UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO

CURSO DE MESTRADO

# VIABILIDADE ECONÔMICA E TECNOLÓGICA PARA A RECICLAGEM DAS EMBALAGENS CARTONADAS LONGA VIDA PÓS-CONSUMO DE PORTO ALEGRE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Escola de Administração, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Administração

**RAFAEL BATISTA ZORTEA**

Orientador: Prof. Dr. Luís Felipe Nascimento

Porto Alegre, RS - 2001

*“Às pessoas de maior personalidade*
*Deus reserva os maiores desafios.”*

*Autor desconhecido*

## AGRADECIMENTOS


- Aos meus pais e meus irmãos e a minha namorada, pela compreensão e apoio;
- aos professores e funcionários do PPGA (Programa de Pós-Graduação em Administração) e funcionários das bibliotecas da Faculdade de Ciências Econômicas e de Administração da UFRGS;
- ao Prof. Dr. Luis Felipe Nascimento, meu orientador;
- aos professores Edi Madalena Fracasso, Antônio Padula e Nilo Cardozo, membros da Banca Examinadora;
- à Capes, pelo suporte financeiro;
- a todos os meus colegas de Mestrado que ingressaram junto comigo no ano de 1999, em especial as colegas Carla Buss e Lisiane Vasconcelos, pela ajuda e dicas que em muito me ajudaram;
- ao colega Jean Phillipe Revillion pelo estímulo e motivação inicial fazendo com que eu escolhesse tal tema;
- as empresas Santa Clara; Klabin e Rio Pardo, que me abriram as portas destas empresas para a realização da pesquisa;
- a Tetra Pak, em nome de Rodrigo Gomes, Fernando Neves e Romi Tresinari; que me auxiliaram na indicação;
- aos setores de Assessoria Ambiental e DDF do DMLU; em especial a Mayra Moreira Huergo, que se esforçou em me ajudar na realização desta pesquisa;
- a todos os meus amigos que, direta ou indiretamente, contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho, agradeço pelo apoio, estímulo e atenção.

## RESUMO

O trabalho em questão tem como **tema** verificar a possibilidade do processo de reciclagem das embalagens longa vida pós-consumo geradas em Porto Alegre, baseando-se na infra-estrutura de gestão de resíduos existente na cidade e, em dados e informações de empresas de outras cidades que já começam a incorporar este tipo de resíduo como matéria-prima em seus processos de reciclagem. A análise de alternativas, a fim de verificar a possibilidade da criação de recicladoras com o intuito de reaproveitamento dessas embalagens pós-consumo, é o **objetivo** do trabalho. A pesquisa constituiu-se num estudo exploratório junto a três recicladoras de papéis que, incorporaram os resíduos de embalagens longa vida como matéria-prima no processo de reciclagem do papel. A **metodologia** completa-se com a busca de informações e dados junto ao Departamento Municipal de Limpeza Urbana e Porto Alegre (DMLU), a fim de realizar uma caracterização de como funciona a gestão de resíduos da cidade. Averiguando as informações coletadas, a pesquisa levantou como **resultado** algumas deficiências nas recicladoras visitadas em termos de tecnologias para o reaproveitamento de embalagens multicamadas, inserindo-se aí as embalagens longa vida. Outra constatação que pode ser feita refere-se à falta de oferta de embalagens longa vida para fins de reaproveitamento ou reciclagem, problema este provocado pela falta de informações junto a população em relação à possibilidade de realizar o reaproveitamento deste tipo de embalagem. No Brasil, a maior causa da falta de oferta das embalagens longa vida para fins de reaproveitamento, é a inexistência de políticas de Coleta Seletiva na grande maioria dos municípios brasileiros.

## ABSTRACT

The study in question has as **theme** the avaliation of recycling process in the production of post-consumer aseptic beverage cartons in Porto Alegre, based on the waste management framework that exists in the city, and also, in data and information about recycling companies in others cities of Brazil that already make use of this kind of packaging waste as raw material in theirs recycling process. The analysis of alternatives, aiming to check the possibilities of creation of the recycling companies, that can recycle this post-consumer packages, is the **main goal** of this study. The research is based on an exploratory study with three paper recycling companies that, at the present time, make use of waste post-consumer aseptic beverage cartons as raw material in the paper recycling process. The methodology is complemented with the search of information and data of the Garbage Department of Porto Alegre (DMLU), to carry out a characterization about how the city waste management works. After verifying the collected information, the study indicates, as **results,** some lacks concerning the technologies for multi-layer lamination packages recycling, and among the packages there are the aseptic beverage cartons. Other verification that can be done refers to the lack of beverage cartons' supplies to reuse or recycle. This problem is caused because people does not receive information about the possibility of recycling this sort of packages. In terms of Brazil, the main cause is does not exist policies concerning the collect of separate waste solids in the majority of Brazilians cities.

