

## **Estudo da Viabilidade da Instalação de duas Fábricas de Briquete na Região do Baixo-Açu**

*Marília Amaral de Moura Estevão Tavares*

*Sílvio Roberto de Lucena Tavares*

*Ivan Targino Moreira*

### **11.1 Objetos da análise de viabilidade econômico-financeira**

### **11.2 Investimentos em capital fixo e capital de giro**

### **11.3 Custos de produção e fluxos de caixa**

### **11.4 Metodologias da análise de viabilidade econômico-financeira**

### **11.5 Resultados**

### **11.6 Conclusão**

#### **RESUMO**

A construção de uma fábrica-escola de briquetes no Campus Ipanguaçu do Instituto Federal de Educação do Rio Grande do Norte (IFRN) tornou possível a realização de um estudo de viabilidade econômico-financeira da produção deste combustível em escala comercial na região do Baixo-Açu. O estudo comprovou que o empreendimento é viável dentro dos critérios estabelecidos para três das principais ferramentas de análise de planos de negócio utilizadas por organizações de fomento ao desenvolvimento regional: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e *Payback*.



## 11.1 Objetos da análise de viabilidade econômico-financeira

A proposta de investimento aqui analisada é da instalação de duas unidades de produção de briquetes à base de palha de carnaúba e/ou capim-elefante, com capacidade de produção de 400 toneladas/mês de briquetes, operando em dois turnos, seis dias na semana, com sete funcionários, além do proprietário.

A primeira fábrica é real; está sendo instalada no *Campus* Ipanguaçu do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), com o objetivo de estimular a formação de um *cluster* voltado à produção de lenha ecológica (briquete) para atender sobretudo às indústrias que compõem o polo ceramista do Baixo-Açu, gerando ocupação e renda tanto para os extrativistas do pó cerífero da palha de carnaúba quanto para os agricultores da região.

Além de produzir os briquetes, a fábrica servirá de laboratório em escala real para pesquisa de outros materiais que possam compor *blends* diferentes de briquetes e de novas tecnologias de produção deste combustível. Denominamos, neste estudo, esta unidade fabril de fábrica-escola (Figura 11.1).



**Figura 11.1** – Fábrica-escola de briquetes em construção no *Campus* Ipanguaçu do IFRN, dezembro de 2012.

Foto: Marília Estevão Tavares.



**Figura 11.2** – Instalação das máquinas da fábrica-escola. Dezembro de 2012.

Foto: Marília Estevão Tavares.



**Figura 11.3** – Sede administrativa da fábrica-escola.

Foto: Marília Estevão Tavares.



**Figura 11.4** – *Campus Ipanguaçu do IFRN.*

Foto: Marília Estevão Tavares.

Por ser um projeto piloto, com caráter educacional, de desenvolvimento de pesquisas na área de biocombustíveis adensados e por ter sido construída com recursos de um programa financiado por uma empresa estatal, a fábrica-escola possui algumas peculiaridades que impactam o seu fluxo de caixa, negativamente. Esses impactos reduzem seu grau de viabilidade econômica, exigindo uma imobilização de capital maior do que o estritamente necessário para uma fábrica de briquetes comum funcionar.

Assim, nesse capítulo será analisada a viabilidade econômico-financeira de uma fábrica de briquetes privada, com idêntica capacidade de produção da fábrica-escola, apenas com um projeto de engenharia mais enxuto, executado em um local menos valorizado e sem necessidade de intervenções físicas no terreno. Esta segunda unidade fabril será denominada fábrica x, para diferenciá-la da primeira.

Para embasar o estudo de viabilidade econômica da instalação de uma usina de briquetagem na região do Baixo-Açu, utilizamos como parâmetro a fábrica Leneco (ver capítulo 10 deste livro), instalada às margens da BR 277, no Município de Capitão Leônidas Marques, no noroeste do Estado do Paraná, a 557 km da capital

Curitiba (Figura 8.5). A visita foi realizada nos dias 16, 17 e 18 de novembro de 2011, durante os quais o proprietário da empresa, Sr. Luís Carlos Vieira, repassou as informações técnicas e financeiras de sua fábrica relativas aos seus três anos de funcionamento.

A Leneco funciona há cinco anos em um galpão de 1000m<sup>2</sup>, erguido em um terreno de 12 mil m<sup>2</sup>, cedido pela prefeitura do município; tem capacidade para produzir 22 toneladas/dia e cerca de 400 toneladas/mês de briquete, com 10 funcionários, que se revezam numa jornada de 16 horas, divididas em dois turnos, durante seis dias da semana.

O motivo de esta fábrica ter sido escolhida como parâmetro é o fato de ela possuir os mesmos equipamentos e a mesma estrutura que se está montando na biofábrica de Ipangaçu. Por isso, antes de se adentrar nos aspectos da viabilidade dos dois empreendimentos acima, há que se considerar as peculiaridades econômicas, geográficas e climáticas a que estão submetidas a fábrica do Paraná, diametralmente diferentes das condições de instalação da fábrica-escola e da fábrica x, instaladas em pleno semiárido potiguar.



**Figura 11.5** – Fachada da fábrica Leneco (nov. de 2011).

Foto: Marília Estevão Tavares.

Algumas adaptações no processo produtivo foram feitas de modo a torná-lo viável para os dois tipos de empreendimento que se pretende analisar e comparar. As diferenças mais relevantes entre os dois processos de produção são:

- a) A fábrica do Paraná utiliza como matéria-prima principal de seus briquetes a serragem comprada das inúmeras serrarias que compõem o polo moveleiro da região. No Baixo-Açu, em vez de serragem, 80% da matéria-prima da usina potiguar a ser utilizada na briquetagem é a palha da carnaúba – resíduo da produção de pó cerífero, utilizado na

fabricação da cera de carnaúba (ver capítulo 10). O pó cerífero é extraído na microrregião do Vale do Açu. Portanto, os resíduos que serão usados como matérias-primas principais dos briquetes estão disponíveis num raio de 30 km a 150 km da fábrica-escola. As biomassas complementares são o capim-elefante e os restos de podas urbanas e da fruticultura irrigada. Como o fornecimento dos restos de podas depende de parcerias com as prefeituras da região e das empresas agrícolas, ele não está sendo considerado nesse estudo. Portanto, considera-se apenas o capim-elefante como matéria-prima secundária a ser usada numa proporção de 20% para 80% de baganas de carnaúba no *blend* do briquete. Esta opção visa a uma projeção de custo de produção mais alta para que se tenha uma análise mais conservadora e segura do investimento. Em condições ideais deve-se usar a maior quantidade possível de palha de carnaúba e de outras biomassas mais baratas do que o capim-elefante plantado para produzir o briquete pelo menor preço possível, porém com sustentabilidade.

- b) Como a palha de carnaúba é disponibilizada com baixo teor de umidade, não precisará passar pelo secador rotativo. Não precisará também ser cominuída, pois a granulometria com que é entregue permite a briquetagem direta. O moinho só seria utilizado para redução das granulometrias do capim-elefante e das eventuais podas de árvores urbanas e frutíferas. A redução da operação de secagem e de cominuição da matéria-prima significam uma economia superior a 50%no consumo de energia elétrica em relação à fábrica paranaense, o que é extremamente relevante, haja vista que a operação de secagem representa 78,62% do total de energia de todo o processo fabril.
- c) Apesar de ser ideal para o carregamento dos briquetes vendidos a granel, por questões de orçamento, nem a esteira transportadora nem o silo superior externo (Figuras 10.21 e 10.23 do capítulo 10) constam do projeto inicial da fábrica-escola de Ipanguaçu, podendo ser incluídos num outro momento do empreendimento.
- d) Diferentemente da realidade em que está inserida a Fábrica Leneco, no Paraná, que entrega seus produtos a até 150 km de distância, as fábricas de Ipanguaçu dispõem de compradores em potencial do briquete na própria vizinhança. Somente as indústrias de cerâmica vermelha da região compõem um mercado consumidor 17 vezes maior do que a capacidade de produção da biofábrica. Consequentemente, a maior distância a ser percorrida pelo caminhão de entrega da biofábrica seria de 32 km, até o Município de Pendências.

Para analisar a viabilidade econômico-financeira da instalação de uma fábrica de briquetes na região do Baixo-Açu são considerados os dados relativos aos investimentos feitos na sua instalação e às expectativas de entradas e saídas que compõem o fluxo de caixa do futuro empreendimento.

## **11.2 Investimentos em capital fixo e capital de giro**

De acordo com Chiavenato (2008), o capital de uma empresa pode ser classificado em dois tipos, quanto à sua utilização: o capital fixo e o capital de giro, também chamado de capital circulante.

O capital fixo é composto por elementos com caráter de permanência superior a um ano, que não desaparece num único ciclo de exploração. Excetuando-se as aplicações financeiras de médio e longo prazos, não sujeitas a amortizações, em geral – e ao contrário do capital circulante – o capital fixo de uma entidade vai desaparecendo contabilisticamente à medida que lhe vão sendo aplicadas taxas de depreciação como forma de traduzir o normal desgaste resultante do decorrer do tempo.

Além dos investimentos financeiros, o capital fixo engloba três tipos de imobilizações: corpóreas (ex: terrenos, edifícios, equipamentos básicos, de transporte e administrativos, ferramentas e utensílios etc); incorpóreas (ex: despesas com instalação, com planos de negócios, projetos, direitos de propriedade industrial etc) e imobilizações em curso (ex: obras e adiantamentos relativos a elementos do ativo fixo ainda não completamente executados).

Quanto ao capital de giro, ele representa o *quantum* de dinheiro de que a empresa necessita para movimentar os negócios. Envolve as chamadas contas circulantes da empresa, incluindo os ativos circulantes (ex: caixa, títulos negociáveis, duplicatas a receber e estoques) e passivos circulantes (ex: duplicatas e títulos a pagar, além de despesas provisionadas a pagar, como salários, contas e juros a pagar).

Como se destinam a cobrir as despesas cotidianas da empresa, os investimentos de capital de giro são sempre efetuados em curto prazo, em um exercício social, que na maioria das empresas corresponde a um ano (CHIAVENATO, 2008)

Chiavenato (2008) subdivide o capital de giro em dois grupos:

- a) Capital de giro bruto – constituído pelos seguintes itens: disponibilidades financeiras (em caixas e em bancos); investimentos temporários; contas a receber e estoque (de matérias-primas e produtos acabados);

- b) Capital de giro líquido – compreende a parte do capital de giro livre de compromissos de curto prazo.

A administração do capital de giro é tão melhor quanto mais ela conseguir garantir um bom nível de capital circulante líquido (CHIAVENATO, 1980).

### 11.2.1 Investimentos de capital fixo da fábrica-escola

Todos os investimentos em capital fixo da biofábrica (Tabela 11.1) de Ipangaçu foram feitos pelo Programa Petrobras Ambiental. Logo, os valores apresentados são os que foram efetivamente gastos, não sendo necessário fazer estimativas.

Os investimentos em capital de giro (Tabela 11.2) são de responsabilidade da empresa que vencer o processo seletivo para incubação no IFRN. Eles foram estimados de acordo com informações sobre o processo de produção da Leneco, dos valores de salários e outros custos na própria região e suficientes para cobrir dois meses de funcionamento da usina. No capital de giro estão incluídos também a depreciação das máquinas e o pagamento de *royalties* ao Instituto Federal como contrapartida pelo uso de suas instalações e pelos investimentos feitos pela Instituição na fábrica.

