



Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP
Escola de Minas
Departamento de Engenharia de Produção
Administração e Economia - DEPRO



Análise de viabilidade econômica da implantação de uma indústria de reciclagem de embalagens de PET na região de Ouro Preto

MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Ricardo Oliveira Alves

Ouro Preto
Dezembro de 2003

Ricardo Oliveira Alves

Análise de viabilidade econômica da implantação de uma indústria de
reciclagem de embalagens de PET na região de Ouro Preto

Monografia apresentada ao Curso de
Engenharia de Produção da Universidade
Federal de Ouro Preto como parte dos
requisitos para a obtenção do Grau em
Engenheiro de Produção.

Orientadores: José Francisco do Prado Filho
Jorge Brécia Murta
Sebastião Nepomuceno

Ouro Preto
Dezembro de 2003

AGRADECIMENTO

Agradeço aos professores orientadores José Francisco, Jorge e Sebastião, que direcionaram e somaram conhecimentos para este trabalho e à Tatiana pelo apoio.

RESUMO

A destinação de resíduos sólidos domésticos representa hoje uma grande preocupação para governantes, empresas e a população de um modo geral. Das formas de destinação utilizadas, a reciclagem reúne maiores vantagens. Deste modo, o presente trabalho visa analisar a viabilidade da implantação de uma indústria de reciclagem de PET, proposta esta que envolve quatro critérios essenciais e que serão analisados ao longo do presente trabalho. São eles: uma fonte contínua de resíduos apropriados, tecnologia para reciclagem, aplicações e mercado para os produtos reciclados e um empreendimento viável.

Palavras-chave: PET, resíduos sólidos, reciclagem, viabilidade econômica

ABSTRACT

Nowadays, the residues destination represents a big concern for governments, enterprises and for all population. Among the destination process used, the recycling is the best one, in the present. So, this present paper aims to analyse a PET recycling industry installation feasibility. This feasibility includes four criterions, that will be discussed soon: a continuous garbage resource, recycling technology, market applications for recycled products and feasible enterprise.

Key words: PET, solid residues, recycling, economic feasibility

SUMÁRIO

1. Introdução.....	11
1.1. Origem do trabalho.....	12
1.2. Importância do trabalho.....	13
1.3. Objetivos.....	13
1.3.1. Objetivo Geral.....	13
1.3.2. Objetivo específico.....	13
1.4. Limitações do trabalho.....	14
2. O PET e sua utilização.....	15
3. Aspectos ambientais dos resíduos sólidos.....	19
4. Caracterização da reciclagem	22
5. Metodologia.....	25
6. Análise de Viabilidade Técnica	26
7. Análise de Viabilidade Comercial.....	29
7.1 O Mercado de Reciclagem.....	29
7.2 Clientes.....	30
7.3 Concorrência	31
7.4 Aquisição de matéria -prima.....	31
8. Análise de Viabilidade Jurídico-Ambiental.....	34
9. Análise de Viabilidade Econômica.....	36
9.1 Investimento Inicial.....	36
9.2 Previsão de DRE	37
9.3 Índices Econômicos.....	41
9.4 GAO.....	43
10. Análise de Viabilidade Financeira.....	45
10.1 Fluxo de Caixa	45
10.2 TIR.....	46
10.3 VAU.....	47
10.4 Análise de Sensibilidade.....	48
11. Análise dos Resultados.....	50
12. Recomendações.....	53
13. Referências Bibliográficas	54

ESTRUTURA DO TRABALHO

O capítulo 1 apresenta a importância, a origem os objetivos e as limitações do trabalho.

O capítulo 2 apresenta a origem do PET, ou seja, o histórico de sua descoberta e utilização. Descreve sua composição química, suas características físico-químicas e a larga empregabilidade na indústria atual, devido às suas vantagens, principalmente, quando empregado em embalagens.

No capítulo 3, é apresentada a definição e a classificação dos resíduos sólidos em função de sua origem e de acordo com a classificação da ABNT. Apresenta também algumas de suas características e as formas de destinação de resíduos sólidos, bem como os principais impactos no meio ambiente causado por cada uma delas.

O Capítulo 4 apresenta o conceito de reciclagem e seus benefícios em relação às esferas sociais, econômicas e ambientais. Apresenta uma classificação dos processos de reciclagem de plástico e suas características.

O capítulo 5 apresenta a metodologia utilizada na presente trabalho e as diversas fontes utilizadas ao longo dele.

O capítulo 6 apresenta a metodologia de desenvolvimento de uma tecnologia de reciclagem, os fabricantes de equipamentos existentes e o processo que se propõe que seja utilizado.

O capítulo 7 discute a situação atual do mercado de reciclagem de PET, no que diz respeito aos principais clientes, competidores, potenciais fornecedores e a disponibilidade de matéria-prima.

O capítulo 8 apresenta a questão do licenciamento ambiental e o sistema de tratamento de resíduos desenvolvido para atender às determinações legais.

O capítulo 9 apresenta uma análise de viabilidade econômica, através do levantamento do investimento inicial, da previsão de custos e despesas e da Demonstração de Resultado de Exercício. Uma vez obtido lucro, obtém-se alguns índices econômicos e a alavancagem operacional.

O capítulo 10 apresenta análise de viabilidade financeira, através do fluxo de caixa, da Taxa Interna de Retorno e do Valor Anual Uniforme.

O capítulo 11 apresenta os resultados das análises feitas ao longo do trabalho e conclusões obtidas.

LISTA DE SIGLAS

ABEPET	Associação Brasileira dos Fabricantes de Embalagem de PET
ABIPLAST	Associação Brasileira da Indústria de Plástico
ASMARE	Associação dos catadores de papel, papelão e material reaproveitável
CODEMA	Conselho Municipal de Desenvolvimento Ambiental
COFINS	Contribuição para Financiamento da Seguridade Social
CPFL	Companhia Paulista de Ferro-Ligas
CSLL	Contribuição Social sobre o Lucro Líquido
CVRD	Companhia Vale do Rio Doce
CEMPRE	Compromisso Empresarial para Reciclagem
DRE	Demonstração de Resultado de Exercício
FEAM	Fundação Estadual do Meio Ambiente
GAO	Grau Alavancagem Operacional
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INDI	Instituto de Desenvolvimento Industrial
INPI	Instituto Nacional de Propriedade Industrial
IPI	Imposto sobre Produtos Industrializados
IRPJ	Imposto de Renda das Pessoas Jurídicas
LAJIR	Lucro antes de juros e IRPJ
LL	Lucro Líquido
PET	Polietileno Tereftalato
PEAD	polietileno de alta densidade
PEBD	polietileno de baixa densidade
PIS/PASEP	Contribuição para os Programas de Integração Social e de Formação do Patrimônio do Servidor Público
PNSB	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
ROA	Retorno sobre Ativos Totais
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
TIR	Taxa Interna de Retorno
TMA	Taxa Mínima de Atratividade pré-definida
VAU	Valor Anual Uniforme
VUL	Valor Uniforme Líquido

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

		Página
Figura 1	Aspectos visuais da Resina de PET	15
Figura 2	Mercado Consumidor de embalagens de PET	17
Figura 3	Mercado Consumidor de PET	17
Figura 4	Crescimento da demanda nacional de PET	18
Figura 5	Fluxograma de Reciclagem de PET	24
Figura 6	Linha de Processamento de PET	27
Figura 7	Produtos do PET reciclado	30
Figura 8	Origem do PET reciclado em 1996	31
Figura 9	Sistema de Tratamento de Efluentes	34
Figura 10	Alavancagem Operacional	43
Figura 11	Fluxo de Caixa	45
Figura 12	Análise de Sensibilidade	49
Tabela 1	Oferta e Demanda nacional de PET	18
Tabela 2	Estimativa de População em 2003	32
Tabela 3	Oferta teórica de PET	33
Tabela 4	Investimento Inicial	36
Tabela 5	Custos	38
Tabela 6	Despesas	39
Tabela 7	Previsão de DRE	40
Tabela 8	Índices Econômico-Financeiros	42
Tabela 9	TIR	47

1. INTRODUÇÃO

Dentre os problemas ambientais do Brasil, a destinação final do lixo, ou resíduos sólidos domésticos, revelou em pesquisa (PNSB – Pesquisa Nacional de Saneamento Básico) realizada pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) uma tendência de melhora nos últimos anos, com diminuição dos lixões e sua substituição por aterros controlados.

Em 2000, o lixo produzido diariamente no Brasil chegava a 125.281 toneladas, sendo que 47,1% era destinado a aterros sanitários, 22,3% a aterros controlados e apenas 30,5% a lixões. Ou seja, mais de 69% de todo o lixo coletado no Brasil estaria tendo um destino final adequado, em aterros sanitários ou controlados (CEMPRE, 2003).

Todavia, em número de municípios, o resultado não é tão favorável: 63,6 % utilizam lixões e 32,2 %, aterros adequados (13,8 % sanitários, 18,4 % aterros controlados), sendo que 5% não informaram para onde vão seus resíduos (CEMPRE, 2003).

Além disso, a disposição do lixo em aterros ainda não é a melhor maneira de destinação, uma vez que não elimina o resíduo, mas somente confina o resíduo de maneira adequada para ser degradado pelo solo. No caso das embalagens de PET, tem-se o inconveniente destas possuírem grande volume e levar um longo tempo para se decomporem (cerca de 450 anos).

Com vistas a minimizar este problema da destinação dos resíduos sólidos e especificamente das embalagens de PET, a reciclagem desponta como uma boa solução, reduzindo o volume a ser destinado aos aterros e permitindo o reaproveitamento dos resíduos, reincorporando-os ao processo produtivo e reduzindo o seu impacto ambiental.

Apesar de contar com uma experiência acumulada de aproximadamente 30 anos, a reciclagem de plástico no Brasil ainda se caracteriza como uma atividade incipiente, porém a previsão para o futuro é diferente: trata-se de um investimento promissor e uma atividade estratégica com vistas à preservação ambiental, uma vez que o tempo médio para um plástico se decompor é de 450 anos (CEMPRE,2003).

Além disso, o mercado de reciclagem gera um grande número de empregos. Há estimativas que cerca de 200 mil pessoas trabalham e vivem exclusivamente de coletar materiais recicláveis, e que essa indústria fatura mais de 1 bilhão e 200 milhões por ano. (ABEPET, 2003).

Diante deste problema da destinação dos resíduos sólidos e especificamente das embalagens do PET, da solução representada pela reciclagem do PET e do cenário nacional que aponta este mercado como crescente e promissor, o presente trabalho pretende dar subsídio à decisão de implantação de uma indústria de reciclagem de PET na região de Ouro Preto, através de análises de viabilidade de implantação da mesma.

1.1. ORIGEM DO TRABALHO

O presente trabalho surgiu a partir da iniciativa da RAM Engenharia, empresa localizada em Ouro Preto, em investir em um novo empreendimento na região, buscando assim, uma parceria com um estagiário de Engenharia de Produção para desenvolvê-lo. Esta parceria teve a contribuição dos conhecimentos da Engenharia de Produção, apresentadas nas disciplinas de Projeto do Produto, Sistemas Mecânicos, Custos Industriais e Contabilidade Gerencial, Economia da Engenharia, Análise de Investimentos, Administração Financeira e Engenharia Ambiental.