# SUMÁRIO

**LISTA DE FIGURAS**

**LISTA DE QUADROS**

**LISTA DE TABELAS**

**AGRADECIMENTOS** ..... **III**

**ABSTRACT** ..... **V**

**1. INTRODUÇÃO** ..... **1**

1.1. OBJETIVOS DA PESQUISA ..... 5
*1.2.1. Objetivo Geral* ..... *5*
*1.2.2. Objetivos Específicos* ..... *5*
1.2. ABRANGÊNCIA DA PESQUISA ..... 6

**2. RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E A RECICLAGEM** ..... **7**

2.1. RESÍDUOS SÓLIDOS: CUSTOS E SOLUÇÕES ..... 7
2.2. DESTINAÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS ..... 8
*2.2.1. Resíduos Sólidos Urbanos* ..... *8*
*2.2.2. Disposição* ..... *9*
*2.2.3. Compostagem* ..... *10*
*2.2.4. Incineração* ..... *10*
*2.2.5. Reciclagem* ..... *10*
2.3. ANÁLISE DO CICLO DE VIDA ..... 11
2.4. COMPETITIVIDADE E INOVAÇÃO ..... 13
2.5. ESPÉCIES DE COLETA ..... 14
*2.5.1. Coleta Domiciliar* ..... *14*
*2.5.2. Coleta Seletiva* ..... *15*

**3. AS EMBALAGENS CARTONADAS LONGA VIDA** ..... **18**

3.1. AS EMBALAGENS CARTONADAS LONGA VIDA E O AMBIENTE ..... 18
*3.1.1. Mercado de Embalagens cartonadas longa vida* ..... *20*
3.2. OPÇÕES DE BENEFICIAMENTO DAS EMBALAGENS CARTONADAS LONGA VIDA ..... 20
*3.2.1. Reciclagem* ..... *21*
*3.2.2. Incineração com Reaproveitamento de Energia* ..... *24*
*3.2.3. Compostagem* ..... *24*
*3.2.4. Disposição Final: Lixões e Aterros Sanitários* ..... *25*

**4. VIABILIDADE ECONÔMICA E FINANCEIRA** ..... **26**

4.1. PLANEJAMENTO FINANCEIRO ..... 26
4.2. AVALIAÇÃO DOS INVESTIMENTOS ..... 26
4.3. AVALIAÇÃO DE FONTES E DE APLICAÇÕES DE RECURSOS ..... 28
4.4. AVALIAÇÃO DE PROJEÇÃO DOS RESULTADOS ..... 29
*4.4.1 Análise das Receitas* ..... *29*
*4.4.2 Análise dos Custos* ..... *30*
4.5. AVALIAÇÃO DO FLUXO DE CAIXA ..... 34
*4.5.1. Taxa Mínima de Atratividade - TMA* ..... *35*
*4.5.2. Valor Presente Líquido - VPL* ..... *35*

*4.5.3. Taxa Interna de Retorno - TIR* ..... *36*
*4.5.4. Payback* ..... *37*
*4.5.5. Índice de Lucratividade – IL e Taxa de Rentabilidade - TR* ..... *38*
*4.5.6 Ponto de Equilíbrio - PE* ..... *39*

**5. METODOLOGIA ..... 40**

5.1 ANÁLISE DOS ELEMENTOS DE VIABILIDADE TECNOLÓGICA E ECONÔMICA PARA A IMPLANTAÇÃO DE UMA RECICLADORA DE EMBALAGENS CARTONADAS LONGA VIDA ..... 40
5.2. QUANTIFICAÇÃO E VERIFICAÇÃO DA DESTINAÇÃO DAS EMBALAGENS CARTONADAS LONGA VIDA RECOLHIDAS EM PORTO ALEGRE ..... 41
5.3. BUSCA E VERIFICAÇÃO DOS INTERMEDIÁRIOS E RECICLADORES DE EMBALAGENS CARTONADAS LONGA VIDA E AFINS LIGADOS AO MATERIAL RECICLÁVEL PÓS-CONSUMO DE PORTO ALEGRE ..... 43
5.4. VERIFICAÇÃO DOS CUSTOS E DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO PROCESSO DE RECICLAGEM DAS EMBALAGENS CARTONADAS LONGA VIDA PARA A REALIDADE DO MUNICÍPIO DE PORTO ALEGRE ..... 43
5.5. DIFICULDADES E LIMITES ..... 44

**6. A COLETA DAS EMBALAGENS CARTONADAS LONGA VIDA EM PORTO ALEGRE ..... 46**

6.1 A PRODUÇÃO DE LIXO EM PORTO ALEGRE ..... 46
6.2 CUSTOS ENVOLVIDOS NA COLETA DO LIXO DA CIDADE DE PORTO ALEGRE ..... 47
*6.2.1 Coleta Domiciliar* ..... *47*
*R$/tonelada* ..... *47*
*6.2.2 Coleta Seletiva* ..... *48*
*R$/tonelada* ..... *49*
6.3 A COLETA DAS EMBALAGENS CARTONADAS LONGA VIDA PÓS-CONSUMO EM PORTO ALEGRE ..... 50
*6.3.1. Embalagens Longa Vida Pós-Consumo: Coleta Domiciliar* ..... *51*
*6.3.2. Embalagens Longa Vida Pós-Consumo: Coleta Seletiva* ..... *52*
*6.3.3. Embalagens Longa Vida Pós-Consumo: Intermediários* ..... *55*