Também não poderia faltar no investimento em capital de giro a provisão para compra de biomassa tanto para a produção dos briquetes em si como para uso como combustível no processo de secagem (Quadro 11.1). Nesse estudo, a quantidade de biomassa necessária foi estimada de forma extremamente conservadora de forma a estudar a viabilidade do empreendimento nos piores cenários de desperdício e de uso no forno. Assim, a quantidade total de biomassa suficiente para produzir 400 toneladas/mês de briquetes foi calculada em 560 toneladas de biomassa. Das 160 toneladas excedentes, 80 t (20%) servirão como combustível no forno pirolítico que gerará calor para o secador rotativo; as outras 80t (20%) são computadas como perdas durante o processo produtivo.

Como o mercado de venda de palha de carnaúba não existe na região, foram definidos cinco cenários nos quais a tonelada da matéria-prima é vendida a R\$ 15,00, R\$ 20,00, R\$ 25,00, R\$ 30,00 e R\$ 35,00, valores esses que estão dentro dos intervalos de preços pagos por resíduos vegetais para os mais diversos fins no Brasil de uma forma geral, inclusive no Estado.

Já o preço do capim-elefante foi estimado em R\$ 80,00, tomando como base a produtividade da gramínea cultivada com manejo adequado e irrigação. Como o preço do capim-elefante é fixo, a cada variação do preço da palha de carnaúba, o

custo com matéria-prima se altera, impactando o investimento em capital de giro conforme ilustra o quadro abaixo:

**Quadro 11.1** – Custo de aquisição de matéria-prima.

QUANTIDADE DE MATÉRIA-PRIMA = 6.720 T/ANO	
• 5.376 t de palha de carnaúba (80%)	
• 1.344 t de capim-elefante (20%)	
➤ Custo 1 (palha a R\$ 15,00/t e capim a R\$ 80,00/t)	R\$ 39,20/t
➤ Custo 2 (palha a R\$ 20,00/t e capim a R\$ 80,00/t)	R\$ 44,80/t
➤ Custo 3 (palha a R\$ 25,00/t e capim a R\$ 80,00/t)	R\$ 50,40/t
➤ Custo 4 (palha a R\$ 30,00/t e capim a R\$ 80,00/t)	R\$ 56,00/t
➤ Custo 5 (palha a R\$ 35,00/t e capim a R\$ 80,00/t)	R\$ 61,60/t

Fonte: Tavares (2013).

Foram estabelecidos também cinco preços de venda do produto ao consumidor: R\$ 250,00, R\$ 275,00, R\$ 300,00, R\$ 325,00 e R\$ 350,00, baseados nos preços mais comuns encontrados para a tonelada do produto no Rio Grande do Norte e em outros estados do País.

O objetivo do estabelecimento dos cenários diferentes para compra da palha de carnaúba e venda do produto foi obter matrizes de dados com valores de matéria-prima e de briquete dentro da faixa de preços praticados dentro e fora do Estado, visando à obtenção de modelos de regressões lineares para modelar e investigar a relação entre estas variáveis (compra e venda) e o resultado financeiro do empreendimento. Desta maneira, é possível obter previsões sobre o comportamento financeiro em qualquer cenário de compra da matéria-prima (biomassa) e venda do produto (briquete).

**Tabela 11.1** – Investimentos em capital fixo e de giro da fábrica-escola.

INVESTIMENTOS	VALOR
Terreno de 1.600 m <sup>2</sup>	50.000,00
Aterro do terreno	33.328,00
Construção do galpão de 900 m <sup>2</sup>	338.000,00
Escritório de 132 m <sup>2</sup>	66.000,00
Bases de concreto das máquinas	112.000,00
Máquinas*	745.100,00
Frete das máquinas	42.000,00
Montagem industrial + teste	30.000,00
Instalação elétrica industrial	65.521,00
Equipamentos, móveis e utensílios para escritório	6.600,00
Plano de negócios	10.000,00
Projeto de engenharia	5.000,00
Projeto elétrico	5.000,00
Despesas com abertura de empresa	2.000,00
Capital de giro (2 meses)	de 156.117,16 (palha a R\$ 15,00/t e briquete a R\$ 250,00 ) a 183.253,16 (palha a R\$ 35,00/t e briquete a R\$ 350/t)
<b>INVESTIMENTO TOTAL</b>	de R\$ 1.666.666,16 a R\$ 1.693.802,16

Fonte: Tavares (2013).

**Tabela 11.2** – Composição do capital de giro da fábrica-escola (R\$/mês).

ITENS	VALORES
1 – Despesas administrativas	20.107,33
Manutenção	5.000,00
Energia, água e telefone	2.500,00
Internet	70,00
Seguro	325,00
Material de escritório	200,00
Viagens e treinamentos	200,00
Royalties IFRN	3.104,00
Depreciação	6.208,33
Pró-labore diretor	2.500,00
2 – Equipe própria e terceirizado	9.411,25
3 – Matéria-prima*	15.680,00 a 24.640,00
4 – Frete	24.000,00
5 – Impostos**	8.860,00 a 13.468,00
<b>TOTAL</b>	<b>de 78.058,58 a 91.626,58</b>

Nota: (\*) em função do preço da tonelada de palha de carnaúba; (\*\*) em função do preço de venda do briquete, que impacta o faturamento bruto.

Fonte: Tavares (2013).

### 11.2.2 Investimentos em capital fixo e capital de giro na fábrica de briquetes x

No projeto da fábrica x, alguns investimentos de capital fixo (Tabela 12.3) foram reduzidos, como terreno para instalação da planta industrial: o terreno da fábrica-escola pertence à União e foi avaliado em R\$ 50 mil. Está localizado dentro do *Campus* Ipangaçu do IFRN, à margem da RN-118, numa área valorizada pela proximidade da BR-304. Por causa das condições constitutivas do solo, foi necessário aterrál-lo, encarecendo o empreendimento em mais de R\$ 30 mil. Contudo, é possível encontrar na região terrenos das mesmas dimensões, mais desvalorizados, sem necessidade de aterro, por valores em torno de R\$ 10 mil.

Outro custo reduzido substancialmente é o de construção do galpão: na fábrica-escola ele possui um vão livre de 20 m, que exige uma estrutura para sustentação da cobertura (tesouras) maior do que se houvesse pilares para dividir o peso do teto, gerando uma economia de até 30%.

A fábrica-escola possui o setor administrativo fora do galpão, instalado numa casa de 132 m<sup>2</sup>, construída num terreno ao lado para outros fins do Instituto Federal, mas que acabou incorporada ao novo empreendimento. A construção foi avaliada pelo Instituto em R\$ 66 mil, outro custo que foi retirado do projeto da fábrica x. Seguindo o exemplo da Leneco, no Paraná, o setor administrativo poderia ser instalado num setor do galpão, ocupando uma área de aproximadamente 50 m<sup>2</sup> e incluído nos custos de construção do mesmo.

Devido à existência de um mercado comprador, com potencial para absorver até 21 fábricas de igual porte aos empreendimentos aqui analisados, admitiu-se um capital de giro para um mês e não para dois meses, conforme o estipulado para a fábrica-escola, com o objetivo de reduzir, ao máximo, os investimentos em capital (Tabela 11.3). Do capital de giro foi retirado também o gasto com o pagamento de *royalties* ao IFRN que diz respeito somente à fábrica-escola (Tabela 11.4).

**Tabela 11.3** – Investimentos em capital fixo e de giro - fábrica x.

INVESTIMENTOS	VALORES
Terreno de 1.600 m <sup>2</sup>	10.000,00
Construção do galpão de 900 m <sup>2</sup>	236.600,00
Bases de concreto das máquinas	112.000,00
Máquinas	745.100,00
Frete das máquinas	42.000,00
Montagem industrial + teste	30.000,00
Instalação elétrica industrial	65.521,00
Equipamentos, móveis e utensílios para escritório	6.600,00
Plano de negócios	10.000,00
Projeto de engenharia	5.000,00
Projeto elétrico	5.000,00
Despesas com abertura de empresa	2.000,00
Capital de giro (1 mês)*	de R\$ 74.954,58 (palha a R\$ 15,00/t e venda do briquete a R\$ 250,00) a 88.522,5 (palha a R\$ 35,00/t e venda do briquete a R\$ 350/t)
<b>INVESTIMENTO TOTAL</b>	<b>de R\$ 1.344.775,58 a R\$ 1.358.353,58</b>

Nota: foram subtraídos R\$ 3.104,00 relativos aos royalties que a empresa incubada que irá gerenciar a fábrica-escola irá pagar ao IFRN.  
Fonte: Tavares (2013).

**Tabela 11.4** – Composição do capital de giro da fábrica x (R\$/mês).

ITENS	VALORES
1 – Despesas administrativas	20.107,33
Manutenção	5.000,00
Energia, água e telefone	2.500,00
Internet	70,00
Seguro	325,00
Material de escritório	200,00
Viagens e treinamentos	200,00
Depreciação	6.208,33
Pró-labore diretor	2.500,00
2 – Equipe própria e terceirizado	9.411,25
3 – Matéria-prima*	15.680,00 a 24.640,00
4 – Frete	24.000,00
5 – Impostos**	8.860,00 a 13.468,00
<b>TOTAL</b>	de 74.954,58 a 88.522,58

Nota: (\*) em função do preço da tonelada de palha de carnaúba; (\*\*) em função do preço de venda do briquete, que impacta o faturamento bruto.

Fonte: Tavares (2013).

### 11.3 Custos de produção e fluxo de caixa

Os ativos circulantes que fazem parte do capital fixo da empresa giram até se transformarem em dinheiro, num ciclo de operações que varia de uma empresa para outra, dependendo da natureza de seus negócios. A esse ciclo dá-se o nome de ciclo de caixa. Para se fazer as previsões e o controle de gastos utiliza-se o fluxo de caixa, uma ferramenta usada para o controle financeiro das firmas (CHIAVENATO, 2007).

O fluxo de caixa permite visualizar todas as entradas e saídas de valores, em um dado período de uma organização. Ele é composto pelos dados obtidos dos controles de contas a pagar, a receber, de vendas, de despesas, de saldos de aplicações, além de todos os outros elementos que representem as movimentações financeiras da firma, permitindo à empresa planejar melhor suas ações futuras ou acompanhar o seu desempenho.

Como entradas no fluxo de caixa de uma fábrica compreendem-se as receitas obtidas com as vendas dos produtos fabricados por ela, os empréstimos bancários, o capital dos sócios e todos os outros valores que vierem a se somar aos ativos circulantes da empresa; são classificadas como saídas no fluxo de caixa os pagamentos a fornecedores, salários e encargos dos funcionários, impostos, gastos com matéria-prima e insumos, impostos etc (CHIAVENATO, 2007).