Trata-se de uma empresa de montagem e manutenção industrial, que fabrica, monta e realiza manutenções de equipamentos, instalações elétricas, mecânicas e hidráulicas. Realiza montagem de equipamentos de pequeno a grande porte, com uma experiência de 15 anos de mercado, atuando junto a empresas de grande porte (CPFL - Companhia Paulista de Ferro-Ligas, CVRD - Companhia Vale do Rio Doce, Alcan).

Este trabalho vem retratar os anseios deste empresário de Ouro Preto em desenvolver a região, que possui uma economia limitada à indústria metalúrgica e a mineração, apesar de ser uma cidade geograficamente bem situada no plano nacional e contar com uma universidade, com cerca de 4500 alunos, e que possui cursos em diversas áreas tecnológicas.

1.2. IMPORTÂNCIA DO TRABALHO

A presente proposta pode oferecer subsídio para implantação de uma indústria de reciclagem de PET na região de Ouro Preto, gerando empregos e desenvolvendo a economia local.

Além disso, este trabalho é importante para fortalecer a parceria entre universidade e empresa, bem como incentivar futuras parcerias.

Num contexto mais amplo, o presente estudo vem contribuir com a proposta de minimizar o problema da disposição de resíduos sólidos, uma vez que oferece uma alternativa mais ecologicamente correta, e ainda bastante incipiente em termos de Brasil. No caso da reciclagem do PET, esse índice é de 32% do PET, segundo CEMPRE (2003).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GERAL

Analisar a viabilidade de implantação de uma indústria de reciclagem de PET na região de Ouro Preto, para dar suporte à tomada de decisão a respeito da implantação ou não de uma unidade recicladora deste tipo de material.

Esta análise de viabilidade examinará os aspectos da indústria de reciclagem de PET sob o ponto de vista ambiental, comercial, técnico e financeiro.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar uma revisão bibliográfica sobre o PET, aspectos ambientais dos resíduos sólidos, a situação da reciclagem do PET e os processos existentes para a finalidade

- Realizar uma análise de viabilidade técnica para implantação de uma unidade de PET
- Realizar uma análise de viabilidade comercial para implantação de uma unidade de PET
- Realizar uma análise de viabilidade jurídica para implantação de uma unidade de PET
- Realizar uma análise de investimento para implantação de uma unidade de PET

1.4. LIMITAÇÕES DO TRABALHO

- Não serão abordadas os aspectos técnicos da tecnologia utilizada
- Não serão discutidos a localização do empreendimento e o projeto das instalações

2. O PET E SUA UTILIZAÇÃO

O polietileno tereftalato (PET), é uma resina de grande utilização, membro da família dos poliésteres. Polímeros são constituídos por meros (pequenas unidades de repetição), que através do processo de polimerização, formam a cadeia polimérica. A cadeia polimérica tem alta massa molecular e é esta propriedade que confere aos polímeros características únicas e valiosas (CEMPRE,2003).

Sua produção é realizada a partir dos etilenoglicol do P-Xileno, sendo ambos produtos da indústria petroquímica.



Figura 1 – Aspectos visuais da resina de PET

Fonte: ABEPET- Associação Brasileira dos Fabricantes de Embalagem de PET (2003)

A principal diferença entre os tipos de polietileno tereftalato reside no peso molecular ou grau de polimerização que dá origem a diferentes propriedades dos materiais resultantes. Quanto maior o peso molecular, maior a resistência mecânica, química e térmica do polietileno tereftalato.

Essa resina plástica foi descoberta por químicos ingleses em 1941, sendo usado a partir dos anos 60 como material de embalagem (filme de PET), com grande aceitação para acondicionamento de alimentos, devido às suas características de alta resistência mecânica (impacto) e química além de ter excelente barreira para gases e odores.

Em 1973, foi desenvolvido o processo de injeção e sopro, introduzindo o PET na aplicação para fabricação de garrafas, o que revolucionou o mercado de embalagem, principalmente o de bebidas carbonatadas, ou seja, bebidas contendo CO₂.

No Brasil, O PET garrafa se tornou disponível apenas em 1989 e foi a partir de 1993 que as garrafas de refrigerantes passaram a ser produzidas em larga escala.

Essa revolução ocorreu devido às seguintes vantagens das embalagens de PET, frente aos outros tipos de materiais usuais, tais como (ABEPET,2003):

- Acabamento do gargalo isento de rebarbas
- Alta resistência ao impacto e a pressão interna
- Excelentes propriedades de barreira
- Estabilidade química
- Embalagens mais leves, com otimização no transporte e manuseio
- Baixo custo compatível com os demais termoplásticos de finalidades e empregos semelhantes
- Evita interrupções na linha de envase por quebra de embalagem
- É reciclável
- Apresenta segurança e praticidade
- Tem boa aparência

Tais características fizeram do PET o melhor plástico para fabricação de garrafas e embalagens para refrigerantes, águas, sucos, óleos comestíveis, medicamentos, cosméticos, produtos de higiene e limpeza, destilados, isotônicos, cervejas, entre vários outros.

A demanda nacional de embalagens de PET encontra-se dividida da seguinte forma:

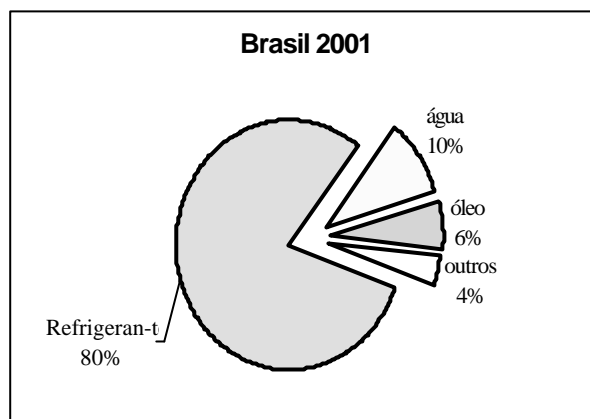


Figura 2 Mercado Consumidor de embalagens de PET
Fonte: Rhodia-ster (2003)

Além disso, o PET é utilizado na indústria têxtil (fibra de poliéster) e nas seguintes indústrias (ABEPET, 1997):

- Automotiva e de transportes: estofamentos, pára-choques
- Pisos: capachos, carpetes
- Artigos para residência: travesseiros, sofás, tapetes
- Artigos industriais e para construção civil: cordas, rolos para pintura, etc.
- Uso químico: resinas, adesivos

No entanto, atualmente, o maior consumo de PET encontra-se no segmento de embalagens, devido à série de vantagens já citadas, como se pode observar na figura abaixo:

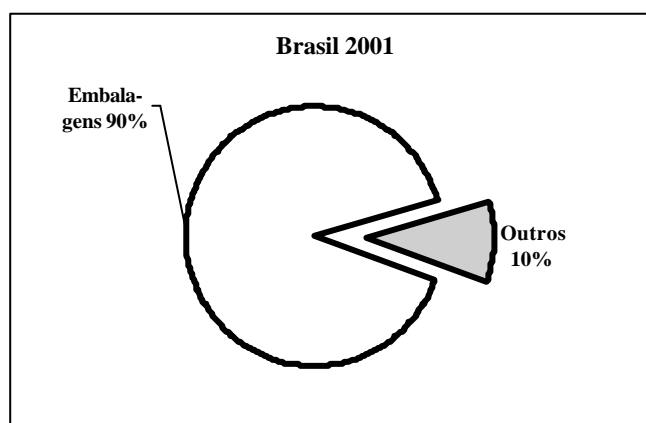


Figura 3 Mercado Consumidor do PET
Fonte: ABIPLAST - Associação Brasileira da Indústria de Plástico (2003)

Em consequência das grandes vantagens oferecidas pelo PET, o mercado de fabricação de embalagens está em ampla expansão, uma vez que a oferta nacional não consegue suprir toda a demanda, como se observa na tabela a seguir:

Tabela 1 Oferta e Demanda Nacional de PET

Ano	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Oferta* (t)	270	300	300	330	410	510	510	610	610	710
Demanda (t)	285	315	360	403	452	497	497	601	661	727

Fonte: Fórum da competitividade - MDIC/COPLAST/ABIQUIM (2003)

*Oferta: produção efetiva 1999 a 2001 – 2002 capacidade instalada - 2003/2008 projeção

Esta tabela apresenta dados de demanda de PET crescente, como pode-se observar no gráfico a seguir.

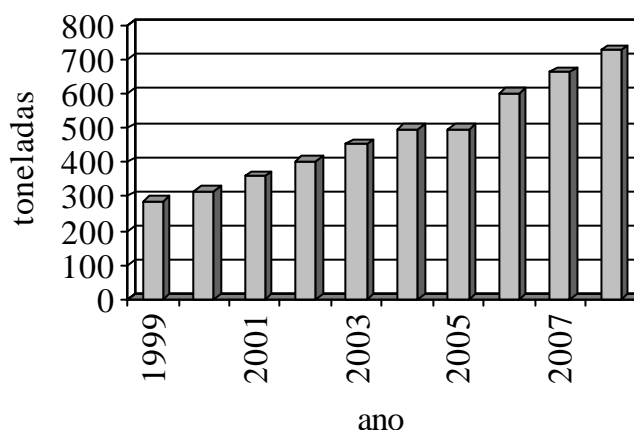


Figura 4 Crescimento da demanda nacional de PET

Fonte: adaptado do Fórum da competitividade – MDIC/COPLAST/ABIQUIM (2003)

Esses dados referem-se à todas as aplicações do PET, mas uma vez que 90% deste mercado refere-se às embalagens (ABIPLAS, 2003), nota-se uma expansão do mercado de fabricação de embalagens de PET, o que indica uma continuidade da utilização deste tipo de embalagem, garantindo a oferta deste material para a reciclagem num longo prazo.

3. ASPECTOS AMBIENTAIS DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

[...]Em conformidade com a Norma Brasileira NBR 10.004/87, resíduos sólidos são: “aqueles resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face a melhor tecnologia disponível.”

Segundo a referida norma, em função da sua origem, os resíduos sólidos podem ser classificados como:

- ✓ Domiciliares – são aqueles originados nas residências, comércio e, eventualmente, lixo de pequenas indústrias.
- ✓ Industrial – são aqueles originados nas indústrias (metalúrgica, bebidas, embalagens, etc) tendo sua correta destinação determinada pela sua periculosidade.
- ✓ Hospitalares – constituem os resíduos sépticos produzidos em serviços de saúde (hospitais, clínicas, etc.), geralmente contendo vetores patogênicos.
- ✓ Entulhos – constituem os resíduos da construção civil: demolição e restos de obras, solos de escavações diversas, etc;
- ✓ Rejeitos de Mineração – constituem os resíduos resultantes dos processos de mineração em geral (lavra, pré-processamento, etc.)
- ✓ Agrícola – formado basicamente pelos restos de embalagens contendo resíduos de pesticidas e fertilizantes químicos, utilizados na agricultura, que são perigosos.

