R\$ 1.426.088,12</b>	<b>R\$ 337,62</b>
<b>Custos Administrativos (C)</b>		
Custos administrativos	28.239,37	6,69
Mão de Obra administrativa (Grupo I)	28.326,76	6,71
Manutenção/Limpeza	18.000,00	4,26
Material de escritório	7.200,00	1,42
Impostos (ITR, Alvará, Licenças)	6.400,00	1,52
<b>Sub-total</b>	<b>R\$ 88.166,13</b>	<b>R\$ 20,87</b>
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 1.514.254,25</b>	<b>R\$ 358,49</b>

TABELA 3: CUSTOS VARIÁVEIS PARA A PRODUÇÃO DE BRIQUETES.  
 FONTE: ADAPTADO DE SENAI (2016).

Desta forma, o custo do cenário estudado com a instalação total do empreendimento mensurado foi R\$1.155.420,00. Já os custos operacionais diretos e indiretos para a produção dos briquetes foram de R\$1.426.088,12 contabilizados anualmente no fluxo de caixa. E por último, os custos administrativos totalizaram um montante de R\$88.166,13 ao ano, como demonstrado na TABELA 4.

OPERAÇÃO	SUB TOTAL	R\$/TON
(A) Instalação	R\$ 1.155.420,00	R\$ 273,54
(B) Operacional	R\$ 1.426.088,12	R\$ 337,62
(C) Administrativos	R\$ 88.166,13	R\$ 20,87
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 2.669.674,25</b>	<b>R\$ 632,03</b>

TABELA 4: CUSTOS COM CADA DEPARTAMENTO DA UNIDADE  
 FONTE: O AUTOR (2016).

Nota-se que o custo por tonelada produzida no primeiro ano será de R\$632,03 por contemplar o total do investimento inicial em toda a estrutura necessária juntamente com os custos operacionais. Após o ano zero esse custo será diluído, até atingir R\$358,49 por tonelada.

### 5.1.2 Determinação das receitas

As receitas do empreendimento serão oriundas da comercialização da produção dos briquetes ao longo do ano, levando em consideração a venda total do estoque produzido ao preço de mercado de R\$450,00 (SENAI, 2016) por tonelada livre de impostos, de acordo com a TABELA 5.

Ano	Produção ton/mês	Eficiência (%)	Receitas anuais (R\$)
0	308	70	1.663.200,00
1	308	70	1.663.200,00
2	308	70	1.663.200,00
3	330	75	1.782.000,00
4	330	75	1.782.000,00
5	330	75	1.782.000,00
6-20	352	83	1.900.800,00

TABELA 5: FLUXO DE CAIXA DA UNIDADE DE PRODUÇÃO DE BRIQUETES.  
FONTE: O AUTOR, 2016.

Desta forma nota-se que a receita anual, sofre influência da eficiência operacional de 70% no início será de R\$1.663.200,00. Conforme a eficiência operacional melhora ao longo do projeto, através dos treinamentos da mão de obra e melhoria nos processos produtivos, a receita varia para R\$1.782.000,00 atingindo R\$1.900.800,00 do sexto ano em diante, quando a eficiência operacional atingir o patamar de 83%.

### 5.1.3 Fluxo de caixa

O fluxo de caixa é caracterizado pela sua estrutura formada de entrada e saída de dados financeiros como custos dispendidos para a instalação e o funcionamento da unidade e suas receitas obtidas com a venda do produto, assim têm-se seu fluxo ao longo do horizonte de planejamento (FOLMANN, 2011).

De certa maneira, o fluxo de caixa é uma ferramenta da gestão financeira, projetando para os períodos futuros todas as entradas e as saídas de recursos financeiros da empresa, demonstrando como será o saldo de caixa para o período projetado (SEBRAE, 2011), como demonstrando o fluxo da unidade na TABELA 6.