Para serem viáveis economicamente as firmas precisam maximizar seus resultados na atividade produtiva. Isso pode acontecer de duas formas: através da maximização da produção para um dado custo total ou através da minimização do custo total para uma dada produção. Assim sendo os Custos Totais de Produção (CT) formam o conjunto das despesas realizadas pela empresa para produzir uma determinada quantidade de produtos. Esses custos são divididos em Custos Fixos Totais (CFT) e Custos Variáveis Totais (CVT).

$$CT = CFT + CVT \quad [1]$$

Para que o administrador de uma empresa possa calcular o preço de venda de um produto ou serviço é fundamental que ele calcule o seu Custo Total Unitário (CTU). A partir dele será definida a margem de lucro que será aplicada e, conseqüentemente o preço de venda do produto. O CTU consiste na razão entre o Custo Total de Produção e a quantidade produzida de um bem (Q).

$$CTU = CT/Q \quad [2]$$

Os CFTs são aqueles com os quais a empresa deve arcar para funcionar, independentemente da produção (ex: alugueis, salários, etc). Os Custos Fixos Totais equivalem à diferença entre os Custos Totais e os Custos Variáveis Totais.

$$CFT = CT - CVT \quad [3]$$

Para saber o quanto cada unidade produzida deve contribuir para pagamento de todos os custos fixos da empresa, é necessário calcular o Custo Fixo Unitário do produto, que é a razão entre os Custos Fixos Totais e a quantidade produzida de bens produzida.

$$CFU = CFT/Q \quad [4]$$

Os CVTs compõem a parcela dos custos totais que estão intimamente ligados à produção e que, por isso, variam conforme o volume produzido. Equivalem à diferença entre os Custos Totais de Produção e os Custos Fixos Totais.

$$CVT = CT - CFC \quad [5]$$

Para saber o quanto cada unidade produzida contribui para a formação de todos os custos variáveis da empresa, é necessário calcular o Custo Variável Unitário do produto, que é a razão entre os Custos Variáveis Totais e a quantidade produzida de bens.

$$CVU = CVT/Q \quad [6]$$

### 11.3.1 Custos de produção da fábrica-escola de briquetes

O Custo Fixo Total da fábrica-escola foi estimado em R\$ 23.020,74; o Custo Variável Total ficou entre R\$ 55.037,84 e 68.605,84, dependendo dos preços da matéria-prima e dos impostos; o Custo Total Unitário ficou entre R\$ 195,14 e R\$ 229,06 devido às variações do CVT (Tabela 11.5).

As pesquisas de campo realizadas na região do Baixo-Açu, a consulta à literatura disponível sobre briquetagem (GENTIL, 2008; SERRANO, 2009; EMBRAPA AGROENERGIA, 2012; ROSSILO-CALLE, 2004) e o processamento dos 25 tratamentos dos fluxos de caixa comprovaram que o custo do transporte da matéria-prima e do produto acabado é o que tem o maior peso isoladamente na composição de preços dos biocombustíveis adensados. No caso da fábrica-escola de Ipangaçu, ele representa em média 28,38% (a categoria despesas administrativas participa com 34,89 % porque nela estão incluídos todos os outros gastos da fábrica).

O custo do transporte de matéria-prima e de briquetes para distâncias de 0 a 50 km foi calculado, conservadoramente, em R\$ 30,00, tomando como base o valor estipulado para o frete de farelo a granel da Secretaria da Receita Pública do Estado do Mato Grosso (2011) e dos preços de frete praticados na região. De modo que se estima um gasto de R\$ 60,00 com o transporte da tonelada da matéria-prima para a fábrica, e da tonelada do produto acabado da fábrica ao consumidor.

**Tabela 11.5** – Custos fixos e variáveis mensais da fábrica-escola.<sup>17</sup>

CUSTOS FIXOS		CUSTOS VARIÁVEIS	
Manutenção	R\$ 5.000,00	Frete	R\$ 24.000,00
Seguro	R\$ 325,00	Impostos*	R\$ 8.860,00 (venda a R\$ 250,00/t) R\$ 9.845,00 (venda a R\$ 275,00/t) R\$ 10.740,00 (venda a R\$ 300,00/t) R\$ 12.389,00 (venda a R\$ 325,00/t) R\$ 13.468,00 (venda a R\$ 350,00/t)
Energia, água e telefone	R\$ 2.500,00		
Internet	R\$ 70,00		
Material de escritório	R\$ 200,00		
Viagens e treinamentos	R\$ 200,00	Matéria-prima	R\$ 15.680,00 (palha a R\$ 39,20/t) R\$ 17.920,00 (palha a R\$ 44,80/t) R\$ 20.160,00 (palha a R\$ 50,40/t) R\$ 22.400,0 (palha a R\$ 56,00/t) R\$ 24.640,00 (palha a R\$ 61,60/t)
Depreciação	R\$ 6.208,33		
Royalties	R\$ 3.104,00		
Pró labore diretor	R\$ 2.500,00		
Mão de obra administrativa (incluindo terceirizado)	R\$ 2.913,41	Mão de obra fabril	R\$ 6.497,84
TOTAL	R\$ 23.020,74	TOTAL **	R\$ 55.037,84 a R\$ 68.605,84
CFU	R\$ 57,55	CVU	R\$ 137,59 a R\$ 171,61
		CUSTOS TOTAIS = R\$ 78.058,58 a R\$ 91.626,58	
		CUSTO TOTAL UNITÁRIO (t) = R\$ 195,14 A R\$ 229,06	

Nota: (\*) Alíquotas do Simples sobre o faturamento de 8,86%, 9,85%, 9,53% e 9,62%. (\*\*) Custo Variável Total com o menor imposto e menor valor de matéria-prima e com maior imposto e maior valor de matéria-prima.

Fonte: Tavares (2013).

<sup>17</sup> Neste estudo está-se considerando uma produção constante de 400 t/mês de briquetes, à qual corresponde uma despesa média mensal de R\$ 2.450,00 de água e energia. Por isso, apesar de serem normalmente classificados como custos variáveis, os gastos com esses dois insumos foram aqui incluídos entre os custos fixos, juntamente com as despesas de telefone, totalizando R\$ 2.500,00. Já as despesas com matéria-prima e mão-de-obra fabril são classificadas como custos variáveis, porém nesse estudo está-se pressupondo uma produção constante, o que dá a essas despesas um caráter de custo fixo.

Além do frete, outro custo importante é o de aquisição da matéria-prima que participa em média com 23,70% do total de custos da fábrica, mas podendo ultrapassar 28% dependendo do preço de venda da palha de carnaúba, mantendo-se o preço do capim-elefante constante.

O peso de cada uma das despesas no custo total de produção de briquetes na fábrica instalada no *Campus Ipanguaçu* do IFRN está discriminado na Tabela 11.6, que contém um resumo do fluxo de caixa dos 25 tratamentos elaborados a partir dos cinco cenários definidos para preço da tonelada de matéria-prima e preço de venda da tonelada do produto acabado.

Ao se observar as colunas com a participação percentual de cada um dos custos de produção dividida em cinco subgrupos, pode-se comprovar que, intergrupalmente, a cada elevação do preço da matéria-prima (tratamentos 1, 6, 11, 16 e 21) o peso das demais despesas diminui. Porém, intragrupalmente percebe-se o aumento da participação dos impostos sobre o faturamento (ex: tratamentos 1, 2, 3, 4 e 5).

A rubrica “despesas administrativas” apresenta uma maior participação em relação aos custos totais, por nela estar incluída uma série de custos (despesas administrativas propriamente ditas, salários e gastos com pessoal terceirizado). Assim sendo, tomados isoladamente, os maiores custos da produção de briquetes são os de transporte da matéria-prima e do produto acabado (frete), que vai de 26,19% a 30,75%, e o de aquisição da matéria-prima, que chega a 28,32% no tratamento 21.

Tabela 11.6 – Fluxos de caixa da fábrica-escola de Ipanguaçu.

Nº	TRATAMENTO		RECEITA BRUTA	CUSTOS TOTAIS	LUCRO LÍQUIDO	CUSTOS ABSOLUTOS ANUAIS				CUSTOS RELATIVOS ANUAIS				OBS
	R\$	R\$				R\$		%						
						COMPRAS	VENDAS	BIOMASSA	FRETE	ADM	IMPOSTO	BIOMASSA	FRETE	
1	39,20	250,00	1.200.000,00	936.703,04	264.376,96	188.160,00	288.000,00	354.223,04	106.320,00	20,09	30,75	37,82	11,35	100,00
2	39,20	275,00	1.320.000,00	948.523,04	371.476,96	188.160,00	288.000,00	354.223,04	118.140,00	19,84	30,36	37,34	12,46	100,00
3	39,20	300,00	1.440.000,00	959.263,04	480.739,96	188.160,00	288.000,00	354.223,04	128.880,00	19,62	30,02	36,93	13,44	100,00
4	39,20	325,00	1.560.000,00	979.051,04	580.948,96	188.160,00	288.000,00	354.223,04	148.668,00	19,22	29,42	39,18	15,18	100,00
5	39,20	350,00	1.680.000,00	991.985,34	688.014,66	188.160,00	288.000,00	354.223,04	161.616,00	18,97	29,03	35,71	16,29	100,00
6	44,80	250,00	1.200.000,00	963.583,04	236.416,96	215.040,00	288.000,00	354.223,04	160.320,00	22,32	29,89	36,76	11,03	100,00
7	44,80	275,00	1.320.000,00	975.403,04	344.596,96	215.040,00	288.000,00	354.223,04	118.140,00	22,05	29,53	36,32	12,11	100,00
8	44,80	300,00	1.440.000,00	986.143,04	453.856,96	215.040,00	288.000,00	354.223,04	128.880,00	21,81	29,20	35,92	13,07	100,00
9	44,80	325,00	1.560.000,00	1.005.931,04	554.068,96	215.040,00	288.000,00	354.223,04	148.668,00	21,38	28,63	35,21	14,78	100,00
10	44,80	350,00	1.680.000,00	1.018.879,04	661.120,96	215.040,00	288.000,00	354.223,04	161.616,00	21,11	28,27	34,77	15,86	100,00
11	50,40	250,00	1.200.000,00	990.463,04	209.536,96	241.920,00	288.000,00	354.223,04	106.320,00	24,42	29,08	35,76	10,73	100,00
12	50,40	275,00	1.320.000,00	1.002.283,04	317.716,96	241.920,00	288.000,00	354.223,04	118.140,00	24,14	28,73	35,34	11,79	100,00
13	50,40	300,00	1.440.000,00	1.013.023,04	426.936,96	241.920,00	288.000,00	354.223,04	128.880,00	23,88	28,43	34,97	12,71	100,00
14	50,40	325,00	1.560.000,00	1.032.799,64	527.200,36	241.920,00	288.000,00	354.223,04	148.668,00	23,42	27,89	34,30	14,39	100,00
15	50,40	350,00	1.680.000,00	1.045.759,04	634.240,96	241.920,00	288.000,00	354.223,04	161.616,00	23,13	27,54	33,87	15,45	100,00

**Tabela 11.6** – Fluxos de caixa da fábrica-escola de Ipangaçu (continuação)

Nº	TRATAMENTO		RECEITA BRUTA	CUSTOS TOTAIS	LUCRO LÍQUIDO	CUSTOS ABSOLUTOS ANUAIS				CUSTOS RELATIVOS ANUAIS				OBS	
	COMPRA	VENDA				R\$				%					
						R\$	R\$	R\$	R\$	BIOMASSA	FRETE	ADM	IMPOSTO		BIOMASSA
16	56,00	250,00	1.200.000,00	1.017.343,04	182.656,96	268.800,00	288.000,00	354.223,04	106.320,00	26,42	28,31	34,82	10,45	100,00	
17	56,00	275,00	1.320.000,00	1.029.163,04	290.836,96	268.800,00	288.000,00	354.233,04	118.140,00	26,12	27,98	34,42	11,48	100,00	
18	56,00	300,00	1.440.000,00	1.039.903,04	400.096,96	268.800,00	288.000,00	354.223,04	128.880,00	25,85	27,69	34,06	12,39	100,00	
19	56,00	325,00	1.560.000,00	1.059.691,04	500.308,96	268.800,00	288.000,00	354.223,04	148.668,00	25,37	27,18	33,43	14,03	100,00	
20	56,00	350,00	1.680.000,00	1.072.639,04	607.360,96	268.800,00	288.000,00	354.223,04	161.616,00	25,06	26,85	33,02	15,07	100,00	
21	61,60	250,00	1.200.000,00	1.044.233,04	156.856,96	295.680,00	288.000,00	354.223,04	106.320,00	28,32	27,58	33,92	10,18	100,00	
22	61,60	275,00	1.320.000,00	1.056.043,04	263.956,96	295.680,00	288.000,00	354.223,04	118.140,00	28,00	27,27	33,54	11,19	100,00	
23	61,60	300,00	1.440.000,00	1.066.783,04	373.216,96	295.680,00	288.000,00	354.223,04	128.880,00	27,72	27,00	33,20	12,08	100,00	
24	61,60	325,00	1.560.000,00	1.086.571,04	473.428,96	295.680,00	288.000,00	354.223,04	148.668,00	27,21	26,51	32,60	13,68	100,00	
25	61,60	350,00	1.680.000,00	1.099.505,34	580.494,66	295.680,00	288.000,00	354.223,04	161.616,00	26,89	26,19	32,22	14,70	100,00	
MÉDIA											23,69	28,37	34,90	13,04	—

Fonte: Tavares (2013).