Os resíduos sólidos, de um modo geral, apresentam algumas características físicas que serão citadas posteriormente:

- ✓ Composição gravimétrica – traduz o percentual de cada componente em relação ao peso total da amostra de lixo analisada
- ✓ Geração per capita – relaciona a quantidade de resíduos sólidos urbanos gerada diariamente e o número de habitantes de determinada região. Muitos técnicos consideram de 0,5 a 0,8 kg/hab./dia, como a faixa de produção média para o Brasil.

De acordo com a ABNT(NBR-1004), os resíduos sólidos podem ser identificados como:

- ✓ Classe I ou perigosos – aqueles que, em função de suas características intrínsecas de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, apresentam risco à saúde pública, ou ainda provocam efeitos adversos ao meio ambiente quando manuseados ou dispostos de forma inadequada.
- ✓ Classe II ou não-inertes – resíduos que podem apresentar características de combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade, com possibilidade de acarretar riscos à saúde ou ao meio ambiente, não se enquadrando nas classificações dos outros resíduos.
- ✓ Classe III ou inertes – aqueles que, por suas características intrínsecas, não oferecem riscos à saúde e ao meio ambiente, e que, quando amostrados e submetidos a um contato estático ou dinâmico com água destilada à temperatura ambiente, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, excetuando-se os padrões de aspecto, cor, turbidez e sabor.

É de consentimento de todos que a atual forma de disposição dos resíduos sólidos domésticos se caracteriza como um problema grave. Dentre estes, os resíduos plásticos chamam mais atenção devido a total descartabilidade das embalagens, a resistência à degradação na natureza e a sua baixa densidade, fazendo-os flutuarem em lagos e cursos de água (NETTO, 1990).

Geralmente, a destinação dos resíduos sólidos pode se dar através da reciclagem, da incineração, ou da disposição em aterros sanitários, aterros controlados e lixões.

A disposição de resíduos sólidos em lixões ou aterros (sanitários ou controlados), embora sendo atualmente a mais utilizada, trata-se de uma forma inadequada de destinação. Os lixões são formas de disposição de resíduos a céu aberto, caracterizadas pela simples descarga dos resíduos sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública (CONSONI *et al.*, 1997).

Esse tipo particular de depósitos é um local, usualmente constituído de depressões (grotas ou barocas) ou de barrancos a margem de rios, representando um foco de sérias e duradouras agressões ambientais, além de ser propício à proliferação e difusão de um grande número de moléstias.

Os aterros sanitários, por sua vez, permitem o confinamento seguro dos resíduos em termos de contaminação ambiental e saúde pública. Nele, “Os resíduos são dispostos em camadas, compactados por tratores e cobertos com uma camada de terra que será a base para uma nova camada de resíduos. Sua instalação deve ser feita em área adequadamente escolhida com a base do aterro com camada impermeabilizada e afastada de corpos d’água, permitindo o controle e o tratamento do chorume” (VALLE, 1995).

Os aterros controlados utilizam princípios básicos de engenharia para confinar os resíduos sólidos apenas cobrindo-os com uma camada de material inerte na conclusão de cada jornada de trabalho (CONSONI *et al.*, 1995), porém ainda não são uma forma de disposição segura dos resíduos sólidos domiciliares.

Este tipo de disposição apresenta como principais problemas a saturação das atuais áreas de disposição e a dificuldade para encontrar novas áreas. Além disso, o aterro controlado não evita a contaminação do solo.

Quando os materiais plásticos são depositados em lixões, os problemas principais que aparecem são a queima indevida e sem controle. Quando depositados em aterros, eles dificultam a compactação do lixo e prejudicam o processo de decomposição dos materiais biologicamente degradáveis, pela da criação de camadas impermeáveis que afetam as trocas de líquidos e gases gerados no processo de biodegradação da matéria orgânica (PINTO, 1995). Apesar desses fatos, a grande maioria das cidades brasileiras (inclusive diversas capitais do Estados) lança seus resíduos, de todas as origens e naturezas em lixões.

A incineração é a queima dos resíduos sólidos, reduzindo drasticamente o volume de resíduos a ser disposto em aterros e aumentando a vida útil dos aterros. Porém, esta alternativa requer a lavagem dos gases resultantes, onerando muito o processo, e por isso se caracteriza como um técnica que não se verifica no Brasil.

Em vista da projeção de crescente utilização do PET e dos problemas apresentados quanto à disposição dos resíduos sólidos, a reciclagem surge então como uma solução latente, reduzindo o volume a ser disposto, aumentando a vida útil dos aterros e permitindo o reaproveitamento dos resíduos que, conforme DEMAJOROVIC (1995), possuem valor econômico como matéria-prima, reincorporando-os ao processo produtivo e reduzindo o seu impacto ambiental.

4. CARACTERIZAÇÃO DA RECICLAGEM

A reciclagem pode ser definida como sendo o conjunto de procedimentos que possibilita a recuperação e a reintrodução no ciclo produtivo de resíduos das atividades humanas como matérias-primas e/ou insumos de processos industriais, visando a produção de novos bens, idênticos ou similares àqueles de que se originaram os referidos resíduos.

Apesar das dificuldades enfrentadas por todos os segmentos industriais no Brasil, a indústria de reciclagem das embalagens de PET cresceu 33% em 2001. Em 2001 foram recicladas 89 mil toneladas de garrafas, o que representa 32% sobre a produção de embalagens de PET (ABEPET, 2003).

Além de se apresentar como a melhor forma de destinação dos resíduos sólidos, a reciclagem do PET apresenta as seguintes vantagens, segundo ABEPET (2003) e CEMPRE (2003):

Sociais

- Geração de emprego às camadas menos privilegiadas da população, visto não necessita-se de mão-de-obra especializada para realizar a coleta
- Diminuição da quantidade de resíduos sólidos enviados a lixões e aterros, com a diminuição de catadores de lixões, a médio prazo.

Ambientais

- Melhoria na limpeza de ruas e diminuição da possibilidade de entupimento de bueiros, galerias pluviais
- Redução da quantidade de resíduos sólidos despejadas em lotes, estradas, rios, lagos, etc.

Econômicas

- Geração de empregos e renda
- Geração de recursos com a venda do material coletado
- Redução de gastos com aterros sanitário, lixão e coleta de lixo urbano

Em geral, a reciclagem de materiais possibilita uma considerável redução de custos nos processos de produção industrial, bem como uma economia das reservas de matérias-primas naturais. Além disso, as recicladoras em operação no país geram muitos empregos: diretamente empregados nas recicladoras, cerca de 2.000 pessoas. As 89 mil toneladas de PET que foram recicladas em 2001 utilizaram aproximadamente 10 mil fretes, o que a movimenta ainda mais a economia.

Segundo ROLIM (2001), existem dois tipos de processos para a reciclagem do plástico:

- **Químico**

Promove a despolimerização dos materiais plásticos para a obtenção de gases e óleos, a serem utilizados como matéria-prima na fabricação de outros polímeros com as mesmas propriedades das resinas originais. Este processo tem custo muito elevado, o que explica o reduzido número de plantas.

- **Mecânico**

Consiste na conversão física dos materiais plásticos em grânulos que serão transformados novamente em outros produtos. As etapas prévias à reciclagem mecânica dos plásticos pós-consumo são: a coleta, a separação por tipo de plástico e a retirada de rótulos, tampas e outras impureza, como grampos de metal e partes componentes de outros materiais. As etapas da reciclagem mecânica são: separação, moagem, lavagem, secagem. Dependendo do plástico, existem ainda as etapas de aglutinação, extrusão e granulação.

Na reciclagem do PET (FIG. 4), o primeiro passo é a aquisição de matéria-prima, composta por resíduos industriais e embalagens pós-consumo. Os resíduos industriais são decorrentes de sobras de processos produtivos de peças que utilizam a resina PET e pode ser obtido junto a indústrias. Já as embalagens descartáveis, que constituem a maior parte desse tipo de matéria-prima, podem ser adquiridas em centros de triagem, com catadores autônomos, em cooperativas de catadores e nos próprios aterros.

Esse material deve ser previamente classificado de acordo com a cor (verde ou cristal). Uma vez classificado, o material sofre o processamento da reciclagem propriamente dita, que será melhor detalhado adiante.

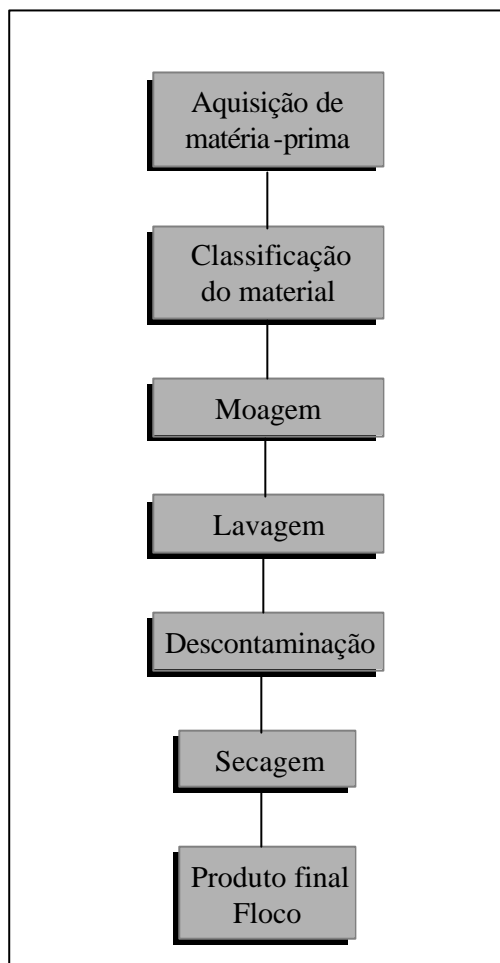


Figura 5 - Fluxograma de Reciclagem de PET

Fonte: PACHECO (1998)

5. METODOLOGIA

A metodologia utilizada no presente estudo é o método dedutivo, que utiliza a razão para levar ao conhecimento verdadeiro. Em todas as análises, são reunidas as premissas para se retirar uma conclusão lógica decorrentes delas.

Para a pesquisa do estado da arte e desenvolvimento de tecnologia, utilizou-se de consultas a livros, periódicos e teses, banco de dados mundial de patentes, pesquisas no INPI (Instituto Nacional de Propriedade Industrial), contatos com fabricantes e realização de experimentos, tais como lavagem através de aparelho de ultra-som e corte da garrafa com sistema de jato d'água.

Já análise do mercado, foi realizado a partir de pesquisa junto a clientes em potencial, associações de apoio à reciclagem (ASMARE, ABEPET, CEMPRE), institutos de apoio à indústria (INDI, SEBRAE), fornecedores (empresas, prefeituras) e até mesmo junto a futuros competidores. Essas pesquisas foram realizadas através de contatos telefônicos, correio eletrônico, visitas e reuniões.

Para a análise das questões de ordem ambiental, pesquisou-se junto ao órgão fiscalizador ambiental de Minas Gerais e em empresas de consultoria ambiental.

Para as análises de viabilidade econômico-financeiro, os dados foram pesquisados e estimados baseados em informações obtidas junto a fabricantes e fornecedores. A partir daí, foram aplicadas ferramentas de matemática financeira e economia da engenharia para realizar no *software Excel* e na calculadora *HP-Business Consultant II* os cálculos financeiros.

6. ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA

Inicialmente, testou-se diferentes alternativas para as etapas de reciclagem do PET. Em parceria com a Fundação Gorceix, testou-se a lavagem dos flocos de PET em seu Centro de Tecnologia. Testou-se o sistema de lavagem com ultra-som, utilizado em limpeza de filtros de siderúrgicas. Trata-se de um tanque com um agitador acoplado a um ultra-som, onde o material fica por certo tempo em agitação e sendo bombardeado pelas ondas do ultra-som. No entanto, não obteve-se um resultado satisfatório com os flocos de PET, pois a maior parte da sujeira permaneceu aderida ao material.

Em parceria com a RAM Engenharia, testou-se o sistema de corte com jato d'água. Este sistema é utilizado para cortes de blocos em pedreiras, chapas de aço, dentre outras aplicações. Neste sistema, uma bomba hidráulica fornece uma determinada pressão na tubulação que possui como saída um bico com saída muito pequena (cerca de 0,5 mm). A diferença entre o diâmetro da tubulação e do bico geram um jato d'água com pressão muito grande (acima de 150 kg/cm^2). Este sistema cortou satisfatoriamente a garrafa de PET. No entanto, ele tem um custo relativamente alto para produzir um jato d'água cortante, e no caso da garrafa de PET, seria necessária uma malha de jatos, afim de cortá-la em flocos.

Testou-se também formas alternativas de lavagem dos flocos de PET. As técnicas convencionais de lavagem utilizam a agitação, algum tipo de sabão e água quente em alguns casos. No experimento realizado, utilizou-se um agitador com um sistema de pás que gera um grande atrito entre as partículas, retirando os resíduos dos flocos de PET sem o uso de sabão ou água quente. Este sistema mostrou-se então, mais eficiente e mais rápido que o processo convencional.

Posteriormente, realizou-se uma pesquisa junto aos fabricantes de equipamentos de reciclagem, a fim de mapear o estado da técnica, ou seja, quais as tecnologias existentes e disponíveis no mercado. Essa pesquisa levantou dados através de contato telefônico, envio de catálogos e visita. Tais fabricantes oferecem equipamentos similares, que utilizam as mesmas tecnologias, apresentando apenas diferenças quanto ao *design* e ao tamanho.

Dentre os fabricantes, destacam-se:

- ✓ KROWN Tecnologia em Reciclagem: localizada em Barueri (SP). Fabrica todos os equipamentos para reciclagem de plásticos, com exceção do moinho.
- ✓ MOYNOFAC Indústria e Comércio: localizada em São Paulo (SP). É fornecedora de moinhos para reciclagem de plásticos.
- ✓ Moinhos Rone: também localizado em São Paulo (SP). É fornecedora de moinhos, exclusivamente.
- ✓ KIE Máquinas: localizada em Louveira (SP), é fornecedora de toda a linha de equipamentos para a reciclagem, inclusive o moinho.

A partir dos testes realizados e do levantamento do estado da técnica, foi possível chegar à melhor tecnologia de processo que se adapta às necessidades do estudo em questão, que deverá processar 50.000 kg/mês. Desenvolveu-se assim o projeto dos equipamentos que compõe a linha de produção conforme (FIG. 5). Nesta linha, as embalagens de PET, previamente classificadas por cor, passam por uma correia transportadora (1) onde são retirados manualmente eventuais materiais maiores (pedras, objetos) presentes nas garrafas. Essa correia alimenta um moinho de facas (2), onde o material é moído na granulometria adequada. Nesta etapa realiza-se uma pré-lavagem, para diminuir o calor gerado no corte.

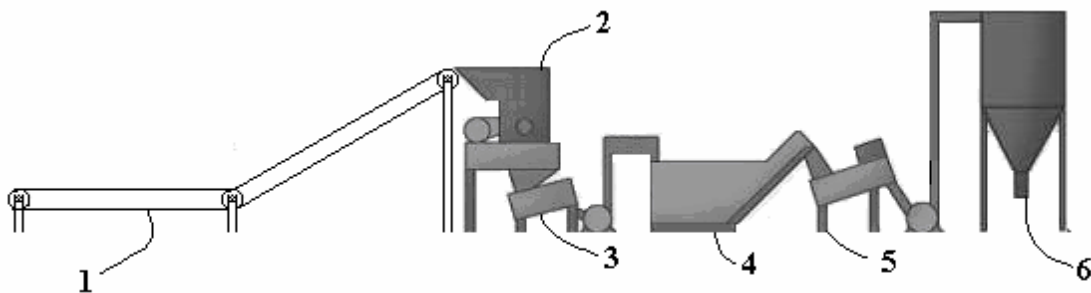


Figura 6 – Linha de Processamento de PET
 Fonte: elaborado pelo autor

O material moído segue então para uma lavadora (3), onde são retirados o óleo, a poeira e a areia, dentre outros resíduos, seguindo então para a separação, onde o PET é separado de outros plástico no tanque de separação gravimétrica (4).

Por possuir densidade maior que a água, o PET deposita-se no fundo do tanque, enquanto os outros plásticos mais comuns, como o PEAD (polietileno de alta densidade) e PEBA (polietileno de baixa densidade) sobrenadam, permitindo assim, a separação dos materiais. Após essa etapa, o PET moído passa por uma secadora (5), onde é retirada a umidade residual do material e feita uma exaustão do pó, que não interessa ao processo. Como produto, obtém-se o floco de PET, que é armazenado em um silo (6). Este produto é matéria-prima substituta da resina de PET virgem, sendo utilizada em indústrias de transformação.

A RAM Engenharia atua em montagem e manutenção industrial, fabricando e montando equipamentos, bem como realizando instalações elétricas, mecânicas e hidráulicas. Realiza montagem de equipamentos de pequeno a grande porte, com uma experiência de 15 anos de mercado, atuando junto a empresas de grande porte (CPFL - Companhia Paulista de Ferro-Ligas, CVRD - Companhia Vale do Rio Doce, Alcan).

Deste modo, a empresa possui *know how* para fabricar os equipamentos a serem utilizados, bem como realizar suas instalações elétrica, mecânicas e hidráulicas.

7. ANÁLISE DE VIABILIDADE COMERCIAL

Nessa análise de viabilidade comercial, serão apresentadas as questões referentes ao mercado, à concorrência, aos clientes, aos fornecedores de matéria-prima e à disponibilidade de matéria-prima.

7.1 O MERCADO DE RECICLAGEM

Segundo ABEPET(2003), em 2001 foram recicladas 89 mil toneladas de garrafas das 270 mil produzidas, o que representa 32% sobre a produção de embalagens de PET. Esse grande mercado em potencial em reciclagem deve-se à dificuldade de aquisição de embalagens, pois as embalagens pós-consumo são descartadas inadequadamente: somente cerca de 180 municípios brasileiros, dos mais de 5.000, desenvolvem projetos de coleta seletiva, que nem sempre abrangem a totalidade da população.

Outro fator que contribui para a pequena taxa de reciclagem de embalagens de PET diz respeito à falta de incentivos governamentais à atividade de comércio de sucatas e reciclagem, que tem sido um obstáculo a um crescimento mais acentuado do setor. Atualmente, a reciclagem é penalizada pela tributação excessiva: paga-se o IPI e o ICMS na fabricação da embalagem e novamente na fabricação e comercialização do produto reciclado, sem possibilidade de compensação. Isso faz com que a remuneração obtida pela sucata seja menor, diminuindo o interesse do catador e do sucateiro pelo material.

Pode-se dizer que existem “desincentivos” fiscais na esfera tributária, em nível federal, estadual e mesmo municipal. Do ponto de vista Federal pode-se destacar o IPI dos plásticos reciclados (12%) versus o IPI da resina “virgem” (10%); um contrasenso.

No entanto verifica-se um crescimento no setor. Em 2000, indústria de garrafas PET cresceu 10% e a indústria de reciclagem de PET cresceu 33%. (ABEPET, 2003). Evidentemente, esse número poderia ser maior caso a tributação fosse revista para patamares mais justos.

7.2 CLIENTES

Apesar dos falta de incentivos fiscais, a reciclagem do PET ainda apresenta um mercado promissor, pois o preço da resina virgem no mercado é de R\$ 4,00/Kg, enquanto o preço do PET reciclado é de R\$ 1,10. Conseqüentemente, existe uma grande procura pelo material reciclado e toda a produção de PET reciclado é facilmente vendida em função do grande apelo econômico.

Os clientes são compostos por empresas de reutilização do PET, os quais fabricam novos produtos com o flocos de PET. A maioria encontra-se localizada no Rio de Janeiro, em São Paulo e no interior paulista, e são compostas por indústrias que fabricam os seguintes produtos:

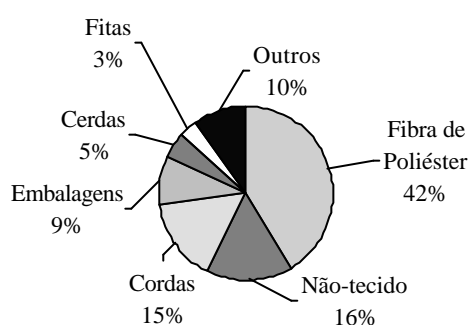


Figura 7 Produtos do PET reciclado
Fonte: adaptado de ABEPET(1997)

Como pode-se observar, o maior mercado para o flocos de PET é a produção de fibras para a indústria têxtil, fios de costura (não-tecido) e cordas. Como fabricação de embalagens, o flocos de PET ainda possui uma participação tímida, de 9%. Esta pequena participação deve-se ao fato deste não poder ser utilizado em embalagens de gêneros alimentícios, devido ao risco contaminação. No entanto, a introdução no Brasil da tecnologia de fabricação da embalagem de três camadas, sendo a camada interior de PET reciclado (não entrando em contato com o alimento), permitirá uma maior utilização deste material na indústria de embalagens, aumentando ainda mais sua procura.

7.3 CONCORRÊNCIA

Existem 3 concorrentes instalados na região Central de Minas Gerais: em Bom Despacho, Divinópolis e a outro em Sabará. Essas empresas compram embalagens descartadas principalmente de Belo Horizonte e de suas próprias cidades, ficando Ouro Preto e cidades vizinhas com matéria-prima disponível.

Conforme apresentado, existe uma grande procura pelo PET reciclado no mercado, de forma que a concorrência não é um fator que representa um obstáculo para a indústria em estudo, desde que haja matéria-prima disponível.

7.4 AQUISIÇÃO DE MATÉRIA-PRIMA

A fonte de matéria-prima ideal seria a coleta seletiva, pois as embalagens normalmente encontram-se em melhor estado. No entanto, Ouro Preto e cidades vizinhas não possuem coleta seletiva, devendo a matéria-prima (embalagens de PET pós-consumo) ser adquirida junto à empresas, associações de moradores, sucateiros e principalmente através de compra de material triado em lixões por catadores autônomos.

Este fato não inviabiliza a reciclagem de PET, já que a maior parte do material atualmente reciclado é proveniente de catadores informais, como pode-se observar na tabela a seguir.