**7. A RECICLAGEM DAS EMBALAGENS CARTONADAS LONGA VIDA NO BRASIL ..... 57**

7.1 O PROCESSO DE PRENSAGEM ..... 57
7.2 RECICLAGEM DAS FIBRAS DE PAPEL ..... 58
*7.2.1. Indústria Klabin S.A. – Unidade Piracicaba* ..... *59*
*7.2.2. Rio Pardo Indústrias de Papéis e Celulose Ltda* ..... *64*
*7.2.3. Santa Clara Indústria de Pastas e Papéis Ltda* ..... *67*
*7.2.4. O Processo e os Custos de uma Indústria de Papel* ..... *72*
7.3 PROCESSO DE INCINERAÇÃO ..... 73
*7.3.1. Empresa Nipon* ..... *74*
7.4 PROJETO TECPAR ..... 74

**8. A POSSIBILIDADE DE RECICLAGEM DAS EMBALAGENS CARTONADAS LONGA VIDA EM PORTO ALEGRE ..... 76**

8.1 A INFRA-ESTRUTURA EXISTENTE NA REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE (RMPA) ..... 76
*8.1.1. Recicladoras de Papel* ..... *76*
*8.1.2. Recicladoras de Polietileno* ..... *77*
*8.1.3. Processo de Incineração* ..... *78*
8.2 ANÁLISE DA VIABILIDADE TECNOLÓGICA E ECONÔMICA DE RECICLAGEM DAS EMBALAGENS CARTONADAS LONGA VIDA ..... 80
*8.2.1. A Oferta das Embalagens Longa Vida Pós-Consumo* ..... *80*
*8.2.2. A Separação e a Reciclagem das Embalagens cartonadas longa vida* ..... *82*
*8.2.3. Os Processos de Reaproveitamento do Resíduo de Alumínio e Plástico* ..... *84*
8.3 ANÁLISE FINANCEIRA: DUAS SUGESTÕES DE EMPREENDIMENTOS ..... 85
*8.3.1. Sugestão 1: Investimento numa Recicladora Própria de Embalagens Longa Vida Pós-Consumo* ..... *85*
*8.3.2. Sugestão 2: Agregar as Embalagens Longa Vida Pós-Consumo como uma das Matérias-Primas de uma Recicladora de Papel* ..... *91*

**9. CONCLUSÕES ..... 97**

9.1 VIABILIDADE TECNOLÓGICA: LIMITANTES ..... 97

9.2 VIABILIDADE ECONÔMICA: LIMITANTES....98
9.3 CONCLUSÕES FINAIS....98
**10. SUGESTÕES ....101**
**BIBLIOGRAFIA....1**
**ANEXO 1....VII**
**ANEXO 2....X**
**ANEXO 3....XI**
**ANEXO 4....XII**
**ANEXO 5....VII**
**ANEXO 7....XI**

# LISTA DE FIGURAS

**FIGURA 1: LIXÃO A CÉU ABERTO ..... 9**

**FIGURA 2: ATERRO SANITÁRIO ..... 9**

**FIGURA 3: CICLO TOTAL DE UMA "INDÚSTRIA ECOLÓGICA" ..... 12**

**FIGURA 4: CENTRO DE TRIAGEM ..... 16**

**FIGURA 5: A EMBALAGEM CARTONADA LONGA VIDA ..... 19**

**FIGURA 6: DESENHO ES QUEMÁTICO DA RECICLAGEM DAS EMBALAGENS CARTONADAS LONGA VIDA ..... 21**

**FIGURA 7: IMAGEM INTERNA DO HIDRAPULPER ..... 22**

**FIGURA 8: GRÁFICO DO PONTO DE EQUILÍBRIO ..... 32**

**FIGURA 9: DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DA PLANTA DE RECICLAGEM DAS FIBRAS DE PAPEL DAS EMBALAGENS LONGA VIDA SITUADA NA UNIDADE DE PIRACICABA DAS INDÚSTRIAS KLABIN ..... 61**

**FIGURA 10: PRODUTOS FABRICADOS A PARTIR DO PAPELÃO EM FOLHA E/OU BOBINA PRODUZIDO PELA SANTA CLARA ..... 67**

**FIGURA 11: PROCESSO UTILIZADO PELA SANTA CLARA PARA A SEPARAÇÃO DO RESÍDUO DE PLÁSTICO E ALUMÍNIO DAS EMBALAGENS LONGA VIDA ..... 70**

# LISTA DE QUADROS

**QUADRO 1: EXEMPLOS EM CADA PAÍS DE PRODUTOS FEITOS COM EMBALAGENS LONGA VIDA RECICLADAS ..... 22**

**QUADRO 2: CENTROS DE TRIAGEM DE PORTO ALEGRE ..... 48**

**QUADRO 3: DIFERENÇAS EXISTENTES ENTRE OS PROCESSO DE RECICLAGEM DAS EMBALAGENS CARTONADAS LONGA VIDA E DO PAPEL NORMAL VERIFICADOS NA UNIDADE DE PIRACICABA DA EMPRESA KLABIN ..... 63**