Os custos unitários totais de produção, nos 25 tratamentos elaborados a partir da combinação dos cinco cenários de preço de matéria-prima e preço de venda ficaram entre R\$ 195,00 e R\$ 229,06 (Tabela 11.7). Segundo Gentil (2008), o custo de produção de uma tonelada de briquete de madeira em uma fábrica-piloto foi de R\$ 265,00; Alakangas (2002) encontrou valores entre € 84/t e € 90/t (R\$ 223,30 e R\$ 239,24) e Zakrisson (2002), de € 61 ( R\$ 162,15); Rosário (2011) estudou os custos de produção de briquetes de madeira, vendidos a R\$ 300,00/t. Nos *sites* de venda *online* de produtos agropecuários constatou-se a oferta de briquetes entre R\$ 300,00 e R\$ 450,00; no Município de Parelhas, no Rio Grande do Norte, a cerâmica Bela Vista produz briquetes e os vende na região a R\$ 360,00.

A Tabela 11.7 mostra também os percentuais de lucro líquido sobre o preço de venda por tonelada de briquete, considerando todas as situações de preço da matéria-prima e do produto. Observa-se que, para um mesmo preço da matéria-prima, o percentual de lucro acompanhou o aumento dos preços de venda, mesmo com a incidência de impostos sobre o faturamento. O menor lucro líquido apresentado foi de 12,98% para a tonelada de briquete com o maior custo de matéria-prima (R\$ 61,60/t) e menor preço de venda (R\$ 250,00); o maior foi de 40,95% para a situação inversa – menor custo da matéria-prima (R\$ 39,20) e maior preço de venda (R\$ 350,00).

**Tabela 11.7** – Lucro líquido da tonelada de briquete na fábrica-escola.

TRAT.	CTU (R\$/t)	PREÇO BRIQUETE (R\$/t)	LUCRO (R\$)	LUCRO %
1	195,14	250,00	54,86	21,6
2	197,60	275,00	77,40	28,14
3	199,84	300,00	100,16	33,38
4	203,96	325,00	121,04	37,24
5	206,66	350,00	143,34	40,95
6	200,75	250,00	49,25	19,70
7	203,20	275,00	71,80	26,10
8	205,44	300,00	94,56	31,52
9	209,56	325,00	115,44	35,52
10	212,26	350,00	137,74	39,35
11	206,34	250,00	43,66	17,46
12	208,80	275,00	66,20	24,07

**Tabela 11.7** – Lucro líquido da tonelada de briquete na fábrica-escola (continuação).

TRAT.	CTU (R\$/t)	PREÇO BRIQUETE (R\$/t)	LUCRO (R\$)	LUCRO %
13	211,04	300,00	88,96	29,65
14	215,16	325,00	109,84	33,79
15	218,39	350,00	131,61	37,60
16	211,94	250,00	38,06	15,22
17	214,40	275,00	60,60	22,03
18	216,64	300,00	83,36	27,78
19	220,76	325,00	104,24	32,07
20	223,46	350,00	126,54	36,15
21	217,54	250,00	32,46	12,98
22	220,00	275,00	55,00	20,00
23	222,24	300,00	77,76	25,92
24	226,36	325,00	98,64	30,35
25	229,06	350,00	120,94	34,55
MÉDIA			88,14	28,52

Fonte: Tavares (2013).

### 11.3.2 Custos de produção da fábrica x

O Custo Fixo Total da fábrica x ficou em R\$ 19.916,74; o Custo Variável Total ficou entre R\$ 55.037,84 a R\$ 68.645; sem os gastos com o pagamento de *royalties*, o custo unitário total de produção passou do mínimo de R\$ 195,14 e máximo de R\$ 229,06 na fábrica-escola, para o mínimo de R\$ 187,38 e máximo de R\$ 221,30, na fábrica x (Tabela 11.8), numa redução média de 4% .

A participação das despesas administrativas, com frete, matéria-prima e impostos no custo total de produção da fábrica x foram praticamente os mesmos daquelas verificadas na fábrica-escola. Contudo, nota-se uma inversão no peso de cada uma dessas rubricas nas Tabelas 11.6 (fábrica-escola) e 11.9 (fábrica x). Na primeira, as participações da biomassa, frete e impostos sobre o custo total são menores do que na segunda tabela, enquanto que os custos administrativos são maiores, por causa do item pagamento de *royalties* e vice-versa.

Na fábrica x, a redução nos custos provocou aumentos do lucro líquido de 2,65 pontos percentuais em média em relação à fábrica-escola (Tabela 11.10).

**Tabela 1.8** – Custos fixos e variáveis da fábrica x. \*

CUSTOS FIXOS		CUSTOS VARIÁVEIS	
Manutenção	R\$ 5.000,00	Frete	R\$ 24.000,00
Seguro	R\$ 325,00		R\$ 8.860,00 (venda a R\$ 250,00/t) R\$ 9.845,00 (venda a R\$ 275,00/t)
Energia, água e telefone	2.500,00	Impostos**	R\$ 10.740,00 (venda a R\$ 300,00/t) R\$ 12.389,00 (venda a R\$ 325,00/t) R\$ 13.468,00 (venda a R\$ 350,00/t)
Internet	70,00		
Material de escritório	R\$ 200,00		R\$ 15.680,00 (palha a R\$ 39,20/t) R\$ 20.160,00 (palha a R\$ 50,40/t) R\$ 22.400,00 (palha a R\$ 56,00/t) R\$ 24.640,00 (palha a R\$ 61,60/t)
Viagens e treinamentos	R\$ 200,00		
Depreciação	R\$ 6.208,33		
Pró labore diretor	R\$ 2.500,00		
Mão de obra administrativa (incluindo terceirizado)	R\$ 2.913,41	Mão de obra fabril	R\$ 6.497,84
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 19.916,74</b>	<b>TOTAL***</b>	<b>R\$ 55.037,84 a R\$ 68.605,84</b>
<b>CFU</b>	<b>R\$ 49,79</b>	<b>CVU</b>	<b>R\$ 137,59 a R\$ 171,61</b>
		<b>CUSTOS TOTAIS = R\$ 74.954,58 a R\$ 88.522,58</b>	
		<b>CUSTO TOTAL UNITÁRIO = R\$ 187,38 a R\$ 221,30</b>	

Notas: (\*) Ver nota de rodapé da página 345; (\*\*) Alíquotas do Simples sobre o faturamento de 8,86%, 9,85%, 9,53% e 9,62%; (\*\*\*) Custo Variável Total com o menor imposto e menor valor de matéria-prima e com maior imposto e maior valor de matéria-prima.

Fonte: Tavares (2013).

Tabela 11.9 – Fluxos de caixa da fábrica x.

Nº	TRATAMENTO		RECEITA BRUTA	CUSTOS TOTAIS	LUCRO LÍQUIDO	CUSTOS ABSOLUTOS ANUAIS						CUSTOS RELATIVOS ANUAIS				OBS
	COMPRAS	VENDA				R\$						%				
						R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	BIOMASSA	FRETE	ADM	IMPOSTO	
1	39,20	250,00	1.200.000,00	899.424,00	300.576,00	188.160,00	288.000,00	316.974,96	106.320,00	20,92	32,02	35,24	11,82	100,00		
2	39,20	275,00	1.320.000,00	911.232,00	408.768,00	188.160,00	288.000,00	316.974,96	118.140,00	20,65	31,61	34,79	12,96	100,00		
3	39,20	300,00	1.440.000,00	921.984,00	518.016,00	188.160,00	288.000,00	316.974,96	128.880,00	20,41	31,24	34,38	13,98	100,00		
4	39,20	325,00	1.560.000,00	941.760,00	618.240,00	188.160,00	288.000,00	316.974,96	148.668,00	19,98	30,58	33,66	15,79	100,00		
5	39,20	350,00	1.680.000,00	954.720,00	725.280,00	188.160,00	288.000,00	316.974,96	161.616,00	19,71	30,17	33,20	16,93	100,00		
6	44,80	250,00	1.200.000,00	926.352,00	273.648,00	215.040,00	288.000,00	316.974,96	106.320,00	23,21	31,09	34,22	11,48	100,00		
7	44,80	275,00	1.320.000,00	938.112,00	381.888,00	215.040,00	288.000,00	316.974,96	118.140,00	22,92	30,70	33,79	12,59	100,00		
8	44,80	300,00	1.440.000,00	948.864,00	491.136,00	215.040,00	288.000,00	316.974,96	128.880,00	22,66	30,35	33,41	13,58	100,00		
9	44,80	325,00	1.560.000,00	968.640,00	591.360,00	215.040,00	288.000,00	316.974,96	148.668,00	22,20	29,73	32,72	15,35	100,00		
10	44,80	350,00	1.680.000,00	981.600,00	698.400,00	215.040,00	288.000,00	316.974,96	161.616,00	21,91	29,34	32,29	16,46	100,00		
11	50,40	250,00	1.200.000,00	953.184,00	246.816,00	241.920,00	288.000,00	316.974,96	106.320,00	25,38	30,21	33,25	11,15	100,00		
12	50,40	275,00	1.320.000,00	964.992,00	355.008,00	241.920,00	288.000,00	316.974,96	118.140,00	25,07	29,84	32,85	12,24	100,00		
13	50,40	300,00	1.440.000,00	975.744,00	464.256,00	241.920,00	288.000,00	316.974,96	128.880,00	24,79	29,52	32,49	13,21	100,00		

Tabela 11.9 – Fluxos de caixa da fábrica x (continuação).