Ano	Produção (ton/mês)	Custos (R\$)	Receitas (R\$)
0	308	2.669.674,25	1.663.200,00
1	308	1.519.054,25	1.663.200,00
2	308	1.519.054,25	1.663.200,00
3	330	1.519.054,25	1.782.000,00
4	330	1.519.054,25	1.782.000,00
5	330	1.526.054,25	1.782.000,00
6	352	1.519.054,25	1.900.800,00
7	352	1.519.054,25	1.900.800,00
8	352	1.519.054,25	1.900.800,00
9	352	1.519.054,25	1.900.800,00
10	352	1.531.054,25	1.900.800,00
11	352	1.519.054,25	1.900.800,00
12	352	1.519.054,25	1.900.800,00
13	352	1.519.054,25	1.900.800,00
14	352	1.519.054,25	1.900.800,00
15	352	1.526.054,25	1.900.800,00
16	352	1.519.054,25	1.900.800,00
17	352	1.519.054,25	1.900.800,00
18	352	1.519.054,25	1.900.800,00
19	352	1.519.054,25	1.900.800,00
20	352	1.519.054,25	1.900.800,00

TABELA 6: FLUXO DE CAIXA DA UNIDADE AO LONGO DO HORIZONTE DE PLANEJAMENTO  
 FONTE: O AUTOR (2016).

Nota-se que a diminuição dos custos aconteceu ao longo dos primeiros anos, uma vez que no primeiro ano ocorreram os gastos com a instalação da unidade. Contudo as receitas vão aumentando com os passar dos anos, pela melhoria na eficiência operacional elucidada pela curva de aprendizagem.

## 5.2 INDICADORES DE VIABILIDADE ECONÔMICA

De acordo com o fluxo de caixa (TABELA 6) do empreendimento, sem considerar os impostos, foram analisados os indicadores econômicos para uma Taxa Mínima de Atratividade de 15%, os quais se mostram positivos e satisfatórios para a instalação da unidade, e estão descritos na TABELA 7.

INDICADORES	RESULTADOS
Valor Presente Líquido (VPL)	R\$ 784.321,96
Taxa Interna de Retorno (TIR)	25,2%

TABELA 7: INDICADORES ECONÔMICOS DE VIABILIDADE.  
 FONTE: O AUTOR (2016).

O VPL da análise foi de R\$784.321,96, o que embasa positivamente a viabilidade da unidade em questão. Em estudo, Silva *et al.* (2006) analisou a viabilidade de uma unidade de produção de briquetes para fins energéticos no estado de São Paulo e obteve indicadores que não se mostraram viáveis com o VPL negativo. Atribuindo assim as altas cargas tributárias como fator limitante ao seu case, apontando também como uma alternativa a redução dos custos fixos e variáveis, como de matéria prima. Já Figueira *et al.* (2015), encontrou também o valor do VPL satisfatório na viabilidade da unidade analisada.

Quanto a TIR, ela apresentou uma taxa de retorno de 25,2% superior a TMA estipulada para o projeto de 15%. O que reforça que a viabilidade para a instalação da unidade se mostrou positiva. Figueira *et al.* (2015), em pesquisa sobre a viabilidade da produção de briquetes, também encontrou uma TIR 11,7% superior ao TMA de 10%, mostrando-se viável a produção de briquetes com resíduos agrícolas. Em contra partida Silva *et al.* (2006), que analisou a viabilidade da produção de briquetes com resíduos de serraria, obteve uma TIR de 13,1% abaixo da TMA de 15%, não sendo viável seu projeto.

De acordo com Martins (2003), o comportamento do VPL é baseado na TMA estipulada para o projeto, sendo inversamente proporcional, quanto maior a taxa de desconto menor o VPL, como apresentado na FIGURA 2.