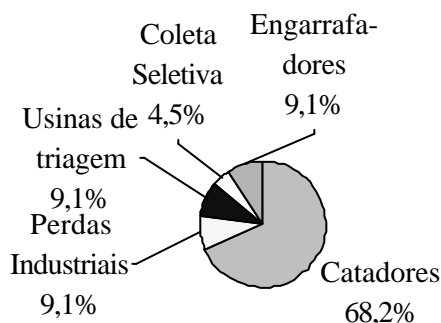


Figura 8 Origem do PET reciclado em 1996
Fonte: adaptado de ABEPET(1997)

A aquisição de matéria-prima representa o fator crítico para este estudo, pois a disponibilidade de matéria-prima é limitada pela quantidade de embalagens de PET descartadas pela população. Por esse motivo, a capacidade produtiva será dimensionada em função da previsão de oferta da matéria-prima e do tamanho da população necessária para produzi-la.

Segundo PRADO FILHO (1998), na composição gravimétrica dos resíduos sólidos de Ouro Preto, a quantidade média de plásticos é de 9%. Levando em consideração dados do CEMPRE (2000), que na composição média dos resíduos sólidos, 19% é constituída de PET. Tem-se que aproximadamente 1,71% dos resíduos sólidos de Ouro Preto são de PET.

Uma vez que, “o valor referencial da produção de lixo doméstico no Brasil em cidades de pequeno porte (0,56 kg/dia por pessoa)”, segundo PRADO FILHO (1998), tem-se que uma pessoa produz 16,8 kg de resíduos sólidos/mês, dos quais 287 g seria de PET.

Como cidades fornecedoras de embalagens de PET, tem-se Ouro Preto e cidades vizinhas, apresentado o contingente populacional na tabela a seguir.

Tabela 2 Estimativa de População em 2003

Cidade	População
Ponte Nova	56.154
Ouro Preto	67.436
Mariana	49.338
Itabirito	39.691
Conselheiro Lafaiete	107.080
Ouro Branco	31.295
TOTAL	350.994

Fonte: IBGE (2003)

A partir deste contingente populacional e dos dados referentes à produção e à composição gravimétrica dos resíduos sólidos apresentados, obtém-se a seguinte oferta teórica de PET:

Tabela 3 Oferta teórica de PET

Item	Valor	unidade
Plástico/total de Resíduos Sólidos	0,090	%
PET/Total de Plásticos	0,190	%
PET/total de Resíduos Sólidos	0,017	%
Produção de Lixo/habitante/dia	0,560	kg
Produção de Lixo/habitante/mês	16,800	kg
PET/mês	0,287	kg
População	350.994	kg
Oferta de PET	100.834	kg

Fonte: elaborado pelo autor

Com uma população de 350.994 habitantes e tomando os dados de produção de lixo e de materiais recicláveis, a região de Ouro Preto produz cerca de 100 toneladas de PET. No entanto, não se pode considerar toda esse material descartado como disponível para a reciclagem, pois apenas uma parte será encaminhada para a transformação, devido à inexistência de programa de coleta seletiva nessas cidades, pela comum disposição desse material em locais inapropriados por parte da população e até mesmo por limitações da coleta de lixo pública.

Será então considerada uma aquisição de 50% de todas as embalagens de PET produzidas pela região de Ouro Preto, devido às dificuldades apresentadas de aquisição deste material. Como parâmetros para essa taxa de aquisição, tem-se dados referentes à uma indústria recicladora instalada em Divinópolis, que adquire 60% do PET produzido na cidade e um estudo desenvolvido em Alfenas, que considera uma aquisição de 70% do material (SIQUEIRA,2002).

8. ANÁLISE DE VIABILIDADE JURÍDICO-AMBIENTAL

O ponto principal para viabilidade jurídica de implantação de uma indústria diz respeito ao licenciamento ambiental. Do procedimento para licenciamento ambiental, a questão mais relevante para uma indústria de reciclagem de PET refere-se à destinação dada aos resíduos gerados no processo. No caso particular de uma unidade com fins de reciclagem de PET, verifica-se que há produção de um efluente líquido composto basicamente por água contendo os materiais presentes nas embalagens de PET, tais como areia, terra, óleo e restos de alimentos. Como tais resíduos normalmente são de classe II, e o tratamento deste efluente é portanto necessário.

Realizou-se então numa escala piloto, um experimento para testar o Sistema de Tratamento de Efluentes, conforme FIG. 6, composto por 4 caixas (7,9,11,12) de polietileno de 150 litros conectadas por vasos comunicantes e duas caixas de 20 litros internas às caixas 7 e 9 (8 e 10 respectivamente).

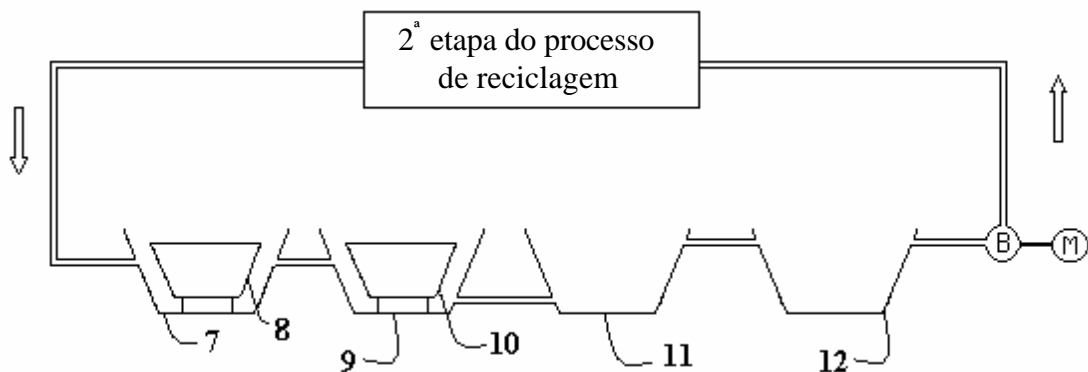


Figura 9 Sistema de Tratamento de Efluentes

Fonte: elaborado pelo autor

Neste sistema, o efluente originário da lavadora e do tanque de decantação (FIG. 5) vão para a caixa 7, onde os resíduos de maior densidade ficam depositados no fundo e uma parte do efluente contendo grande parte do óleo fica armazenada na caixa interna (8), enquanto a água segue para a caixa 9. Nela, os resíduos de menor densidade decantam enquanto uma parte do efluente que contém

partículas menores de óleo, é retida na caixa interna 10. Os resíduos restantes, de menor densidade, são decantados na caixa 11. Por fim, a água pronta para ser reutilizada pelo sistema fica armazenada na caixa 12, que serve de pulmão para a bomba que abastece o processo.

Com esta configuração de sistema fechado, a água volta para o processo, suprimindo a demanda de água da unidade industrial móvel e reduzindo o consumo de água, uma vez que o sistema só precisa ser abastecido uma vez, no início das operações. A parte do efluente líquido que deverá ser devidamente destinada, refere-se aos efluentes armazenados nas caixas 8 e 10, e são estimados em 1.000 litros diários. Este efluente não pode ser disposto em lixões, efluentes e nem mesmo em aterro sanitário.

Para correta destinação do efluente, deverá ser observada a DN COPAM 20/86 (FEAM,2003), que classifica os tipos de água conforme sua utilização e regulamenta as concentrações máximas permitidas nos efluentes a serem despejados em cada tipo de água.

Devem ser observadas também as exigências do Conselho Municipal de Desenvolvimento Ambiental (CODEMA) de Ouro Preto quanto à destinação de efluentes líquidos, pois este órgão também é responsável pela regulamentação ambiental.

Os resíduos sólidos decantados nas caixas 7, 9, 11 e 12, embora gerados numa quantidade bem menor que o efluente, deverá ter sua correta destinação quando necessário.

Para a correta destinação deste resíduo, deverá ser observada a NBR 10004 (ABNT, 2003), que classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que estes resíduos possam ter a destinação adequada. Na aplicação dessa norma, deverão ser observadas as normas:

- NBR 10005 – Procedimento de lixiviação de resíduos
- NBR 10006 – Procedimento para Solubilização de resíduos
- NBR 10007 – Procedimento para Amostragem de resíduos

Devem ser observadas também as exigências do CODEMA local quanto à destinação de resíduos sólidos.

9. ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

O foco de atenção da viabilidade econômica de um projeto está relacionada ao lucro líquido gerado por ele e à análise deste lucro. Para isto, serão tratadas as questões referentes aos investimentos, à Demonstração de Resultado de Exercício (DRE), aos índices econômicos e à alavancagem operacional

9.1. INVESTIMENTO INICIAL

Os investimentos iniciais para o projeto de natureza aqui apresentada não constituem uma barreira de entrada, uma vez que a maioria das indústrias de reciclagem são de pequeno e médio portes com produção média de 100 toneladas/mês.

Na tabela a seguir são apresentados os investimentos necessários para constituição de uma indústria de reciclagem de PET, sendo os principais investimentos referentes à compra de um caminhão, fabricação dos equipamentos, compra do terreno e construção do galpão e da edificação.

Tabela 4 Investimento Inicial

Investimento Inicial			
item	discriminação	detalhamento	valor (R\$)
1	caminhão	Mercedez 1934 ano 1985	33.000,00
2	equipamentos	Linha de reciclagem	45.000,00
3	terreno	1500 m2	30.000,00
4	construção civil	edificação e galpão	35.000,00
5	instalação elétrica	RT: RAM Engenharia	6.000,00
6	instalação hidráulica	RT: RAM Engenharia	4.000,00
7	instalação de equipamentos	RT: RAM Engenharia	5.000,00
8	sistema de decantação	4 caixas, 1 motor, 1 bomba	1.500,00
9	registros	IE, CNPJ e pedido de alvará	560,00
10	capital de giro	2 meses	36.592,63
11	Total		196.652,63

Fonte: elaborado pelo autor

O item 1 diz respeito a um caminhão que será responsável pela coleta da matéria-prima nas cidades vizinhas. Esse serviço deve ser realizado pela própria empresa, pois o frete representa uma parte significativa dos custos devido à baixa densidade das garrafas de PET.

O item 2 trata da fabricação dos equipamentos descritos no capítulo 5, sobre o processo de reciclagem, que serão fabricados pela RAM Engenharia.

O item 10 refere-se ao capital de giro suficiente para o início das atividades da indústria.

Com isso, obtém-se o total dos investimentos iniciais, que serão utilizados para o cálculo dos índices econômicos (item 9.3)

9.2 PREVISÃO DA DRE

Segundo OLIVEIRA (2000), a finalidade da DRE é mostrar, em detalhes, o resultado (lucro ou prejuízo) obtido por uma determinada empresa em determinado período. Para preparação desta DRE, é necessária uma previsão de vendas, que definirá os custos e despesas para produzir estas vendas previstas.

Tendo como referências de aquisição de embalagens de PET, as taxas de 70% e 60% apresentadas anteriormente, será considerada uma aquisição de 50% das embalagens descartadas em Ouro Preto e região, com vistas a diminuir o risco do empreendimento. Essa aquisição de 50% representa 50.000 kg, e resultará numa produção e previsão de vendas mensais de 41.500 kg, pois existe uma estimativa de perda de 17% na produção, segundo ABEPET (1997).

Os custos compreendem todos os gastos relativos aos recursos consumidos na produção, e os custos mensais do atual estudo estão discriminados na tabela a seguir, em consonância com a previsão de vendas obtida apresentada.