**QUADRO 4: EQUIPAMENTOS E O PROCESSO DE RECICLAGEM DE FIBRAS DE PAPEL DA EMPRESA RIO PARDO ..... 66**

**QUADRO 5: PARÂMETROS DOS EQUIPAMENTOS E DO PROCESSO DE RECICLAGEM DE FIBRAS DE PAPEL DA EMPRESA SANTA CLARA ..... 71**

**QUADRO 6: DADOS E CUSTOS DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE PAPEL ..... 72**

**QUADRO 7: DADOS GERAIS DAS EMPRESAS RECICLADORAS DE PAPEL NA RMPA ..... 76**

# LISTA DE TABELAS

**TABELA 1: NÚMERO DE MUNICÍPIOS DO BRASIL COM COLETA SELETIVA....16**

**TABELA 2: CONSUMO BRASILEIRO DE EMBALAGENS CARTONADAS LONGA VIDA....20**

**TABELA 3: DISCRIMINAÇÃO, VALORES E COMPOSIÇÃO DO INVESTIMENTO FIXO TOTAL.27**

**TABELA 4: DISCRIMINAÇÃO DA NECESSIDADE DO CAPITAL DE GIRO....28**

**TABELA 5: DEMONSTRATIVO DE FONTES E DE APLICAÇÕES DE RECURSOS....29**

**TABELA 6: TAXAS ANUAIS DE DEPRECIAÇÃO, MANUTENÇÃO E DE SEGUROS....33**

**TABELA 7: DEMONSTRATIVO DE RESULTADOS MENSAIS....33**

**TABELA 8: FLUXO DE CAIXA DO PROJETO....34**

**TABELA 9: FLUXO DE CAIXA SIMPLES DE UM PROJETO....37**

**TABELA 10: VALORES REFERENTES AOS GASTOS EM CADA ETAPA DA COLETA DOMICILIAR....47**

**TABELA 11: VALORES REFERENTES AOS GASTOS EM CADA ETAPA DA COLETA SELETIVA49**

**TABELA 12: COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES DE PORTO ALEGRE....52**

**TABELA 13: QUANTIDADE DE EMBALAGENS CARTONADAS LONGA VIDA RECOLHIDAS NA COLETA SELETIVA NOS ANOS DE 1999 E 2000.....53**