Nº	TRATAMENTO		RECETTA BRUTA	CUSTOS TOTAIS	LUCRO LÍQUIDO	CUSTOS ABSOLUTOS ANUAIS						CUSTOS RELATIVOS ANUAIS				OBS
	COMPRAS	VENDAS				R\$						%				
						R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	BIOMASSA	FRETE	ADM.	IMPOSTO	
14	50,40	325,00	1.560.000,00	995.520,00	564.480,00	241.920,00	288.000,00	316.974,96	148.668,00	24,30	28,93	31,84	14,93	100,00		
15	50,40	350,00	1.680.000,00	1.008.511,04	671.488,96	241.920,00	288.000,00	316.974,96	161.616,00	23,93	28,49	31,35	15,99	100,00		
16	56,00	250,00	1.200.000,00	980.064,00	219.936,00	268.800,00	288.000,00	316.974,96	106.320,00	27,43	29,39	32,34	10,85	100,00		
17	56,00	275,00	1.320.000,00	991.872,00	328.128,00	268.800,00	288.000,00	316.974,96	118.140,00	27,10	29,04	31,96	11,91	100,00		
18	56,00	300,00	1.440.000,00	1.002.624,00	467.376,00	268.800,00	288.000,00	316.974,96	128.880,00	26,81	28,72	31,61	12,85	100,00		
19	56,00	325,00	1.560.000,00	1.022.400,00	537.600,00	268.800,00	288.000,00	316.974,96	148.668,00	26,29	28,17	31,00	15,54	100,00		
20	56,00	350,00	1.680.000,00	1.035.360,00	664.640,00	268.800,00	288.000,00	316.974,96	161.616,00	25,96	27,82	30,61	15,61	100,00		
21	61,60	250,00	1.200.000,00	1.006.944,00	193.056,00	295.680,00	288.000,00	316.974,96	106.320,00	29,36	28,60	31,48	10,56	100,00		
22	61,60	275,00	1.320.000,00	1.018.752,00	301.248,00	295.680,00	288.000,00	316.974,96	118.140,00	29,02	28,27	31,11	11,60	100,00		
23	61,60	300,00	1.440.000,00	1.029.504,00	410.496,00	295.680,00	288.000,00	316.974,96	128.880,00	28,72	27,67	30,79	12,52	100,00		
24	61,60	325,00	1.560.000,00	1.049.280,00	510.720,00	295.680,00	288.000,00	316.974,96	148.668,00	28,18	27,45	30,21	14,17	100,00		
25	61,60	350,00	1.680.000,00	1.062.240,00	617.760,00	295.680,00	288.000,00	316.974,96	161.616,00	27,84	27,11	29,84	15,21	100,00		
					MÉDIA					23,70	28,38	34,89	13,04	—		

Fonte: Tavares (2013).

**Tabela 1.10** – Lucros líquidos da tonelada de briquete de fábrica x.

TRAT.	CTU (R\$)	PREÇO BRIQUETE (R\$/t)	LUCRO %
1	187,38	250,00	25,05
2	189,84	275,00	30,97
3	192,08	300,00	35,97
4	196,20	325,00	39,63
5	198,90	350,00	43,17
6	192,99	250,00	22,80
7	195,44	275,00	28,93
8	197,68	300,00	34,11
9	201,80	325,00	37,91
10	204,50	350,00	41,57
11	198,58	250,00	20,57
12	201,04	275,00	26,89
13	203,28	300,00	32,24
14	207,40	325,00	36,18
15	210,63	350,00	39,82
16	204,18	250,00	18,33
17	206,64	275,00	24,86

**Tabela 1.10** – Lucros líquidos da tonelada de briquete de fábrica x (continuação).

18	208,88	300,00	30,37
19	213,00	325,00	34,46
20	215,70	350,00	38,37
21	209,78	250,00	16,09
22	212,24	275,00	22,82
23	214,48	300,00	28,51
24	218,60	325,00	32,74
25	221,30	350,00	36,77
<b>LUCRO MÉDIO</b>			<b>31,17</b>

Fonte: Tavares (2013).

## 11.4 Metodologia da análise de viabilidade econômico-financeira

Para a análise da viabilidade econômico-financeira foram utilizados os métodos de, *Payback*, Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR). Com os valores encontrados de desses parâmetros foi possível obter previsões sobre o comportamento financeiro em quaisquer outros cenários de compra da matéria-prima (biomassa) e venda do produto (briquete) além dos 25 estabelecidos para cada empreendimento analisado nesse estudo.

Foram calculados também nessa análise os Pontos de Equilíbrios Financeiros (PEF) de cada um dos 50 cenários (25 de cada fábrica). O PEF é o ponto neutro de resultado, expresso em quantidade de produtos ou em equivalente em dinheiro, abaixo do qual uma empresa terá prejuízo e, acima, lucro. Também chamado de “ponto de ruptura ou *break-even-point*”, o PEF é a conjugação dos custos totais com as receitas totais (MARTINS, 2000).

A obtenção do PEF é relevante para o planejamento das operações de qualquer empreendimento. Com a informação sobre o mínimo a ser produzido e vendido para cobrir os custos fixos da fábrica é possível estabelecer metas de produção e venda de modo a evitar prejuízos cumulativamente.

Como técnica de análise estatística foi utilizado o modelo de regressão múltipla, já que os únicos itens financeiros que são variáveis no fluxo de caixa que influenciaram os resultados dos aferidores econômicos (VPL, TIR e *Payback*) foram respectivamente: o valor de compra da matéria-prima, o valor de venda do briquete e o imposto pago no faturamento bruto. Estas análises foram realizadas no sentido de oferecer as respectivas equações de regressões dos 25 fluxos de caixa gerados pela combinação de preço de compra da matéria-prima e preço de venda dos briquetes, de cada um dos modelos das fábricas propostos, gerando 50 tratamentos. O objetivo foi oferecer ao leitor a possibilidade de definir, com precisão, o VPL, a TIR e o *Payback* com diferentes combinações das variáveis regressoras (compra da matéria-prima; valor de venda do briquete e imposto pago).

Deve-se observar também que, como os valores dos impostos pagos são estabelecidos através de alíquotas percentuais sobre o faturamento das empresas (neste caso foram usados as faixas do Simples Nacional), para efeito de simplificação das análises dos dados e apresentação com menos parâmetros das equações de regressões, esses valores foram adicionados ao custo total da produção dos briquetes. Portanto, as regressões tiveram, para efeito prático, apenas duas variáveis dependentes (custo de compra da matéria-prima e o valor de venda do briquete).

Como estabelecemos que existe uma relação linear entre as variáveis  $Y$  (VPL, TIR e *Payback*) e  $X$  (o valor de compra da matéria-prima e o valor de venda do briquete), e que esta relação é satisfatória, podemos estimar a linha de regressão e resolver alguns problemas de inferência.

Neste estudo foram realizadas as análises dos Métodos dos Mínimos Quadrados (MMQ), visando obter as Análises de Variâncias (ANOVA) em todas as regressões estudadas com a suposição de que os erros têm distribuições normais. Entendemos que o MMQ é uma eficiente estratégia de estimação dos parâmetros da regressão e sua aplicação não é limitada apenas às relações lineares.

O objetivo do MMQ é estimar os parâmetros ( $\beta_0$  e  $\beta_1$ ) da regressão de modo que os desvios entre os valores observados e estimados sejam mínimos. Isso equivale a minimizar o comprimento do vetor de erros. Os valores de  $\beta_0$  e  $\beta_1$  são chamados de Estimadores de Mínimos Quadrados (EMQ). Desta maneira, torna-se imperioso estabelecer os resíduos ou erros, importante para se verificar os ajustes dos modelos. Para que esses ajustes sejam feitos, algumas propriedades dos mínimos quadrados são necessárias, como: i) a soma dos resíduos é sempre nula; ii) a soma dos valores observados é igual a soma dos valores ajustados e iii) a reta de regressão de mínimos quadrados passa pelos pontos médios de  $X$  e  $Y$ .

Assim como os parâmetros  $\beta_0$  e  $\beta_1$ , a variância ( $\sigma^2$ ) dos termos do erro precisa ser estimada. Isto é necessário, já que inferências a respeito da função de regressão e da predição de  $Y$  requerem uma estimativa da  $\sigma^2$ . Logo, a sua análise é fundamental para validar ou não a significância de um modelo de regressão. Também foi realizado um teste de hipóteses para avaliar se a variável explicativa tem correlação com a variável resposta (Teste F).

Além das análises estatísticas citadas, todos os parâmetros estudados foram submetidos ao teste de Kolmogorov-Smirnov para verificar se os valores de dados de uma determinada variável seguem ou não uma distribuição de médias e desvios-padrões calculados na mesma amostra (se eles têm distribuições normais). Os dados também foram submetidos ao teste de Cochran que é usado para verificação de homogeneidade de variâncias. Esses testes visam viabilizar a aplicação da análise de variância, que só poderá ser aplicada a um conjunto de observações se estiverem satisfeitas as pressuposições de independência, normalidade e variância constante (VIEIRA; HOFFMANN, 1989).

A combinação dos cinco valores de compra da matéria-prima e dos cinco valores de venda dos briquetes totalizando 25 combinações, e portanto gerando 25 pontos de análises para as regressões, foram estabelecidos dentro do intervalo atualmente

praticado no Brasil (venda de briquete) e na região do Baixo-Açu (compra da matéria-prima), apesar de a teoria econométrica estabelecer que para as análises de regressões lineares sejam apuradas, no mínimo, 30 observações aleatórias, visando a uma boa aderência e representatividade do fenômeno analisado.

O que tornaram suficientes as 25 observações de cada um dos casos desse estudo é o fato de nessa análise as variáveis expressarem uma relação direta com o fenômeno observado, o que nem sempre acontece. Numa análise do efeito do aumento de salários dos trabalhadores e a compra específica de algum produto, por exemplo, há uma dependência de inúmeros fatores (classe social, grau de instrução, grau de cultura, número de dependentes, sexo, idade, etc).

No caso da produção de briquetes no Baixo-Açu, o aumento de uma variável representa a mesma variação direta do aumento ou diminuição do fluxo de caixa. Ou seja: o aumento do valor da compra da matéria-prima (p.e. em R\$ 1,00) impacta negativamente na mesma proporção (R\$ 1,00) a receita líquida do fluxo de caixa, desde que mantida na análise o mesmo preço de venda do produto. Caso inverso, o aumento de R\$ 1,00 no preço de venda do briquete, impacta positivamente em R\$ 1,00 o fluxo de caixa desde que mantido o preço de compra da matéria-prima. Desta maneira, como são muito simétricas as simulações aqui estudadas, os 25 pontos estabelecidos para as regressões foram mais do que suficientes para dar uma total representatividade aos fenômenos estudados.

Os critérios de viabilidade econômico-financeira adotados para a análise dos dados extraídos do programa foram os seguintes: (i) VPL para 10 anos igual ou superior a 50% do valor imobilizado com a planta de produção de briquetes (R\$ 1.510.549,00); (ii) TIR superior à Taxa Mínima de Atratividade (TMA) estabelecida pelo plano de negócios (10% aa); (iii) *Payback* de no máximo 5 anos.

O programa utilizado para a obtenção dos valores da VPL, TIR, *Payback* e PEF foi o *Make Money*; para as análises estatísticas foi o *Action*, um *software* desenvolvido há 10 anos sobre plataforma R, largamente utilizado por ser gratuito e permitir que se trabalhe com o Excel de forma integrada.

## 11.5 Resultados

De acordo com os critérios expostos no tópico anterior, 14 dos 25 tratamentos feitos para fábrica-escola se mostraram bastante viáveis, com um VPL médio para 10 anos de R\$ 1.640.505,89, suficiente para comprar, com sobras, um novo parque fabril nas mesmas condições que o original, que exigiu cerca de R\$ 1.600.000,00 de investimento.

A TIR média também para 10 anos ficou em 29%, chegando a 40% no tratamento 25, o que significa uma expectativa quatro vezes superior à Taxa Mínima de Atratividade definida no plano de negócios do empreendimento.

O *Payback* descontado médio dos 14 tratamentos foi de 3,64 anos, abaixo dos 5% colocados como condição da viabilidade do negócio.