Tabela 5 Custos

Custos				
item	discriminação	qtde	unit	valor (R\$)
1	PET (kg)	50.000	0,25	12.500,00
2	administrador	1	700,00	700,00
3	encarregado de produção	1	600,00	600,00
4	ajudantes	2	300,00	600,00
5	encargos sociais	81%		1.539,00
6	depreciação linha (mensal)			750,00
7	depreciação galpão (mensal)			72,92
8	manutenção equipamentos			500,00
9	Alimentação do pessoal	88	3,00	264,00
10	transporte de pessoal	2	35,20	70,40
11	energia elétrica			700,00
12	Total			18.296,32

Fonte: elaborado pelo autor

O item 1 refere-se à compra de 50.000 kg de embalagens de PET a serem adquiridas na região de Ouro Preto e cidades vizinhas ao preço de mercado (R\$0,25 por kg), segundo ABEPET(2003).

O item 2 trata-se do administrador da empresa, coordenador de todas as atividades operacionais, comerciais, financeiras e administrativas da empresa. Dessa forma, seu salário deve ser rateado entre a Tabela de Custos (R\$ 700,00) e a Tabela de Despesas (R\$ 700,00).

Os encargos sociais incidem sobre o salário do administrador, encarregado e ajudantes. Com uma alíquota de 81% sobre o total dos salários destes funcionários (R\$ 1.900,00), obtém-se o total dos encargos de (R\$1.539,00).

A depreciação mensal da linha de produção (item 6) foi obtido através de seu valor (R\$ 45.000,00) dividido em 60 meses, pois possui uma vida útil estimada de 5 anos. Este mesmo método de depreciação linear foi utilizado em todas as depreciações.

A depreciação do investimento em construção civil foi rateado entre a Tabela de Custos e a Tabela de Despesas, pois a depreciação do galpão (área de produção) é um custo, enquanto a depreciação da edificação (área administrativa) é uma despesa. A depreciação mensal do galpão (item 7) foi obtida então, através do valor da construção civil (R\$ 35.000,00) dividido em 240 meses, pois possui uma vida útil estimada de 20 anos, e dividido por dois, uma vez que foi rateado.

As despesas compreendem todos os gastos relativos aos recursos consumidos nas áreas de suporte à produção e manutenção do negócio, e são apresentados na tabela a seguir.

Tabela 6 Despesas

Despesas				
item	discriminação	qtde	unid	valor (R\$)
1	Despesas Administrativas			
1.1	administrador	1	700,00	700,00
1.2	motorista	1	600,00	600,00
1.3	Encargos sociais	81%		1.053,00
1.4	gastos gerais			200,00
1.5	contador	1		500,00
1.6	depreciação edificação (em anos)	20		72,92
2	Despesas Comerciais			
2.1	depreciação mensal caminhão			275,00
2.2	manutenção caminhão			300,00
2.3	diesel	1000	1,60	1.600,00
2.4	frete de produto acabado	4	1.000,00	4.000,00
2.5	<i>big bags</i>	15	20,00	100,00
3	Total			9.400,92

Fonte: elaborado pelo autor

Os encargos sociais (item 1.3) foram calculados de maneira análoga à Tabela de Custos.

Os serviços contábeis são realizados por um terceiro (item 1.5), e dessa forma, encargos sociais não incidem sobre este gasto.

A depreciação mensal do caminhão (item 2.1) foi obtida a partir do seu valor (R\$ 33.000,00) dividido em 120 meses, pois possui uma vida útil estimada de 10 anos.

O item 24 representa a média do frete da carreta, que transportará o produto acabado até os clientes em São Paulo e Rio de Janeiro, sendo transportados em *big bags* (item 2.5).

A partir dos custos e das despesas apresentadas, pode-se obter a DRE considerando uma previsão de vendas de 41.500 kg de flocos de PET ao preço de mercado, de R\$1,10. Tem-se então, uma Receita Operacional Bruta (item 1) de R\$ 45.650,00 mensal, ou R\$ 547.800,00 anual.

Tabela 7 Previsão de DRE

Previsão de Demonstração de Resultado de Exercício		
Item	discriminação	valor (R\$)
1	Receita Operacional Bruta	45.650,00
2	Menos: ICMS (8,5%)	2.817,75
3	Receita Líquida	42.832,25
4	Menos: Custos	18.296,32
5	Lucro Bruto	24.535,93
6	Menos: Despesas	9.400,92
7	LAJIR (Lucro antes de juros e IRPJ)	15.135,02
8	Despesas Financeiras	0,00
9	Receitas Financeiras	0,00
10	Lucro líquido antes de IRPJ e CSLL	15.135,02
11	Menos: IRPJ-Simples (7,1%)	1.074,59
12	Lucro líquido	14.060,43

Fonte: elaborado pelo autor

A alíquota de 8,5% de ICMS incide sobre empresas com receita bruta anual entre R\$540.000,01 e R\$660.000,00. Trata-se do Programa de Fomento ao Desenvolvimento das Microempresas e das Empresas de Pequeno Porte do Estado de Minas Gerais - Micro Gerais, que classifica como pequena empresa, aquela com receita superior a R\$180.000,00 e igual ou inferior a R\$1.440.000 (RECEITA FEDEAL, 2003).

O Programa Micro Gerais é uma lei estadual que atua sobre as micro e pequenas empresas visando reduzir o valor de ICMS, e com isso, incentivá-las. O valor da alíquota depende da Receita Operacional Bruta anual, e no caso do projeto em questão, encaixe-se na alíquota apresentada.

O item 4 (custos) e o item 6 (despesas), referem-se aos totais obtidos na Tabela de Custos e na Tabela de Despesas.

O item 11 diz respeito ao SIMPLES - Sistema Integrado de Pagamento de Impostos e Contribuições, imposto único criado pelo governo que envolve todos os impostos federais (RECEITA FEDERAL,2003):

- a) Imposto de Renda das Pessoas Jurídicas - IRPJ;
- b) Contribuição para os Programas de Integração Social e de Formação do Patrimônio do Servidor Público - PIS/PASEP;
- c) Contribuição Social sobre o Lucro Líquido - CSLL;
- d) Contribuição para Financiamento da Seguridade Social - COFINS;
- e) Imposto sobre Produtos Industrializados - IPI;
- f) Contribuições para a Seguridade Social.

Este sistema classifica como empresa de pequeno porte, a pessoa jurídica que tenha auferido uma receita bruta anual superior a R\$ 120.000,00 e igual ou inferior a R\$ 1.200.000,00 , e o percentual referente a empresas que possuem o faturamento entre R\$ 480.000,01 a R\$ 600.000,00 é de 6,6%. No caso de empresa de pequeno porte contribuinte do IPI o percentual deve ser acrescidos e 0,5 ponto percentual (RECEITA FEDERAL,2003). No estudo em questão, a empresa se enquadra nestas condições citadas, e conseqüentemente, deve arrecadar um percentual de 7,1% sobre o LAJIR.

Descontado então a o IRPJ (item 11) com este percentual de 7,1%, obtém-se o Lucro Líquido (item 12) de R\$ 14.060,43.

9.3 ÍNDICES ECONÔMICOS

A DRE divulga tanto a posição de uma empresa em um ponto do tempo quanto suas operações no decorrer de um determinado período. No entanto, o valor real da DRE está no fato de que elas podem ser usadas para ajudar a prever os lucros futuros da empresa, através dos índices econômico-financeiros (WESTON et al, 2000).

Dentre os índices econômico-financeiros, tem-se os índices de lucratividade, que relacionam o retorno da empresa em relação aos seus investimentos totais, vendas, dentre outros, conforme tabela abaixo.

Tabela 8 Índices de Luratividade

Índices de Luratividade		
item	Índices	Valor(%)
1	ROA	0,071
2	Margem líquida	32,8

Fonte: elaborado pelo autor

A taxa de retorno sobre ativo total (ROA), também chamada de retorno sobre investimento, mensura a eficiência global da empresa em gerar lucros com seus ativos disponíveis (GITMAN, 2002). O ROA é calculado como a seguir.

$$ROA = \frac{\text{Lucro Líquido (Tabela 7 item 12)}}{\text{Ativo Total (Tabela 4 item11)}} = \frac{14.060,43}{196.652,63} = 0,071\%$$

Utilizou-se o Total do Investimento Inicial (Tabela 4 item11) para cálculo do ROA, pois este valor entrará como ativo no Balanço Patrimonial.

O presente estudo apresentou um ROA de 0,071 % a.m. , que equivale a 85,2% a.a. De um modo geral, quanto maior for o ROA, melhor.

A margem líquida mensura a percentagem de cada real proveniente das vendas que resta após todos os custos e despesas, incluindo juros e imposto de renda, terem sido deduzidos (GITMAN, 2002). A margem líquida (item 2) é calculada como a seguir.

$$\text{Margem Líquida} = \frac{\text{Lucro líquido (Tabela 7 item 12)} \text{ 14.060,43}}{\text{Vendas (Tabela 7 item 1)} \text{ 45.650,00}} = 32,8\%$$

Assim como o índice ROA, quanto a maior a margem líquida melhor, e no presente estudo, obteve-se uma margem líquida de 32,8%

9.4 GRAU ALAVANCAGEM OPERACIONAL (GAO)

A alavancagem operacional pode ser definida como o uso potencial de custos fixos operacionais para aumentar os efeitos de mudanças das vendas sobre o lucro da empresa antes dos juros e do imposto de renda (GITMAN, 2002). Ela simula o comportamento dos custos, receitas e LAJIR em função da alteração das vendas, como observa-se na figura abaixo.

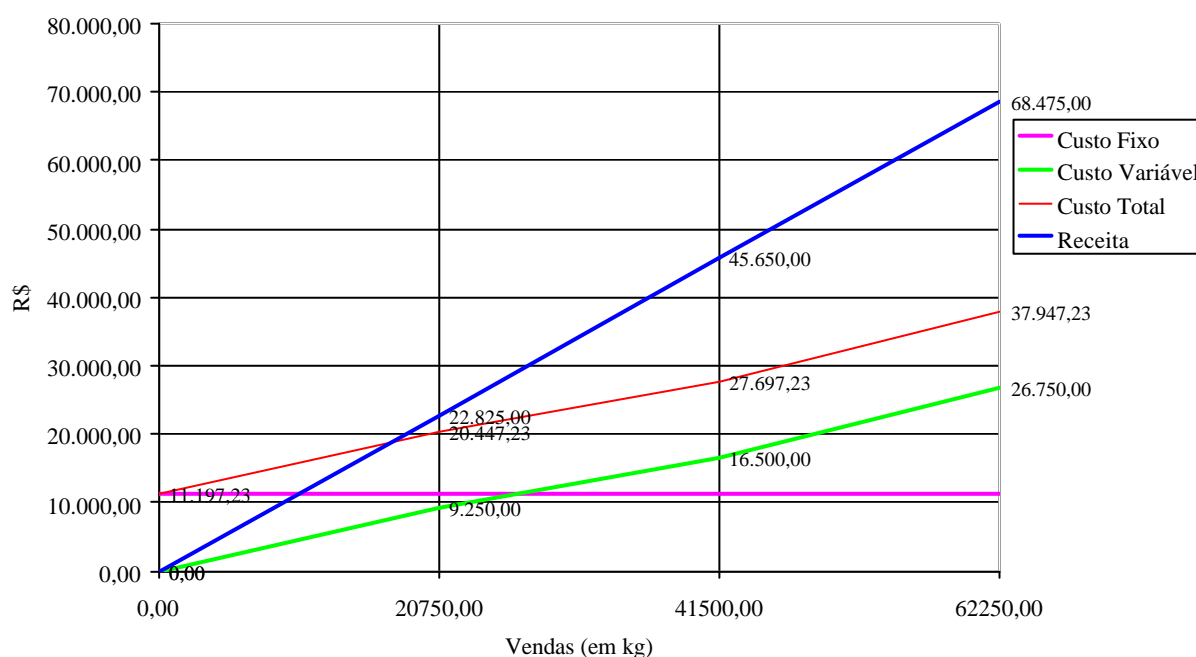


Figura 10 Alavacagem Operacional
Fonte: elaborado pelo autor

Percebe-se que a venda de 41.500 kg de embalagens PET gera uma receita de R\$ 45650,00 e um custo total de R\$ 27.697,23 , e consequentemente um LAJIR de R\$17.952,77, que é a diferença entre os dois.