**TABELA 14: PREÇO OBTIDO PELOS MATERIAIS RECICLADOS NOS CENTROS DE TRIAGEM EM PORTO ALEGRE....54**

**TABELA 15: CONSUMO DE EMBALAGENS LONGA VIDA DA SANTA CLARA PAPÉIS NA UNIDADE DE CANDÓI NO ANO DE 2000....68**

**TABELA 16: INFRA-ESTRUTURA FÍSICA DO INVESTIMENTO....85**

**TABELA 17: RECURSOS NECESSÁRIOS PARA O CAPITAL DE GIRO DA SUGESTÃO 1....86**

**TABELA 18: DEMONSTRATIVO DE USOS E FONTES DA SUGESTÃO 1....86**

**TABELA 19: MÃO-DE-OBRA ENVOLVIDA NO PROJETO DA SUGESTÃO 1....87**

**TABELA 20: CUSTOS DE DEPRECIAÇÃO, SEGUROS E MANUTENÇÃO DO PROJETO DA SUGESTÃO 1....88**

**TABELA 21: CUSTOS VARIÁVEIS DA SUGESTÃO 1....88**

**TABELA 22: VALORES GERAIS DA RECICLADORA DA SUGESTÃO 1....88**

**TABELA 23: DEMONSTRATIVO DE RESULTADO MENSAL PARA A SUGESTÃO 1 ..... 89**

**TABELA 24: FLUXO DE CAIXA DO PROJETO DA SUGESTÃO 1 ..... 90**

**TABELA 25: RECURSOS NECESSÁRIOS PARA O CAPITAL DE GIRO DA SUGESTÃO 2 ..... 91**

**TABELA 26: DEMONSTRATIVO DE USOS E FONTES DA SUGESTÃO 2 ..... 92**

**TABELA 27: MÃO-DE-OBRA ENVOLVIDA NO PROJETO DA SUGESTÃO 2 ..... 92**

**TABELA 28: CUSTOS DE DEPRECIAÇÃO, SEGUROS E MANUTENÇÃO DO PROJETO DA SUGESTÃO 2 ..... 93**

**TABELA 29: CUSTOS VARIÁVEIS DA SUGESTÃO 2 ..... 93**

**TABELA 30: VALORES GERAIS DA RECICLADORA DA SUGESTÃO 2 ..... 94**

**TABELA 31: DEMONSTRATIVO DE RESULTADO MENSAL PARA A SUGESTÃO 2 ..... 95**

**TABELA 32: FLUXO DE CAIXA DO PROJETO DA SUGESTÃO 1 ..... 95**

## LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|---|---|
| **ACE** | Associação das Embalagens Assépticas e do Ambiente (Bélgica) |
| **AGAS** | Associação Gaúcha de Supermercados |
| **APC** | Conselho de Embalagens Assépticas (USA) |
| **CEMPRE** | Compromisso Empresarial para a Reciclagem |
| **CETEA** | Centro de Tecnologia em Embalagem |
| **DDF** | Departamento de Destino Final |
| **DMLU** | Departamento Municipal de Limpeza Urbana |
| **EPA** | Agência de Proteção Ambiental (USA) |
| **ETE** | Estação de Tratamento de Efluentes |
| **FEPAM** | Fundação de Proteção Ambiental |
| **ICMS** | Imposto sobre Circulação de Mercadoria e Serviços |
| **IL** | Índice de Lucratividade |
| **IPI** | Imposto sobre Produtos Industrializados |
| **ITAL** | Instituto de Tecnologia de Alimentos |
| **ITC** | International Trade Centre |
| **P&C** | Parques & Ciclovias |
| **PE** | Ponto de Equilíbrio |
| **PEAD** | Polietileno de Alta Densidade |
| **PR** | Paraná |
| **RMPA** | Região Metropolitana de Porto Alegre |
| **RS** | Rio Grande do Sul |
| **SC** | Santa Catarina |
| **SETI** | Secretaria da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Paraná |
| **SP** | São Paulo |
| **TIR** | Taxa Interna de Retorno |
| **TMA** | Taxa Mínima de Atratividade |
| **TR** | Taxa de Rentabilidade |
| **UFRGS** | Universidade Federal do Rio Grande do Sul |
| **VPL** | Valor Presente Líquido |

## 1. INTRODUÇÃO

No decorrer da história da humanidade, a sociedade passou por um progresso onde se destacaram o avanço tecnológico e o grande crescimento populacional. Porém, esse progresso tecnológico somado ao crescimento populacional ocorreu sob uma forma de exploração dos recursos naturais, que não respeitava os limites do ecossistema, repercutindo num volume cada vez maior de resíduos, sem falar nos desmatamentos, solos degradados e na poluição das águas e do ar.

Somado a isto, o progresso, pelo qual a sociedade passou, acarretou também uma forte cultura consumista, tendo como conseqüência uma grande geração de lixo sem que houvesse um planejamento para a sua disposição. Estes problemas aumentaram a preocupação dos ambientalistas e da sociedade em geral.

> *"Como pode ser observado, o crescimento rápido da exploração dos recursos naturais e do consumo nos países desenvolvidos apresentava, como contrapartida, um crescimento igualmente rápido do volume dos resíduos a serem dispostos, um fato decorrente da ausência de políticas para reduzir a quantidade de resíduos em qualquer das etapas do sistema produtivo" (Demajorovic, 1995, p. 90 e 91).*

Assim, um dos grandes problemas da sociedade moderna é a disposição e destinação de forma segura deste lixo que é gerado em conseqüência dos usos e costumes modernos. Este problema deve ser combatido através da instituição de um novo tipo de desenvolvimento. Segundo Pauli (1996) este crescimento deve procurar integrar-se ao meio ambiente, ou seja, a sociedade deve continuar a trilhar o seu caminho num desenvolvimento cada vez maior, porém é importante que este desenvolvimento não satisfaça somente as necessidades de curto prazo, mas deve também pensar no amanhã e nas necessidades e oportunidades das gerações futuras (desenvolvimento sustentável).

Na idéia de se alcançar um desenvolvimento sustentável, a sociedade deve voltar as suas atenções para uma das preocupações atuais que é o volume de lixo, atualmente, gerado. Tendo uma população em cerca de seis bilhões de pessoas, fica fácil imaginar o

resultado ao se levantar a hipótese de que cada pessoa pode gerar um lixo de 0,5 a 1,5 quilos por dia. Para que se possa minimizar este enorme volume de lixo, deve-se tomar atitudes com o objetivo de prevenir a formação do mesmo, assim como reaproveitar.

Segundo Demajorovic (1995), deve-se ter uma visão diferente quando se fala em entulhos, sobras e em lixo em geral. Deve-se encarar os subprodutos do sistema produtivo como "resíduos sólidos" e não mais como "lixo"[1], pois aquele se diferencia deste por possuir valor econômico ao contrário deste que é apenas descartado. Assim, o autor cita que em 1975, os países da OCDE priorizaram em relação à gestão de resíduos sólidos o tratamento destes na seguinte ordem:

- Redução da produção de resíduos;
- Reciclagem do material;
- Incineração com reaproveitamento de energia;
- Disposição em aterros sanitários controlados (Demajorovic, 1995).

Dentro da problemática da gestão de resíduos sólidos, a preocupação deste trabalho volta-se para o estudo de opções de destinação final no ramo das embalagens, a fim de tornar a disposição e destinação final das mesmas um processo seguro, sustentável e de valor econômico para a sociedade.

Porém, para que se possa contar com alternativas ecologicamente seguras para o problema, não se pode apenas imaginar um "tratamento adequado"[2] para as embalagens pós-consumo. Deve-se também verificar a situação e as necessidades da região quanto à área de embalagens e meio ambiente (Madi et al, 1998). Segundo The Alliance for Beverage Cartons and the Environment (1999), nem sempre as opções apresentadas poderão ser aplicadas em todas as situações: geografia, clima, urbanização, cultura e níveis de desenvolvimento somam-se aos fatores já citados acima como variáveis de decisão para a escolha do melhor método a ser desenvolvido numa determinada área ou região. Sendo

[1] Segundo o Dicionário Aurélio, lixo é aquilo que se varre da casa, do jardim, da rua, e se joga fora; entulho.

[2] Tratamento adequado aqui se refere unicamente a uma solução técnica sem levar em conta outros fatores como: mercado, viabilidade, necessidade, etc.

assim, é necessário analisar as técnicas disponíveis, da situação e necessidades da região, juntamente com a conscientização da população desta região em relação a questões ambientais para que se possa tornar viável o tratamento dos resíduos gerados pela utilização das embalagens, num processo ecológico e até mesmo rentável.