A razão de se ter incluído dois tratamentos com VPL correspondentes a pouco mais da metade do capital inicial investido se deve à análise global dos valores encontrados pelas três metodologias de avaliação utilizadas. Apesar significativamente menor que os dos demais, os VPLs dos tratamentos 18 e 23 representam mais da metade do capital investido; os dois apresentaram *Payback* sem 4 e 5 anos e Taxas Internas de Retorno superiores a 20%, o dobro da Taxa Mínima de Atratividade exigida para que a fábrica seja considerada viável.

A partir das simulações resumidas na Tabela 11.11 (fábrica-escola), pode-se concluir que:

- a) A venda da tonelada do briquete a R\$ 250,00 e R\$ 275,00 é inviável seja qual for o preço da matéria-prima apresentado nos cinco cenários do estudo;
- b) A venda da tonelada de briquete a R\$ 300,00 só é inviável se a matéria-prima for comprada a um valor situado em algum ponto acima de R\$ 56,00/t;
- c) A venda da tonelada de briquete por um valor igual ou superior a R\$ 325,00 tornam o empreendimento viável para todos os preços de matéria-prima considerados no estudo;
- d) A incidência de uma maior alíquota de imposto sobre os faturamentos não contribuiu para reduzir o nível de viabilidade – os tratamentos com os maiores preços de venda são os mais lucrativos, independentemente do imposto cobrado.

**Tabela 11.1 – Análise de viabilidade econômico-financeira da fábrica-escola de Ipanguaçu.**

Nº	TRATAMENTO		VPL (Valor Presente Líquido) R\$					TIR (Taxa Interna de Retorno)					PAYBACK	OBS*
	COMPRAS BIOMASSA	VENDAS BRIQUETE	ANOS					ANOS						
			R\$	5	10	15	20	5	10	15	20			
1	39,20	250,00	668.383,53	48.640,32	344.385,99	584.303,90	-7%	9%	13%	15%	7	I		
2	39,20	275,00	260.266,23	614.108,93	1.157.027,10	1.494.136,58	4%	18%	21%	22%	5	I		
3	39,20	300,00	152.128,13	1.283.677,33	1.986.280,35	2.422.541,05	14%	26%	28%	29%	4	V		
4	39,20	325,00	528.709,46	1.896.135,69	2.745.199,79	3.272.401,80	22%	33%	34%	35%	3	V		
5	39,20	350,00	932.362,78	2.551.765,91	3.557.287,84	4.181.637,85	30%	40%	41%	41%	3	V		
6	44,80	250,00	774.759,89	218.286,31	127.240,01	341.784,66	-11%	7%	11%	13%	8	I		
7	44,80	275,00	366.642,58	444.462,96	948.095,69	1.260.811,98	1%	16%	19%	20%	5	I		
8	44,80	300,00	45.748,78	1.114.028,36	1.777.345,93	2.189.213,96	11%	24%	26%	27%	4	V		
9	44,80	325,00	422.333,11	1.726.489,72	2.536.288,37	3.039.077,20	19%	31%	33%	33%	4	V		
10	44,80	350,00	825.987,57	2.382.121,08	3.348.357,56	3.948.314,39	28%	38%	39%	39%	3	V		
11	50,40	250,00	881.136,24	387.932,27	81.691,41	113.460,07	-14%	4%	9%	11%	8	I		
12	50,40	275,00	475.018,93	274.817,00	739.164,27	1.027.487,39	-2%	14%	17%	18%	6	I		
13	50,40	300,00	60.627,56	944.382,40	1.568.414,52	1.955.889,36	9%	22%	24%	25%	4	V		
14	50,40	325,00	315.956,77	1.556.843,78	2.327.336,98	2.805.752,64	17%	29%	31%	31%	4	V		

**Tabela 11.11** – Análise de viabilidade econômico-financeira da fábrica-escola de Ipanguaçu (continuação).

Nº	TRATAMENTO		VPL (Valor Presente Líquido) R\$					TIR (Taxa Interna de Retorno)					PAYBACK	OBS*
	COMPRAS BIOMASSA	VENDA BRIQUETE	ANOS					ANOS						
			R\$	5	10	15	20	5	10	15	20			
15	50,40	350,00	719.610,07	2.212.473,96	3.139.424,98	3.714.988,63	26%	36%	37%	38%	3	V		
16	56,00	250,00	987.512,59	557.578,24	290.622,83	124.864,52	-17%	2%	7%	9%	10	I		
17	56,00	275,00	579.395,27	105.171,03	530.232,85	794.162,80	-5%	11%	15%	16%	6	I		
18	56,00	300,00	167.003,91	774.736,44	1.359.483,04	1.722.564,77	6%	20%	23%	23%	5	V		
19	56,00	325,00	209.580,41	1.387.197,80	2.118.405,54	2.572.428,02	15%	27%	29%	29%	4	V		
20	56,00	350,00	613.029,03	2.042.496,21	2.930.082,86	3.481.204,34	23%	34%	36%	36%	3	V		
21	61,60	250,00	1.093.888,92	727.224,18	499.554,22	358.028,55	-21%	-1%	5%	7%	11	I		
22	61,60	275,00	685.771,62	64.474,93	321.301,44	560.838,21	-8%	9%	13%	15%	7	I		
23	61,60	300,00	273.380,26	605.090,47	1.150.551,68	1.489.240,18	3%	18%	21%	22%	5	I		
24	61,60	325,00	107.204,56	1.221.551,83	1.913.474,12	2.343.103,43	12%	25%	27%	28%	4	V		
25	61,60	350,00	506.857,38	1.873.182,05	2.721.562,17	3.248.339,48	21%	32%	34%	34%	3	V		

Fonte: Tavares (2013).

O menor Ponto de Equilíbrio Financeiro das 25 simulações da fábrica-escola é alcançado em quatro meses e, o maior, em pouco mais de oito meses. O tempo médio obtido para se conseguir empatar despesas com receitas na fábrica-escola é de 5,7 meses, conforme a Tabela 11.12<sup>18</sup>.

No seu estudo sobre a viabilidade econômico-financeira para a briquetagem de resíduos vegetais, Filippetto (2008) fez projeções para três modelos de fábrica, nos quais o PEF, calculado em percentual de produtos produzidos durante o ano, é alcançado, no primeiro ano de funcionamento entre 7 e 8 meses no primeiro ano e entre 4 e 5 meses no 10º ano de operação; Hoffelder (2011), encontrou um PEF de 33 % da produção em uma fábrica de *pellets* no Município de Ribeirão Preto, em São Paulo o que, considerando o total produzido por ano, equivale a pouco mais de três meses de faturamento. Esses resultados são coerentes com os encontrados para a fábrica-escola.

**Tabela 11.12** – Ponto de Equilíbrio Financeiro da fábrica-escola.

FLUXO DE CAIXA ANUAL					
TRAT	RECEITAS BRUTAS R\$	CUSTOS TOTAIS R\$		PONTO DE EQUILÍBRIO FINANCEIRO R\$	TEMPO PARA O PEF (meses)
		FIXOS	VARIÁVEIS		
1	1.200.000,00	354.223,04	582.480,00	688.346,37	6,9
2	1.320.000,00	354.223,04	594.300,00	644.308,14	5,9
3	1.440.000,00	354.223,04	605.040,00	610.904,93	5,1
4	1.560.000,00	354.223,04	624.828,00	590.894,45	4,6
5	1.680.000,00	354.223,04	637.776,00	570.985,42	4,1
6	1.200.000,00	354.223,04	609.360,00	719.672,99	7,2
7	1.320.000,00	354.223,04	621.180,00	669.091,35	6,1
8	1.440.000,00	354.223,04	631.920,00	631.226,10	5,3
9	1.560.000,00	354.223,04	651.708,00	608.381,39	4,7
10	1.680.000,00	354.223,04	664.656,00	586.101,57	4,2
11	1.200.000,00	354.223,04	636.240,00	753.986,90	7,5

<sup>18</sup> Normalmente o PEF é expresso em porcentagens. Porém, como este estudo considera uma produção constante mensal de 400 toneladas desde o início da entrada em operação da fábrica, optou-se em dividir os custos totais anuais de produção pelo faturamento mensal bruto esperado, que também é fixo (de R\$ 100 mil a R\$ 140 mil, considerando as cinco faixas de preço de venda da tonelada do briquete), expressando assim o PEF em meses.

**Tabela 11.12** – Ponto de Equilíbrio Financeiro da fábrica-escola (continuação).

FLUXO DE CAIXA ANUAL					
TRAT	RECEITAS BRUTAS R\$	CUSTOS TOTAIS R\$		PONTO DE EQUILÍBRIO FINANCEIRO R\$	TEMPO PARA O PEF (meses)
		FIXOS	VARIÁVEIS		
12	1.320.000,00	354.223,04	648.060,00	695.857,39	6,3
13	1.440.000,00	354.223,04	658.800,00	652.945,70	5,4
14	1.560.000,00	354.223,04	678.588,00	626.934,90	4,8
15	1.680.000,00	354.223,04	691.536,00	602.039,85	4,3
16	1.200.000,00	354.223,04	663.120,00	791.736,80	7,9
17	1.320.000,00	354.223,04	674.940,00	724.854,15	6,6
18	1.440.000,00	354.223,04	685.680,00	676.213,26	5,6
19	1.560.000,00	354.223,04	705.468,00	646.655,65	5,0
20	1.680.000,00	354.223,04	718.416,00	618.869,19	4,4
21	1.200.000,00	354.223,04	690.000,00	833.465,99	8,3
22	1.320.000,00	354.223,04	701.820,00	756.372,61	6,9
23	1.440.000,00	354.223,04	712.560,00	701.200,35	5,8
24	1.560.000,00	354.223,04	732.348,00	667.657,36	5,1
25	1.680.000,00	354.223,04	745.296,00	636.666,49	4,6
MÉDIA					5,70

Fonte: Tavares (2013).

Quanto aos resultados obtidos da análise de viabilidade da fábrica x, cuja simulação está ilustrada pela Tabela 11.13, observa-se que pelos critérios definidos em 11.3 o empreendimento se mostra bastante viável no prazo de 10 anos, em 19 dos 25 tratamentos do fluxo de caixa.

A média dos VPL viáveis ficou em R\$ 1.861.019,00, valor que dá para comprar mais de uma fábrica do mesmo porte, cujo investimento inicial gira em torno de R\$ 1.300,00, com pequenas variações nas simulações feitas.

A TIR média encontrada é de 36%, mais do dobro da TMA requerida;

O retorno do capital investido se dá em 3,26 anos, prazo também abaixo do limite inferior estabelecido.

A análise dos dados relativos a fábrica x (Tabelas 11.13 e 11.14) nos permitem concluir que:

- a) A venda da tonelada do briquete a R\$ 250,00 é inviável seja qual for o preço da matéria-prima apresentado nos cinco cenários do estudo;
- b) A venda da tonelada de briquete a R\$ 275,00 só é inviável se a matéria-prima for comprada a um valor situado em ponto acima de R\$ 56,00/t;
- c) A venda da tonelada de briquete por um valor igual ou superior a R\$ 300,00 tornam o empreendimento viável para todos os preços de matéria-prima considerados no estudo.
- d) A incidência de uma maior alíquota de impostos sobre os faturamentos não contribuiu para reduzir o nível de viabilidade – os tratamentos com os maiores preços de venda são os mais lucrativos, independentemente do imposto cobrado.

Assim como na fábrica-escola, o Ponto de Equilíbrio Financeiro das 25 simulações da fábrica x é alcançado no tempo médio de cinco meses, com uma pequena variação a menor, conforme a Tabela 11.14. Alguns tratamentos registraram um PEF em menos de quatro meses, o que também é coerente com outros estudos realizados no segmento de biocombustíveis adensados.