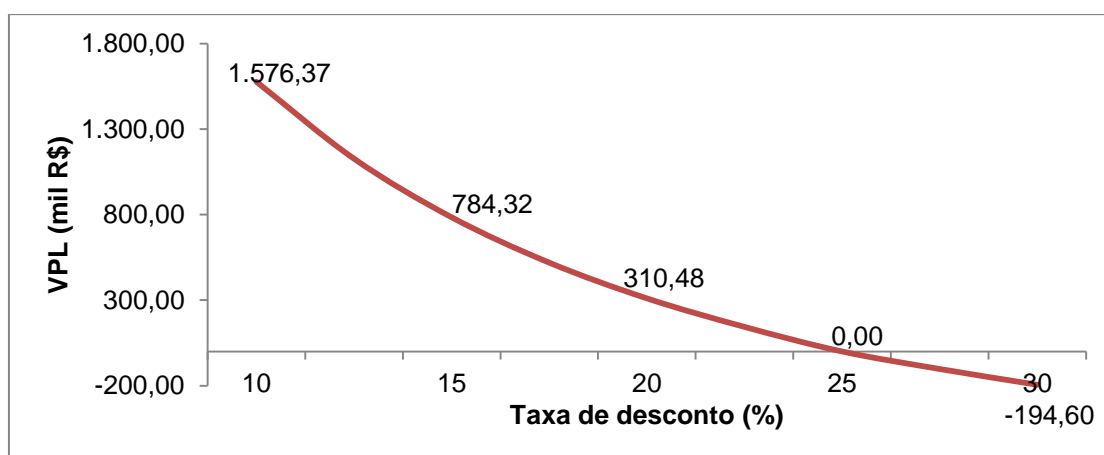


FIGURA 2: GRÁFICO COM O COMPORTAMENTO DO VPL EM FUNÇÃO DA TMA.  
FONTE: O AUTOR (2016).

Na análise do VPL em função da TMA, quando ela se iguala à TIR o VPL é zero, o que significa que o retorno esperado é igual a alternativa de investimento (MARTINS, 2003).

## 6 CONCLUSÕES

Diante do cenário estudado, a planta industrial destinada à produção de briquetes, com custo inicial de R\$2.699.674,25 no primeiro ano e operacional de R\$1.519.054,25 a partir do segundo ano, aliado a receita anual média com a venda dos briquetes de R\$1.849.885,71 mostrou-se viável, segundo os indicadores econômicos:

O VPL se mostrou positivo maior que zero (R\$784.321,96), indicando que o projeto é viável para os custos e receitas do fluxo de caixa ao longo do horizonte de planejamento de 20 anos, mesmo descontando o custo de capital, ou seja, a TMA.

Da mesma forma, a TIR (25,2%) foi satisfatória, mostrando-se superior a TMA (15%), indicando a viabilidade do projeto frente às alternativas de investimento da cooperativa, representando percentualmente a taxa de retorno do capital aplicado.

## 7 RECOMENDAÇÕES

A instalação de uma planta industrial para produção de briquetes é bastante complexa, precisando de um aporte inicial de capital investido elevado. Com a receita da venda de briquetes, os custos iniciais com instalação e matérias e tendem reduzi ao longo do horizonte e as receitas tendem a se aumentar com a melhoria da produtividade ao longo do ciclo, atrelada a curva de aprendizagem da mão de obra disponível.

Desta forma o processo de verticalização da cooperativa com a produção de briquetes de biomassa de *Eucalyptus* sp., se mostrou viável do ponto de vista econômico, mesmo com o cenário da compra madeira do mercado frente as unidades que utilizam resíduos, sendo indicada uma análise tributária aprofundada.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE BIOMASSA E ENERGIA RENOVÁVEL (ABIB). **Atlas brasileiro biomassa florestal, industrial e agroindustrial.** Curitiba-PR. Disponível em: <http://www.brasilbiomassa.com.br/images/stories/conteudo/biomassa.pdf>. Acesso em 14 de Julho de 2016.

BRITO, J. O. B.; BARRICHELO, L. E. G. **Usos diretos e propriedades da madeira para geração de energia.** Circular técnica nº 52, IPEF, 7 p., 1979.

BRITO, J. O. **O uso energético da madeira.** Estudos avançados 21 (59), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz” (Esalq/USP), Piracicaba (SP), 185-193 p., 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Produção de briquetes e péletes a partir de resíduos agrícolas, agroindustriais e florestais /** José Manuel Cabral de Sousa Dias [et al.]. – Brasília, DF: Embrapa Agroenergia, 2012.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica /** Mauricio Tiomno Tolmasquim (coord.) Rio de Janeiro, 452 p., 2016.

FIGUEIRA, F. V.; MARTINAZZO, A. P.; TEODORO, C. E. S. **Estimativa da viabilidade econômica da produção de briquetes a partir de resíduos de grãos beneficiados.** ENGEVISTA, V. 17, n. 1, p. 95-104, 2015.

FOLMANN, W. T. **Viabilidade econômica de plantios de Pinus taeda L. em duas mesorregiões do Estado do Paraná.** Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Centro-Oeste – Irati, PR, 2011.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **Planted forests in sustainable Forest management: a statement of principles – 2010.**

GENTIL, L. V. B. **Tecnologia e Economia do Briquete de Madeira.** Tese (Doutorado) em Engenharia Florestal. 195 f. Departamento de Engenharia Florestal. Universidade de Brasília. Brasília. DF, 2008.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DA ÁRVORE (IBÁ). **“Relatório estatístico IBA 2015 ano base 2014.** Brasília, 80 p., 2015.