> *"O tempo todo alguém sugere que reciclagens em ciclos fechados, plásticos degradáveis, ou o uso de pipoca como material para estofamento resolveriam nossos problemas de resíduos sólidos, porém eles desviam a atenção para o duro trabalho que deve ser feito para encontrar as reais soluções. Do mesmo modo profissionais de embalagens sabem que, todas as coisas colocadas acima, como "soluções rápidas", poderiam criar mais problemas do que soluções (ITC, 1993, p.3)."*

Dentre as embalagens, esta pesquisa focaliza as embalagens cartonadas longa vida. Este tipo de embalagem é diferenciado das demais, pois se trata de uma embalagem multicamada, que possui três tipos de materiais na sua composição: papel, polietileno e alumínio. Segundo D'Alessio, (1998), as embalagens longa vida sempre carregaram o estigma de "agressoras do meio ambiente" por possuírem um alto consumo e um difícil tratamento pós-consumo. Porém, graças aos avanços nas técnicas de reciclagem, e algumas ações desenvolvidas pela empresa Tetra Pak, as embalagens, também conhecidas como Tetra Brik Aseptic, possuem hoje um reaproveitamento na produção de papel ondulado, papel kraft, embalagens para ovos (essas três alternativas constituem mercados no País), produção de móveis e divisórias e energia através de sua incineração, além de tantas outras alternativas (D'Alessio, 1998, Cempre, 1997b).

Esta embalagem, segundo The Alliance for Beverage Cartons and the Environment (1999), apresenta uma combinação de quatro métodos de tratamento pós-consumo: reciclagem, recuperação de energia, compostagem e aterro sanitário. A possibilidade de utilização de diversas opções no tratamento pós-consumo das embalagens cartonadas longa vida existe, por causa da sua variada composição de materiais. segundo The Alliance for Beverage Cartons and the Environment (1999), complementa dizendo que a combinação das opções para o gerenciamento de resíduos pós-consumo são aplicáveis conforme o

método que seja mais apropriado segundo fatores como: disponibilidade de recursos, facilidade de tratamento, viabilidade técnica e resultados positivamente ambientais.

Quanto à sua utilização, a embalagem cartonada longa vida é uma das mais modernas, pois possui a capacidade de preservar os alimentos por muitos meses sem a necessidade de refrigeração, além de mantê-los embalados, fora do alcance de bactérias e outros microorganismos (Cempre, 1997b).

Levou-se em conta propor tal estudo e discussão, pois segundo Costa (1998), o município de Porto Alegre, com relação aos resíduos sólidos, caminha hoje em direção a sustentabilidade. Porém, conforme o autor pode constatar, a região ainda não possui recicladoras para o beneficiamento das embalagens cartonadas longa vida e este fato deve ser analisado ao verificar as seguintes constatações:

- Crescente aumento do consumo dessas embalagens;
- Estimativa de prazos limitados para os aterros sanitários em Porto Alegre, necessitando a procura de novas alternativas para o lixo domiciliar que possui esta destinação final;
- A falta de conhecimento de grande parte da população, quanto a reciclabilidade das embalagens cartonadas longa vida[3];
- O interesse da Tetra Pak em aspectos ecológicos e ambientais, justificado com o investimento em pesquisa e interesse no surgimento de empresas recicladoras para este tipo de material[4];
- Os custos evitados com energia e insumos na fabricação de materiais quando se utiliza material reciclado, ao invés de matérias-primas virgens.

[3] Segundo Costa (1998), 32,4% do lixo em base úmida que chega aos aterros sanitários é material reciclável, sendo caracterizado também pelas embalagens cartonadas longa vida. Além disso, 14% dos materiais rejeitados nos galpões de reciclagem são compostos por Embalagens Cartonadas Longa vida.

[4] Vide Tetra Pak, 1999

Além disso, a implantação de uma gestão de resíduos sólidos, para este tipo de embalagem, agregada às opções tecnológicas pós-consumo para as mesmas, servirá como uma fonte de oportunidades e empregos para o município.

Os resultados da pesquisa, poderão contribuir para avaliação da viabilidade dos processos de reciclagem e reutilização das Embalagens cartonadas longa vida e para avaliação da potencialidade econômica que estas tecnologias terão a oferecer para Porto Alegre.

Dentro do contexto apresentado e com a infra-estrutura existente em Porto Alegre com a existência de coleta seletiva, além de uma preocupação ambiental por parte do governo municipal; a presente proposta de dissertação pretende verificar o por quê da não existência de recicladoras para este tipo de embalagem, analisando elementos de viabilidade econômicos e tecnológicos. A pesquisa procurará analisar alguns casos de beneficiamento das embalagens cartonadas longa vida já existentes no Brasil e verificar as formas mais viáveis e aceitáveis de implantação destas opções para Porto Alegre.

## 1.1. Objetivos da Pesquisa

A seguir, estão descritos o objetivo geral e os objetivos específicos desta pesquisa:

### 1.2.1. Objetivo Geral

Levantar as alternativas para a reciclagem das embalagens cartonadas longa vida pós-consumo de Porto Alegre.