Tabela 11.13 – Análise de viabilidade econômica da fábrica x.v

Nº	TRATAMENTO		VPL (valor Presente Líquido) R\$					TIR (Taxa Interna de Retorno)					PAYBACK	OBS*
	COMPRA BIOMASSA	VENDA BRIQUETE	ANOS					ANOS						
			R\$	5	10	15	20	5	10	15	20			
1	39,20	250,00	205.383,72	502.033,10	941.283,28	1.208.646,94	4%	18%	21%	22%	5	I		
2	39,20	275,00	203.718,59	1.165.767,36	1.763.123,96	2.128.498,73	16%	28%	30%	30%	4	V		
3	39,20	300,00	567.876,36	1.756.594,18	2.494.694,42	2.949.386,79	25%	36%	37%	37%	3	V		
4	39,20	325,00	995.238,28	2.450.338,13	3.353.840,65	3.909.307,95	36%	45%	46%	46%	3	V		
5	39,20	350,00	1.399.970,58	3.107.047,32	4.167.007,67	4.819.625,01	46%	53%	54%	54%	2	V		
6	44,80	250,00	309.520,07	334.627,13	734.591,86	977.401,82	1%	16%	19%	20%	5	I		
7	44,80	275,00	99.582,24	998.361,40	1.556.432,54	1.897.414,14	13%	25%	28%	28%	4	V		
8	44,80	300,00	893.350,93	2.285.181,16	3.149.398,23	3.665.576,48	34%	43%	44%	44%	3	V		
9	44,80	325,00	549.931,12	1.729.921,12	2.462.602,08	2.925.380,55	25%	35%	37%	37%	3	V		
10	44,80	350,00	1.295.834,23	2.939.641,36	3.960.316,25	4.588.538,38	43%	51%	52%	52%	2	V		
11	50,40	250,00	413.656,42	167.221,17	527.900,45	746.317,22	-3%	13%	16%	18%	6	I		
12	50,40	275,00	4.554,11	830.955,44	1.349.741,13	1.666.329,55	10%	23%	25%	26%	4	V		
13	50,40	300,00	408.732,26	1.501.415,84	2.179.886,37	2.595.620,57	21%	32%	34%	34%	3	V		
14	50,40	325,00	786.965,58	2.115.526,20	2.940.457,81	3.447.140,46	31%	40%	41%	42%	3	V		

**Tabela 11.13** – Análise de viabilidade econômica da fábrica x (continuação).

Nº	TRATAMENTO		VPL (valor Presente Líquido) R\$					TIR (Taxa Interna de Retorno)					PAYBACK	OBS*
	COMPRAS BIOMASSA	VENDAS BRIQUETE	ANOS					ANOS						
			R\$	5	10	15	20	5	10	15	20			
15	50,40	350,00	1.191.697,89	2.772.235,40	3.753.624,84	4.357.453,79	41%	49%	49%	50%	3	V		
16	56,00	250,00	517.792,77	184,80	321.209,03	515.232,63	7%	10%	14%	15%	7	I		
17	56,00	275,00	108.690,45	663.549,47	1.143.049,71	1.435.244,95	7%	21%	23%	24%	5	V		
18	56,00	300,00	304.595,91	1.334.009,88	1.973.194,96	2.364.541,93	18%	30%	32%	32%	4	V		
19	56,00	325,00	682.829,23	1.948.120,23	2.733.766,40	3.216.054,17	28%	38%	39%	40%	3	V		
20	56,00	350,00	1.087.561,54	2.604.829,43	3.546.933,42	4.120.278,85	38%	46%	47%	48%	3	V		
21	61,60	250,00	621.929,12	167.590,76	114.517,61	284.308,57	-10%	7%	11%	13%	8	I		
22	61,60	275,00	212.826,80	496.143,51	936.358,29	1.204.160,36	4%	18%	21%	22%	5	I		
23	61,60	300,00	200.459,56	1.166.603,91	1.766.503,54	2.133.457,33	16%	28%	30%	30%	4	V		
24	61,60	325,00	437.493,66	1.551.841,43	2.243.763,73	2.673.393,04	22%	33%	34%	35%	3	V		
25	61,60	350,00	983.425,19	2.437.423,47	3.340.242,00	3.895.286,64	36%	44%	45%	45%	3	V		

Nota: I = inviável e V = viável.  
Fonte: Iavares (2013).

**Tabela 11.14** – Ponto de Equilíbrio Financeiro da fábrica x.

FLUXO DE CAIXA ANUAL					
TRAT	RECEITAS BRUTAS (R\$)	CUSTOS TOTAIS (R\$)		PONTO DE EQUILÍBRIO FINANCEIRO (R\$)	TEMPO PARA O PEF (meses)
		FIXOS	VARIÁVEIS		
1	1.200.000,00	316.974,96	582.480,00	615.963,94	6,16
2	1.320.000,00	316.974,96	594.300,00	576.556,51	5,24
3	1.440.000,00	316.974,96	605.040,00	555.284,75	4,63
4	1.560.000,00	316.974,96	624.828,00	528.759,49	4,07
5	1.680.000,00	316.974,96	637.776,00	510.943,98	3,65
6	1.200.000,00	316.974,96	609.360,00	643.996,43	6,44
7	1.320.000,00	316.974,96	621.180,00	598.733,66	5,44
8	1.440.000,00	316.974,96	631.920,00	564.850,09	4,71
9	1.560.000,00	316.974,96	651.708,00	544.407,60	4,19
10	1.680.000,00	316.974,96	664.656,00	524.470,60	3,75
11	1.200.000,00	316.974,96	636.240,00	674.702,09	6,75
12	1.320.000,00	316.974,96	648.060,00	622.685,15	5,66
13	1.440.000,00	316.974,96	658.800,00	584.285,79	4,87
14	1.560.000,00	316.974,96	678.588,00	561.010,14	4,32
15	1.680.000,00	316.974,96	691.536,00	538.732,90	3,85
16	1.200.000,00	316.974,96	663.120,00	708.482,44	7,08
17	1.320.000,00	316.974,96	674.940,00	648.632,77	5,90
18	1.440.000,00	316.974,96	685.680,00	605.106,67	5,04
19	1.560.000,00	316.974,96	705.468,00	578.657,17	4,45
20	1.680.000,00	316.974,96	718.416,00	553.792,57	3,96
21	1.200.000,00	316.974,96	690.000,00	745.823,63	7,46
22	1.320.000,00	316.974,96	701.820,00	676.836,94	6,15
23	1.440.000,00	316.974,96	712.560,00	627.466,27	5,23
24	1.560.000,00	316.974,96	732.348,00	597.450,46	4,60
25	1.680.000,00	316.974,96	745.296,00	569.718,41	4,07
MÉDIA					5,1

Fonte: Tavares (2013).

### 11.5.1 Comparação dos resultados das análises das duas fábricas

Os resultados da análise dos fluxos de caixa indicam que ambos os empreendimentos são bastante viáveis. No entanto, devido ao seu nível de investimento menor e a redução de suas despesas administrativas com a retirada dos *royalties* ao IFRN, a fábrica x possui uma viabilidade superior à da fábrica-escola. Ela apresenta ao final de 10 anos, na maioria dos tratamentos, um excedente maior de recursos disponíveis suficientes para comprar outra fábrica igual e indica uma remuneração do investimento com taxas ainda maiores do que as obtidas na fábrica do *Campus Ipanguaçu*, ainda que estas também sejam bem superiores à Taxa Mínima de Atratividade, estabelecida em 10%.

Numa perspectiva de 10 anos, os 25 tratamentos da fábrica x apresentaram apenas dois VPL negativos, contra seis da fábrica-escola; apenas uma TIR abaixo da TMA de 10% a estabelecida, contra seis da análise anterior e 22 dos 25 *Paybacks* iguais ou inferiores a 5 anos, ao passo que na fábrica-escola houve 5 tratamentos em que este indicador ficou acima do desejado.

Diante das características do fluxo de caixa de cada um dos modelos de empreendimento, as análises realizadas permitem concluir que a fábrica-escola possui uma flexibilidade menor na definição do preço de venda do seu produto, pois quando a matéria-prima alcança seu maior preço (R\$ 61,60/t) o valor de R\$ 300,00 já não é viável economicamente, o que não acontece com a fábrica x, que consegue vender seu produto a esse valor com todos os preços da matéria-prima dos cinco cenários.

### 11.5.2 Resultados das análises estatísticas

Os modelos de regressões lineares, sejam eles simples ou múltiplos, são a base do modelo estatístico econométrico, devido ao fato de que as relações entre variáveis econômicas, são, em geral, inexatas, ou seja, não existe uma relação exata ou determinística entre elas.

Visando levar em conta as relações inexatas entre as variáveis econômicas, torna-se necessário conhecer o distúrbio ou termo de erro ( $u$ ) que represente bem todos os fatores que afetam a variável dependente ou regressando. Ou seja, a função dependente econométrica baseia-se na hipótese de que a variável dependente  $Y$  se relaciona linearmente com a variável independente ou explanatória  $X$ , mas a relação entre ambas não é exata: está sujeita a variações individuais. O termo de erro  $u$

pode representar bem todos esses fatores que afetam a variável dependente, mas que não são levadas em conta explicitamente (GUJARATI; PORTER, 2011).

Nas Tabelas 11.15 e 11.16 encontram-se as equações de regressões lineares múltiplas para os valores encontrados para o *Payback*, para o VPL e para a TIR em 5, 10, 15 e 20 anos. Para se obter estas equações, os dados calculados desses três aferidores, para todos os tratamentos foram agrupados em planilhas eletrônicas. Posteriormente, foram calculadas as regressões, bem como os parâmetros estatísticos das mesmas (análise de variância; coeficientes da regressão e R2 ajustado) com a ajuda do *software* estatístico *Action*.

**Tabela 11.15** – Análise de regressão linear múltipla dos valores de VPL, TIR e *Payback* da fábrica-escola de briquetes de Ipangaçu.

AFERIDOR	EQUAÇÕES DE REGRESSÃO	R <sup>2</sup> AJUSTADO
VPL 5	$Y = - 3.909.690,48 - 18.967,96 \text{ CB} + 15.966,35 \text{ VB}$	0,9998
VPL 10	$Y = - 5.334.509,82 - 30.266,56 \text{ CB} + 25.934,03 \text{ VB}$	0,9998
VPL 15	$Y = - 6.212.329,61 - 37.340,78 \text{ CB} + 32.111,02 \text{ VB}$	0,9998
VPL 20	$Y = - 6.758.387,21 - 41.702,73 \text{ CB} + 35.944,79 \text{ VB}$	0,9998
TIR 5	$Y = - 85,96 - 0,49 \text{ CB} + 0,39 \text{ VB}$	0,9916
TIR 10	$Y = - 54,40 - 0,39 \text{ CB} + 0,32 \text{ VB}$	0,9944
TIR 15	$Y = - 44,44 - 0,33 \text{ CB} + 0,28 \text{ VB}$	0,9969
TIR 20	$Y = - 38,42 - 0,33 \text{ CB} + 0,26 \text{ VB}$	0,9977
<i>Payback</i>	$Y = 16,88 + 0,0765 \text{ CB} - 0,053456 \text{ VB}$	0,8299

Fonte: Tavares (2013).