Um aumento das vendas em 50% (de 41.500 kg para 62250 kg) resultou numa receita de R\$ 68.475,00 e um custo total de R\$37.947,23 , gerando um LAJIR de R\$ 30.527,77.

Em outras palavras, um aumento de 50% nas vendas resultou um aumento de 70% $(30.527,77/17.952,77 - 1)$ no LAJIR.

Como medida numérica dessa alavancagem operacional ocorrida na empresa, tem-se a GAO, que é obtida da seguinte forma.

$$\text{GAO} = \frac{\text{variação percentual no LAJIR}}{\text{variação percentual nas vendas}} = \frac{70\%}{50\%} = 1,40$$

Como o GAO é maior que 1, significa que existe alavancagem operacional, e que qualquer acréscimo percentual no volume de vendas implicará no aumento da LAJIR em 1,4 vezes.

10. ANÁLISE DE VIABILIDADE FINANCEIRA

Enquanto a viabilidade econômica foca a análise do lucro da empresa, a análise financeira preocupa-se em determinar e analisar o fluxo de caixa da empresa. “Fluxo de caixa é a apreciação das contribuições monetárias (entradas e saídas de dinheiro ao longo do tempo a uma caixa simbólica já constituída” (HIRSCHFELD, 2000).

10.1 FLUXO DE CAIXA

“O fluxo de caixa é geralmente representado por um diagrama constituído por um eixo horizontal que representa a linha do tempo, tendo acima as entradas e abaixo as saídas do caixa.”(VERAS,1999), como pode-se observar na figura a seguir.

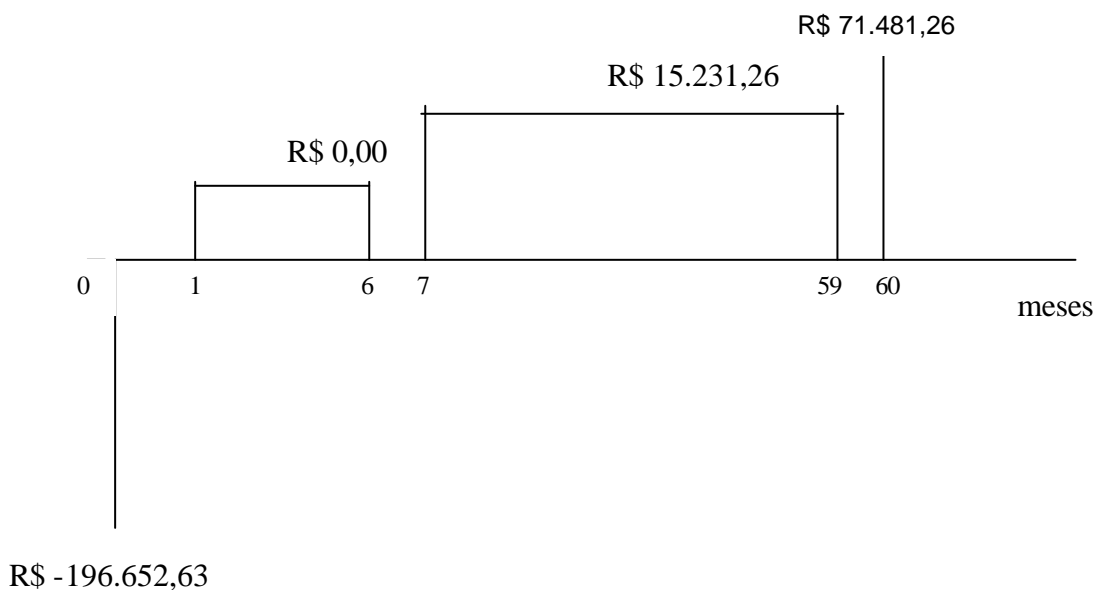


Figura 11 Fluxo de Caixa

Fonte: elaborado pelo autor

Nessa análise, o capital de giro (item 10 na Tabela de Investimento Inicial) não retornará como entrada para o fluxo de caixa, considerando que nos primeiros meses de operação, não se atinja a receita operacional prevista. Desta forma, este capital de giro funciona como o “pulmão” da DRE.

Simulou-se o fluxo de caixa deste empreendimento por um período de 5 anos. Nos primeiros seis meses, o fluxo de caixa foi nulo, pois neste período, os equipamentos necessários estarão sendo fabricados e comprados, enquanto estão sendo feitas as construções civis.

Do mês 7 ao mês 59, tem-se uma entrada mensal no caixa de R\$15.231,26 , referente ao lucro líquido de R\$ 14.060,43 obtido na DRE somado às depreciações da linha de produção, do galpão, da edificação e do caminhão, que não representam saídas de caixa.

No último mês, tem-se uma entrada de R\$ 71.481,26 no caixa, referente à entrada citada anteriormente (R\$15.231,26) adicionada ao valor do terreno e à 75% do valor da construção civil (galpão e edificação), pois já teve 25% do seu valor depreciado.

10.2 TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR)

A partir deste fluxo de caixa, obtém-se a Taxa Interna de Retorno (TIR), que é a verdadeira taxa de retorno do investimento, uma vez que a ROA não leva em consideração o fator tempo. Pode ser definida como a taxa de resultados capitalizada que a empresa vai obter se ela investir no projeto e receber os fluxos de entrada previstos (GITMAN, 2002).

No presente estudo, calculou-se a TIR a partir do *software Excel* , através dos seguintes comandos:

Inserir;

Função;

Financeira;

TIR;

Valores (entra-se com os valores do fluxo de caixa);

Estimativa (entra-se com uma estimativa da TIR).

Tabela 9 Taxa Interna de Retorno

Taxa Interna de Retorno (TIR)	
mensal	5,39%
anual	64,64%

Fonte: elaborado pelo autor

Obteve-se então, a TIR mensal de 5,39% e consequentemente a anual (12* 5,39%), no valor de 64,64%.

10.3 VALOR ANUAL UNIFORME (VAU).

Dentre os métodos de análise financeira de um empreendimento, tem-se o Valor Anual Uniforme (VAU), também conhecido como Valor Uniforme Líquido (VUL). Esse método transforma diferentes valores de um fluxo de caixa num valor uniforme igual conhecido como VAU, a partir do desconto de uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) pré-definida. A TMA refere-se a uma taxa de juros pré-fixada com a qual compara-se a taxa de juros que um investimento irá proporcionar.

Tomando-se como parâmetro os últimos 5 anos do índice Ibovespa, obteve-se um índice de 15,55%. No entanto, com o intuito de diminuir o risco do empreendimento, será adotada uma TMA de 20%.

Com o auxílio de uma calculadora HP 19BII, calcula-se o VAU através do seguintes comandos.

FIN;

CFLO;

CLEAR DATA;

YES;

-196.652,63
+/- INPUT
0,00 INPUT
6 INPUT
15.231,26 INPUT
53 INPUT
71.481,26 INPUT
INPUT
CALC
1,67 I%
SUL

Daí, obtém-se o VAU de R\$ 8.281,26, que significa que o empreendimento apresenta um retorno de R\$ 8.281,26 em qualquer mês do fluxo de caixa, descontada a TMA.

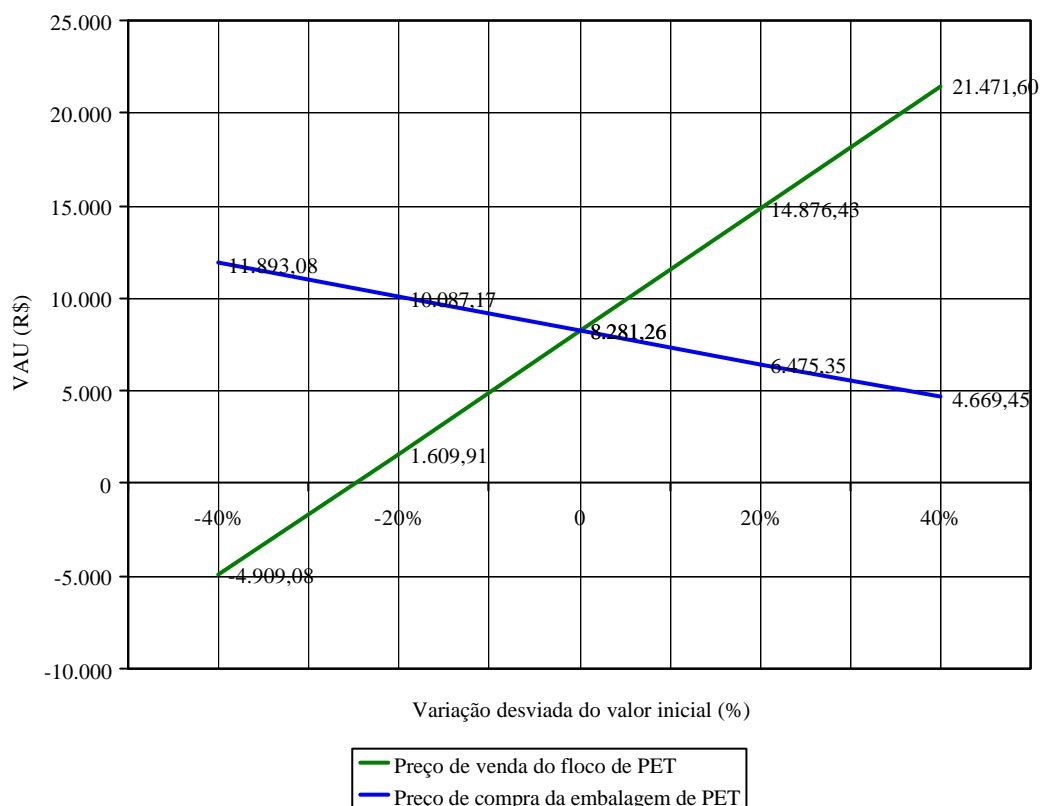
10.4 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

A análise de sensibilidade tem por finalidade auxiliar a tomada de decisão, ao se examinarem eventuais alterações de valores do fluxo de caixa produzidas por variações dos parâmetros componentes.