### 1.2.2. Objetivos Específicos

a. Analisar os elementos de viabilidade econômica e tecnológica das recicladoras de embalagens cartonadas longa vida pós-consumo existentes em outras cidades.

b. Verificar o volume de embalagens cartonadas longa vida pós-consumo que são recolhidas pelo Serviço de Limpeza Urbana de Porto Alegre e o destino dado a estas embalagens.

c. Investigar as opções de logística e de infra-estrutura necessárias para a reciclagem das embalagens cartonadas longa vida pós-consumo de Porto Alegre.

d. Verificar os custos envolvidos e a viabilidade econômica para as opções tecnológicas de reciclagem das embalagens cartonadas longa vida pós-consumo de Porto Alegre.

### 1.2. Abrangência da Pesquisa

Tendo como intenção analisar a viabilidade econômica e tecnológica da reciclagem das embalagens cartonadas longa vida pós-consumo de Porto Alegre, a pesquisa tem sua abrangência espacial o município de Porto Alegre, sendo que a sua abrangência pode ser ampliada para outras áreas do Estado, pois os resíduos gerados e separados para reaproveitamento em Porto Alegre, por questões de viabilidade econômica e de investimento, poderão encontrar soluções tecnológicas somente fora dos limites físicos do município.

Neste trabalho são considerados unicamente os resíduos de origem domiciliar, ou mais precisamente, os resíduos recolhidos pelo Serviço de Limpeza Urbana de Porto Alegre (DMLU). Os resíduos domiciliares focalizados no trabalho serão as embalagens cartonadas longa vida, mais popularmente conhecidas como embalagens cartonadas longa vida.

No entanto, pela escassez de dados referentes a parte de processo e investimentos no que se refere a uma recicladora de embalagens cartonadas longa vida, realizou-se uma busca de elementos e dados em outras cidades do Brasil. Esta busca foi realizada em cidades onde já existiam recicladoras destas embalagens. Tais dados serviram de base para a realização do estudo de viabilidade econômica e tecnológica para a situação de Porto Alegre.

## 2. RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E A RECICLAGEM

A utilização de ferramentas de gestão de resíduos sólidos ajuda na busca de processos adequados para o tratamento das embalagens cartonadas longa vida. A idéia central deste capítulo está na busca de soluções para o problema da geração de resíduos sólidos. Tais soluções estão apresentadas sob a forma de algumas idéias e de tecnologias já existentes para o problema de destinação destas embalagens.

### 2.1. Resíduos Sólidos: Custos e Soluções

Em busca de um melhor fator de custo, as indústrias procuram cada vez mais atingir uma maior eficiência em termos de processo, a fim de obter produtos de valor competitivo para o mercado. Nesta idéia de competitividade, termos como sustentabilidade, reciclagem, reaproveitamento e menor desperdício são palavras já absorvidas no dia-a-dia das empresas privadas.

Porém, essa preocupação não é exclusividade das corporações privadas. Os Órgãos e Empresas Públicas também se unem neste ideal de processos eficientes e minimização de resíduos, pois já se faz notório o problema pelo qual passam os grandes centros urbanos quando se discute a respeito da crescente poluição do solo, do ar e das águas. O que repercute somente em custos continuamente maiores em termos de tratamento e destinação final. Segundo Denton (1994), quando se fala em desperdícios e na geração de resíduos, o real problema a se definir é de ordem econômica e não ambiental, visto que o último, conforme o próprio autor, já está tornando-se obsoleto. Denton exemplifica colocando que alguns anos atrás era mais barato enterrar papéis velhos e plásticos do que eliminá-los ou reciclá-los. Porém as coisas estão mudando rapidamente e a concepção de foco do problema também deve mudar.

Assim, tanto a gestão pública como a privada devem redefinir o problema de geração de resíduos buscando uma solução econômica. Para isso é importante que os resíduos que são descartados em aterros ou lixões comecem a ser vistos como oportunidades de negócios, ou seja, comecem a ser aproveitados passando então a ter um

valor econômico. A partir daí, deve-se verificar e selecionar os mesmos para a reciclagem e não mais para os lixões e aterros.

Dentro dos fatores levantados, a Embalagem Cartonada Longa vida encaixa-se perfeitamente como um resíduo limitadamente reciclado no Brasil, mas que já possui soluções para o seu tratamento pós-consumo. A escolha do melhor gerenciamento e tratamento pós-consumo para estas embalagens numa determinada região tende a beneficiar a mesma nas questões de custos e ambiente. Porém é necessário um levantamento prévio dos custos de reciclagem e da respectiva viabilidade para uma determinada região.

### 2.2. Destinação Final de Resíduos Sólidos Urbanos

Como Demajorovic (1995) coloca, uma boa política de gestão de resíduos sólidos inclui a coleta, o tratamento e a disposição adequada de todos os produtos finais. Mas, deve-se ter a consciência de que, além disso, deve ocorrer uma atuação de forma a garantir que os resíduos sejam produzidos em menor quantidade pelas fontes geradoras, ou seja, é importante que se conscientize a sociedade para a prevenção na geração de resíduos, pois a política de minimização dos resíduos ajuda na diminuição do volume destes.