**Tabela 11.16** – Análise de regressão linear múltipla dos valores de VPL, TIR e *Payback* da fábrica de briquetes x.

AFERIDOR	EQUAÇÕES DE REGRESSÃO	R <sup>2</sup> AJUSTADO
VPL 5	$Y = - 3.321.660,12 - 19.393,82 \text{ CB} + 15.623,02 \text{ VB}$	0,9622
VPL 10	$Y = - 4.566.419,95 - 31.186,16 \text{ CB} + 25.352,89 \text{ VB}$	0,9622
VPL 15	$Y = - 5.339.317,86 - 38.508,27 \text{ CB} + 31.394,36 \text{ VB}$	0,9623
VPL 20	$Y = - 5.826.697,18 - 43.045,28 \text{ CB} + 35.150,54 \text{ VB}$	0,9635
TIR 5	$Y = - 80,31 - 0,54 \text{ CB} + 0,42 \text{ VB}$	0,9610
TIR 10	$Y = - 51,24 - 0,44 \text{ CB} + 0,35 \text{ VB}$	0,9621
TIR 15	$Y = - 42,89 - 0,41 \text{ CB} + 0,32 \text{ VB}$	0,9625
TIR 20	$Y = - 40,07 - 0,39 \text{ CB} + 0,31 \text{ VB}$	0,9625
<i>Payback</i>	$Y = 11,06 + 0,05 \text{ CB} - 0,03 \text{ VB}$	0,8526

Fonte: Tavares (2013).

Conforme citado anteriormente, apenas três parâmetros econômicos (o valor de compra da matéria-prima = biomassa (CB); o valor de venda do briquete (VB) e o imposto pago no faturamento bruto), variaram em relação aos fluxos de caixas estabelecidos para os 25 tratamentos estudados (cinco preços de compra da matéria-prima X cinco preços de venda do briquete). Como a variação do imposto é extremamente pequena entre as faixas de faturamento bruto, podemos assumir que na análise de variância a soma de quadrados e, conseqüentemente, os quadrados médios decorrentes desta variável (imposto pago) como causa de variação da regressão com 1° de liberdade, é muito pouco expressiva em relação às outras duas causas de variações (preço de compra da biomassa e preço de venda do briquete). Logo, o seu valor foi incorporado ao custo de produção do briquete para simplificar o modelo de regressão múltipla ao modelo mais simples que é a regressão múltipla de três variáveis (1 dependente e 2 independentes). Além de facilitar o emprego das regressões, a incorporação desta variável facilita também a apresentação gráfica tridimensional dos aferidores trabalhados, sem queda nenhuma da qualidade das análises estatísticas.

O modelo de regressão múltipla utilizado neste estudo é expresso pela equação abaixo:

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + u_i \quad [7]$$

Onde:

- $Y_i$  = Variável dependente (VPL ou TIR);
- $X_{2i}$  e  $X_{3i}$  = Variáveis independentes, explanatórias ou regressores (CB e VB);
- $u_i$  = Termo de erro estocástico;
- $i$  = indicador da i-ésima observação;
- $\beta_1$  = intercepto (valor médio de Y quando  $X_{2i}$  e  $X_{3i}$  são iguais a zero);
- $\beta_2$  e  $\beta_3$  = coeficientes angulares (coeficientes parciais da regressão).

Para fins de entendimento, tomemos como um exemplo de interpretação a equação de regressão da Tabela 12.15 com o aferidor econômico VPL 5 anos. Neste exemplo, se tanto a CB (Compra da Biomassa) como a VB (Venda do Briquete) forem fixados com valor zero, o valor médio do intercepto ( $\beta_1 = -3.909.690,48$ ) da VPL seria negativo. No caso exemplificado, o intercepto não passa pela origem, e como os cálculos do fluxo de caixa que compõem a determinação dos aferidores econômicos apresentam outros custos (custo de pessoal, administração, etc...) eles têm a tendência de apresentarem valores negativos no intercepto.

Obviamente, essa interpretação mecânica do intercepto não faz muito sentido econômico no caso presente, porque o valor zero para compra de biomassa e/ou para venda do briquete não representa uma situação provável. Como se vê, muitas vezes o intercepto não faz muito sentido econômico. Portanto, na prática, o intercepto pode não ter uma boa interpretação econômico-financeira. O valor mais importante para análise são os coeficientes angulares.

O coeficiente de regressão parcial  $\beta_2$  de -18.967,96 significa que, mantidas constantes todas as demais variáveis, um aumento do valor da compra da biomassa (p.e. em R\$ 1,00) é acompanhado de uma diminuição do VPL de R\$ 18.967,96 no período estabelecido. Em relação ao coeficiente  $\beta_3$  (15.996,35), tem-se um efeito contrário: o aumento do valor de venda do briquete (p.e. em R\$ 1,00) é acompanhado do aumento do aferidor VPL em R\$ 15.996,35. O valor de  $R^2$ , de 0,9998 mostra que as duas variáveis explanatórias são responsáveis por mais de 99% da variação do aferidor VPL.

Como foi estudada a análise de regressão sob o ponto de vista da análise de variância, foi possível observar se os coeficientes angulares  $\beta_2$  e  $\beta_3$  foram ou não iguais a zero. Se os coeficientes  $\beta_2$  e  $\beta_3$  forem de fato zero ( $H_0: \beta_2$  e  $\beta_3 = 0$ ), as variáveis explanatórias de X não têm nenhuma influência linear sobre Y e toda a variação de Y é explicada pelos distúrbios aleatórios. Se, por outro lado, os coeficientes  $\beta_2$  e  $\beta_3$  não forem zero ( $H_1: \beta_2$  e  $\beta_3 \neq 0$ ), parte da variação de Y será atribuída a X.

Assim, os testes t e F oferecem duas formas alternativas, mas complementares, de testar as hipóteses nulas. Para o modelo de regressão de duas variáveis, somente o teste t faz-se necessário para verificar as hipóteses estatísticas, não havendo a necessidade de se recorrer ao teste F, mas quando tratamos do tema regressões múltiplas, o teste F tem várias aplicações úteis e poderosas para verificar essas hipóteses.

Se a hipótese nula como  $\beta_2 = \beta_3 = 0$  pode ser testada pela técnica de análise de variâncias e o teste F concomitante, e estas são as melhores técnicas para analisar se aceitamos ou não a hipótese de nulidade em regressões múltiplas, no nosso exemplo, a análise de variâncias que tem distribuição F com 2 e 22 graus de liberdade, obteve os valores de  $F_{\text{calculado}}$  (7.363,63 para CB e 103.983,85 para VB)  $> F_{\text{tabelado}}$  (3,44). Isso indica que os valores calculados de F, obviamente, foram altamente significativos e desta maneira podemos rejeitar a hipótese nula que  $\beta_2 = \beta_3 = 0$ , isto é, que o aferidor  $VPL_{5 \text{ anos}}$  não é linearmente relacionado com os valores

de compra da biomassa e venda do briquete. Deste modo, aceitamos a hipótese alternativa ( $H_1$ ) de que são diferentes.

Essa mesma linha de análise e raciocínio serve para as tabelas de regressão 12.15 e 12.16, para todos os parâmetros  $Y$  (VPL, TIR e Payback), nos cinco intervalos de tempo (5, 10, 15 e 20 anos) apresentados para as duas fábricas estudadas (FBI e FBC).

Por fim, observa-se que o erro estocástico não está expresso nas equações por ter se mostrado insignificante.

## 11.6 Conclusão

A análise realizada demonstrou assim que a implantação de um *cluster* de produção de briquetes na região do Baixo-Açu mostrou-se viável nesse estudo, tanto para a fábrica-escola quanto para a fábrica hipotética chamada de fábrica  $x$ .

As análises dos 50 fluxos de caixa da fábrica-escola e da fábrica  $x$  comprovaram retorno do capital investido (*Payback*) em cinco ou menos anos; Taxas Internas de Retorno bem acima de 10% aa e VPLs bastante próximos do valor do investimento inicial, no décimo ano de operação da fábrica, muitos até superando-os.

Entre os maiores gastos, destacam-se aqueles feitos com frete (média de 28%); em segundo lugar vêm as despesas com compra de matéria-prima (média de 23%).

Constatou-se que para a fábrica-escola o valor de venda da tonelada de briquete a R\$ 250,00 e a R\$ 275,00 é inviável para os cinco preços de matéria-prima estudados; a venda por R\$ 300,00 só não é viável a partir de certo ponto da faixa de preço da matéria-prima acima R\$ 56,00/t, chegando a R\$ 61,60/t já inviável. A venda da tonelada de briquete por um valor igual ou superior a R\$ 325,00 tornam o empreendimento viável para todos os preços de matéria-prima considerados no estudo.

Para a fábrica  $x$  apenas a venda a R\$ 250,00 torna o negócio inviável em todas as simulações; a venda a R\$ 275,00 só é inviável a partir de certo ponto da faixa de preço da matéria-prima acima R\$ 56,00/t, chegando a R\$ 61,60/t já inviável. A venda da tonelada de briquete por um valor igual ou superior a R\$ 300,00 tornam o empreendimento viável para todos os preços de matéria-prima considerados no estudo.

A incidência de uma maior alíquota de imposto sobre os faturamentos não contribuiu para reduzir o nível de viabilidade – os tratamentos com os maiores preços de venda são os mais lucrativos, independentemente do imposto cobrado.

Para evitar problemas com a elevação continuada de preços das matérias-primas, tais como o relatado pelo Sr. Luís Carlos Vieira, proprietário da Fábrica Leneco, que começou recebendo a serragem de madeira como doação e hoje paga R\$ 20,00/t, é recomendável que se estabeleça contratos de fornecimentos garantindo o preço por um período de tempo considerável de modo a permitir a gestão dos custos de produção.

Em relação ao capim-elefante, além do contrato de fornecimento, é recomendável que as plantações se localizem o mais perto possível da fábrica, para reduzir ao máximo os custos com transporte.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALAKANGAS, E. **Wood pellets in Finland: technology, economy and market**. Jyväskylä: Technical Research Center of Finland, 2002. OPET 5. VTT

CHIAVENATTO, I. **Empreendedorismo: dando asas ao espírito empreendedor**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2007.

EMBRAPA. **Briquetagem e peletização de resíduos florestais**. Folder. Brasília: Embrapa Agroenergia, 2012.

FILIPPETTO, D. **Briquetagem de resíduos vegetais: viabilidade técnico-econômica e potencial de mercado**. 2008. Dissertação (Mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

GENTIL, L. V. B. **Tecnologia e economia do briquete de madeira**. 2008. 197 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade de Brasília, Brasília.

HOFFELDER, J. **Pellets de bagaço de cana na matriz energética**. 41 f. Trabalho de conclusão (Bacharelado de Engenharia Química). – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/37074>>. Acesso em: 12 ago. 2009.

MARTINS, E. **Contabilidade de custos**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

ROSÁRIO, L. M. **Briquetagem visando utilização de resíduos de uma serraria**. 37 f. 2011. Trabalho de Conclusão do Curso (Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Espírito Santo. Jerônimo Monteiro.

ROSSILO-CALLE, F. Uma breve análise do potencial da biomassa no Brasil. **Revista Biomassa & Energia**, V 1, N 3, 2004, p. 225–236.

SERRANO, D. M. C. **Avaliação do Potencial de Produção e Exportação de Pellets Combustível no Polo Florestal da Região Sul do Brasil**. 2009. 104 f. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.. Disponível em <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000471207>>. Acesso em 13 dez. 2012.

VIEIRA, S.; HOFFMANN, R. **Estatística experimental**. São Paulo: Editora Atlas, 1989.

ZAKRISSON, M. **A comparison of international pellet production costs**. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences, 2002. (Examensarbeten, 39).