Quando uma variação do valor inicial de um determinado parâmetro produz uma grande alteração no valor do respectivo fluxo de caixa, diz-se que a decisão a ser tomada é sensível à variação do parâmetro considerado.

A partir de variações percentuais nos parâmetros preço de compra da embalagem de PET (matéria-prima) e preço de venda do flocos de PET, observou-se o efeito produzido no VAU.

A variação do preço de compra da embalagem de PET foi feita na Tabela de Custos e a variação no preço de venda do flocos de PET foi feita na Tabela de DRE, onde se obteve os resultados do Lucro Líquido. A partir do Lucro Líquido, obteve-se os fluxos de caixa, com os quais calculou-se os VAU's de cada variação, obtendo-se o seguinte gráfico:



Na figura 12, um aumento de 20% do preço de compra da embalagem de PET (do valor inicial de R\$0,25 para R\$0,30) refletiu numa diminuição do VAU de R\$ 8.281,26 para R\$ 6.475,35.

Já um aumento de 20% do preço de venda do floco de PET (do valor inicial de R\$1,10 para R\$1,32) refletiu num grande aumento da VAU, de R\$ 8.281,26 para R\$ 14.876,43.

Logo, conclui-se que a decisão a ser tomada à respeito deste investimento é sensível à variação dos parâmetros preço de compra da embalagem de PET e principalmente ao preço de venda do floco de PET, onde o VAU sofreu uma maior alteração.

11. ANÁLISE DOS RESULTADOS

- **Revisão Bibliográfica**

Analisando as características do PET, identificou-se grandes vantagens oferecidas pela utilização do PET, principalmente como embalagem. Em consequência disso, verificou-se que a indústria de fabricação de embalagens de PET está em ampla expansão. Esta constatação representa um cenário favorável para o setor de reciclagem deste material a médio e longo prazo, pois indica uma perspectiva de continuidade e crescimento deste setor.

A questão da destinação dos resíduos sólidos também aponta para esta constatação, pois a reciclagem apresenta-se como a melhor solução, permitindo o reaproveitamento dos resíduos, reincorporando-os ao processo produtivo e reduzindo o seu impacto ambiental. Dessa forma, a reciclagem apresenta grandes vantagens de ordem econômica e ambiental, além de sociais.

- **Viabilidade Técnica**

A partir dos testes realizados e do levantamento do estado da técnica, foi possível conjugar diferentes equipamentos e obter um projeto da linha de produção conforme apresentada que une tecnologias conhecidas e largamente empregadas no mercado e introduzir um novo equipamento de lavagem que apresentou vantagens frente às lavadoras tradicionais.

Os equipamentos projetados e a linha de produção poderão ser montados pela RAM Engenharia, uma vez que ela atua no segmento de montagem industrial e de equipamentos, possuindo experiência neste segmento.

- **Viabilidade Comercial**

Analisando o mercado de reciclagem de PET, pode-se observar que apesar de não existirem incentivos governamentais, o mercado está em franca expansão, com um crescimento de 34% em 2000, mas ainda sendo uma atividade promissora, pois apenas 32% das embalagens produzidas foram recicladas em 2001.

Quanto aos clientes, verificou-se um mercado altamente comprador devido ao interesse econômico, uma vez que o kg do PET reciclado custa R\$ 1,10, enquanto a resina virgem custa R\$ 4,00 o kg. Verificou-se também um novo mercado promissor para aplicação do PET reciclado: a indústria de embalagens, que absorve 90% do PET e que está introduzindo uma nova tecnologia que permite a utilização do PET reciclado.

A aquisição da matéria-prima deve ser feita principalmente através da compra do material triado em lixões. Esta aquisição mostrou ser o fator crítico deste estudo, pois está limitada pela quantidade de embalagens de PET descartadas pela população de Ouro Preto e cidades vizinhas, que possuem uma oferta teórica de 100.000 kg/mês.

A partir dos parâmetros de 60% e 70%, foi considerada uma aquisição de 50% do material, de forma a diminuir o risco comercial do empreendimento.

- Viabilidade jurídico-ambiental

O ponto principal da viabilidade jurídica de uma indústria diz respeito ao seu licenciamento ambiental. Para tal, o Sistema de Tratamento de Efluentes mostrou-se eficiente para reaproveitar a água no processo. No entanto, o efluente gerado deverá ser destinado de acordo com as regulamentações ambientais estabelecidas pela DN COPAM 20/86 e às exigências do CODEMA local.

Os resíduos sólidos decantados nas caixas do Sistema de Tratamento de Efluentes também deverá sofrer a destinação adequada, de acordo com o que estabelece a NBR 10004 (ABNT, 2003). Após classificados os resíduos sólidos (quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública), os mesmos poderão ter e destinação adequada. Devem ser observadas também as exigências do CODEMA local quanto à destinação de resíduos sólidos.

- Viabilidade Econômica

A partir do levantamento dos custos e despesas da indústria de reciclagem de PET, verificou-se na DRE uma previsão de Lucro Líquido mensal de R\$14.060,43, considerando uma estimativa de aquisição de matéria-prima de 50% do total disponível.

A partir deste resultado, pode-se obter o ROA de 85,21% a.a., o que representa ganhos 85% do valor investido no projeto em um ano e uma margem líquida de 32%, que representam ganhos significativos.

De um modo geral estes índices são ferramentas para comparações entre empresas do mesmo setor. Como o setor de reciclagem de PET não é composto por Sociedades Anônimas, que publicam seus resultados, a comparação possível foi feita com a Providência, empresa brasileira que atua no setor de plásticos e que foi eleita a melhor empresa do setor em 2002. A Providência apresentou em 2002, um ROA de 12.1% e margem líquida de 8,9% (EXAME, 2002).

Através da medição da medição do GAO, pode-se perceber que existe uma alavancagem operacional de 1,4 vezes, ou seja, se o empreendimento atingir um nível de vendas maior do que o esperado, o lucro aumentará 40% maior que este aumento de vendas.

- Viabilidade Financeira

Analisando o fluxo de caixa, obteve-se uma TIR de 64,64%, que representa uma alta taxa de retorno do investimento. No entanto, o resultado mais contundente diz respeito à VAU de R\$ 8.281,26 , que representa um ganho médio mensal descontada a TMA, e considerada um bom retorno para a empresa investidora em questão.

12. RECOMENDAÇÕES

A partir da implantação da indústria de reciclagem de embalagens de PET na região de Ouro Preto, recomenda-se o incentivo à formação de cooperativas de catadores de materiais recicláveis. Nesta cooperativa deve ser instalada uma prensa, de modo a se obter fardos de embalagens PET, reduzindo assim seu volume e consequentemente os custos de seu transporte até à indústria. Esta cooperativa representará uma fonte de matéria-prima constante para a indústria, além de ser uma atividade geradora de um grande número de empregos.

Quanto à tributação da indústria de reciclagem, deve-se pesquisar junto à Receita Federal a possibilidade de se optar pelo imposto diferido, que trata-se da postergação do ICMS para a atividade seguinte, ou seja, a indústria de reutilização de PET reciclado paga o imposto da atividade de reciclagem.

Quando se fizer necessário uma análise financeira mais detalhada deste projeto, sugere-se a utilização do software *Make Money*, que gera automaticamente fluxos de caixa, índices financeiros e balanços patrimoniais.

Deve ser dada atenção aos parâmetros de preço de compra da embalagem de PET e principalmente ao preço de venda do fardo de PET, pois a análise de sensibilidade mostrou que a tomada de decisão é sensível a estes parâmetros.

13. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEPET, Enfardamento e Revalorização de Sucatas de PET, Reciclagem & Negócios – PET. São Paulo: 1997

ABNT, Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, NBR 10004 - Classificação de Resíduos Sólidos. ABNT: 1987.

CEMPRE, Compromisso Empresarial para Reciclagem. O Sucateiro e a Coleta Seletiva Reciclagem & Negócios. São Paulo: 2000

CONSONI, Angelo José, BENVENUTO, Clovis, PARZANESE, Giovanna Antonia Cavalieri, SILVA, Isabel Cristina da, FILHO, José Luiz Albuquerque, CUNHA, Márcio Angeli, Disposição Final do Lixo, São Paulo: 1997.

DEMAJOROVIC, Jacques. Da política tradicional de tratamento do lixo à política de gestão de resíduos sólidos: as novas prioridades, Artigo publicado na Revista de Administração de Empresas, São Paulo: 1995, v. 35, n.3, p. 88-93.

FUENTES, Liége. Elasticidade a toda prova, Artigo publicado na Revista Exame, As 500 Maiores Empresas do Brasil, São Paulo: Editora Abril, julho de 2002, p.214-216.

PRADO FILHO, José Francisco, Garimpo no Lixo de Ouro Preto para chegar à reciclagem, Artigo publicado na revista Ciência Hoje, vol.23/nº. 138, Rio de Janeiro: maio de 1998 p.57,58.

GITMAN, Lawrence J, Princípios de Administração Financeira, São Paulo: Editora Bookman 2ª edição, 2002.

HIRSCHFELD, Henrique, Engenharia Econômica e Análise de Custos, São Paulo: Editora Atlas 7^a edição, 2000.

OLIVEIRA, Luís Martins de, Contabilidade de Custos para não contadores, São Paulo: Editora Atlas 1^a edição, 2000.

PACHECO, Raquel de Resende Janot Estudo da Reciclagem Mecânica das Garrafas Carbonatadas de Politereftalato de Etileno (PET), Dissertação de Mestrado na Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte: 1998.

PINTO, Armênio Gomes. Plástico. In: IPT/ CEMPRE. Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado, São Paulo: 1997. p. 181-192.

ROLIM, Sílvia Piedrhita, Prós e contras de reciclar plásticos, Artigo publicado na revista Plástico Moderno, São Paulo: agosto de 2001. p.40-44.

SIQUEIRA, Márcio Estudo de Viabilidade Técnico-Econômico para implantação de uma indústria recicladora de PET no município de Alfenas – Sul de Minas Gerais, Artigo publicado no Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Curitiba: 2002.

VALLE, Cyro Eyer do, Qualidade Ambiental: como ser competitivo protegendo o meio ambiente: (como se preparar para as Normas ISO 14000), São Paulo: Editora Pioneira 1^a edição, 1995.

VERAS, Lilia Ladeira, Matemática Financeira, São Paulo: Editora Atlas 3^a edição, 1999.

WESTON, J. Fred, BRIGHAM, Eugene F. Fundamentos da Administração Financeira, São Paulo: Editora Makron 10^a edição, 2000.

<http://www.abepet.com.br> (Acessado em abril de 2003)

<http://www.abiplast.com.br> (Acessado em abril de 2003)

<http://www.abiquim.com.br> (Acessado em abril de 2003)

<http://www.cempre.org.br> Pesquisa Ciclossoft 2002 (Acessado em abril de 2003)

<http://www.feam.org.br> (Acessado em abril de 2003)

http://www.ief.gov.br/copam/normas/dn_copam10-86 (Acessado em novembro de 2003)

<http://www.ibge.gov.br> (Acessado em outubro de 2003)

<http://www.receita.fazenda.gov.br> (Acessado em dezembro de 2003)

<http://www.rhodia-ster.com.br> (Acessado em abril de 2003)

<http://www.sebrae.com.br> (Acessado em setembro de 2003)