KASSAI, J. R.; KASSAI, S.; SANTOS, A.; NETO, A. A. **Retorno de Investimento: abordagem matemática e contábil do lucro empresarial.** 2.ed. 256 p. Editora Atlas, São Paulo-SP, 2000.

MACHADO, C. C. **Colheita Florestal.** 3ª ed. Viçosa: Editora UFV, 2014. 543p.

MARTINS, E. **Contabilidade de custos.** 9ª ed. 262 p.- São Paulo : Atlas, 2003.

MELO, L. B.; FORTINI, A.; COSTA, A.; PINHEIRO, R. B.; FILHO, W. P. B.; FERREIRA, W. R. **Análise dos impactos na matriz energética do estado de minas gerais em consequência de alterações no potencial hidrológico.** Revista Gestão sustentável ambiental, Florianópolis (SC), 181-194 p., 2015.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). **Resenha Energética Brasileira 2015 ano base 2014.** Brasília (DF), 32 p., 2015.

NONES, D. L. **Cadeia produtiva de pellets e briquetes de biomassa residual para geração de energia em Santa Catarina.** Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual de Santa Catarina, Lages-SC 123 p., 2014.

OIAGEN, R. P.; BARCELLOS, J. O. J.; CHRISTOFARI, L. F.; NETO, J. B.; OLIVEIRA, T. E.; PRATES, E. R. Melhoria organizacional na produção de bezerros de corte a partir dos centros de custos. **R. Bras. Zootec.**, v.37, n.3, p.580-587, 2008.

ORGANIZAÇÃO DAS COOPERATIVAS DO PARANÁ (OCEPAR). **Estatística do Cooperativismo no Paraná.** Dados referente a pesquisa 2015. Disponível em: <http://www.paranacooperativo.coop.br/ppc/index.php/sistema-ocepar/2011-12-05-11-29-42/2011-12-05-11-42-54>. Acesso em: 25 de Julho de 2016.

PROTASIO, T. P.; ALVES, I. C. N.; TRUGILHO, P. F.; SILVA, V. O.; BALIZA, A. E. R. **Compactação de biomassa vegetal visando à produção de biocombustíveis sólidos.** Pesq. flor. bras., Colombo, v. 31, n. 68, p. 273-283 2011.

REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. **Análise econômica e social de projetos florestais.** Viçosa: UFV, 2 ed. 386 p., 2008.

SANDER, R. **Viabilidade de implantação de unidade produtora de pellets no Extremo Sul da Bahia.** Monografia (Pós-graduação MBA em Gestão Florestal) Universidade Federal do Paraná, Curitiba -PR, 38 p., 2011.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). **Análise e Planejamento Financeiro** – Manual do Participante. Brasília, 2011.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL (SENAI). QUEJI, A.; ALEXANDRE, G. **Projeto de viabilidade técnico-econômico de uma unidade industrial de produção de briquetes ecológicos.** Telêmaco Borba-PR, 2016.

SILVA, C. A.; FELFLI, F. F.; PEREZ, J. M. M. Estudo da viabilidade técnico-econômica de uma fábrica de briquetes para fins de geração energética.. In: **ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL**, 6., 2006, Campinas. Proceedings online... Disponível em: <[http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=MSC000000022006000100063&lng=en&nrm=abn](http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC000000022006000100063&lng=en&nrm=abn)>. Acesso: 26 Julho de 2016.

SILVA, M. L.; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. R. **Economia Florestal**. Viçosa: UFV, 2. ed. 178 p., 2005.

TAVARES, M. A. M. E.; TAVARES, S. R. L. **Precificação da energia disponível no briquete de carnaúba e capim-elefante e na lenha do semiárido potiguar**. HOLOS, Ano 31, Vol. 5 , 2013.

TOLMASQUIM, M. T.; GUERREIRO, A.; GORINI, R. **Matriz energética brasileira: uma prospectiva**. Novos estudos, CEBRAP 79, Brasília, 47-69 p. 2007.

VIDAL, A. C. F.; HORA, A. B. **Perspectivas do setor de biomassa de madeira para a geração de energia** . BNDES Setorial 33, p.261-314, 2009.