Portanto, após conseguir a máxima minimização, em termos de geração de resíduos, a preocupação fica voltada para a sua destinação. É neste ponto que a reciclagem, a incineração e a disposição final em aterros sanitários, exatamente nesta ordem de importância e de menor impacto ambiental, devem ser ressaltadas como possíveis opções para os resíduos sólidos gerados. E, estes pontos, juntamente com a caracterização dos resíduos sólidos, é que serão tratados nos próximos tópicos.

#### 2.2.1. Resíduos Sólidos Urbanos

Lixo é todo e qualquer resíduo sólido resultante das atividades humanas. Porém, este lixo é classificado por sua composição química, por sua fonte ou, se o mesmo é reaproveitado ou não. Quanto à composição química o lixo é classificado em orgânico (restos de seres vivos animal ou vegetal) e em inorgânico (vidro, metais e plásticos em geral). Quanto à fonte, classifica-se em: domiciliares, comerciais, hospitalares, industriais, públicos e especiais.

Contudo, o ponto mais importante seria: verificar se o resíduo sólido pode ser reaproveitado ou não. Para efeitos deste trabalho serão analisados somente os resíduos que podem ser reaproveitados (embalagens cartonadas longa vida) e que tem como destino final o aterro sanitário e os Centros de Triagem em Porto Alegre, sendo eles os domiciliares e, em alguns casos, os comerciais[5].

### 2.2.2. Disposição

Todo o resíduo sólido que não possuir tecnologia adequada para reciclar, incinerar ou até mesmo reduzir o seu peso ou fonte de matérias-primas acabará sendo disposto em lixões abertos, aterros controlados ou de preferência em aterros sanitários.

#### 2.2.2.1. Lixões

São os locais onde os resíduos são descarregados a céu aberto sem qualquer tratamento, tanto anterior, como posterior (Figura 1). Este tipo de disposição contamina o lençol freático, além de produzir efluentes líquidos e gases tóxicos.

Figura 1: Lixão a céu aberto

Figura 2: Aterro sanitário

#### 2.2.2.2. Aterros Sanitários

São locais que possuem uma preparação prévia para o recebimento dos resíduos. Segundo Hiwatashi (1998), neste tipo de disposição o resíduo é colocado em uma escavação profunda e impermeabilizada que possui três camadas: uma de argila compactada, uma de polietileno de alta densidade (PEAD) e uma de brita; esta última tem

[5] Segundo Costa (1998), a Coleta Seletiva e a coleta normal de lixo orgânico em Porto Alegre, englobam tanto o lixo domiciliar como o lixo comercial.

como função drenar a umidade do resíduo depositado no local (Figura 2). O lixo depositado no aterro sanitário é coberto por areia. Esse tratamento evita a contaminação do lençol freático, bem como a dissipação de gases tóxicos.

### 2.2.3. Compostagem

Esta é uma solução conveniente para a disposição de materiais orgânicos como: vegetais, produtos do papel e todos os resíduos biodegradáveis, afim de transformá-los em uma matéria biogênica mais estável e resistente à ação das espécies consumidoras (Lima apud Costa, 1998). Esta técnica é mais apropriada para o tratamento de materiais que não podem ser reciclados, que são muito úmidos para uma incineração eficiente ou que tem um baixo poder calorífico.

### 2.2.4. Incineração

A recuperação de energia por incineração é uma solução de crescente importância para os resíduos sólidos. Nesta alternativa de reaproveitamento dos resíduos sólidos, os mesmos são convertidos em energia na forma de vapor, sendo usadas para girar turbinas que produzem eletricidade ou geram calor (ACE, 1999). A incineração apresenta-se como uma alternativa viável, podendo em muitos casos substituir os combustíveis fósseis ou a energia nuclear, significando uma grande contribuição para a conservação dos recursos não-renováveis do Planeta.

### 2.2.5. Reciclagem

A reciclagem dos resíduos sólidos apresenta como resultado uma prevenção de grande potencial no sentido de se evitar que estes resíduos sejam queimados ou dispostos. Reciclando pode-se diminuir os espaços destinados ao aterro sanitário, também se recupera energia e recursos naturais, além de criar um maior uso para os próprios produtos (Environmental Protection Agency apud APC, s.d.).

Para se colocar de uma maneira mais simples e de fácil compreensão, reciclagem é dispor novamente (recuperar) o material no processo produtivo. Entretanto, Hiwatashi (1998) ressalta que a reciclagem pode ocorrer sem uma separação prévia dos geradores. Todavia este mesmo conceito é rebatido pela própria autora, pois sem uma separação

prévia dos resíduos não se consegue obter condições de processamento para os mesmos. Por fim, Selliers (1992) lembra que a reciclagem pode trazer somente, benefícios ambientais e econômicos maiores que os custos que a mesma gera. Além disso, este autor destaca que apesar de todos pontos positivos que se pode citar da reciclagem, a mesma não elimina a necessidade de uma disposição final.

### 2.3. Análise do Ciclo de Vida

Sendo uma ferramenta de grande uso tanto na parte logística, como na parte econômica, a análise do ciclo de vida tornou-se um estudo de grande importância na prevenção da poluição. Este tipo de análise facilita a verificação, tanto qualitativa, quanto quantitativa, dos produtos desde a sua origem até o seu descarte, mostrando o caminho e processos sofridos por este produto desde a sua fabricação até o fim de sua vida útil.

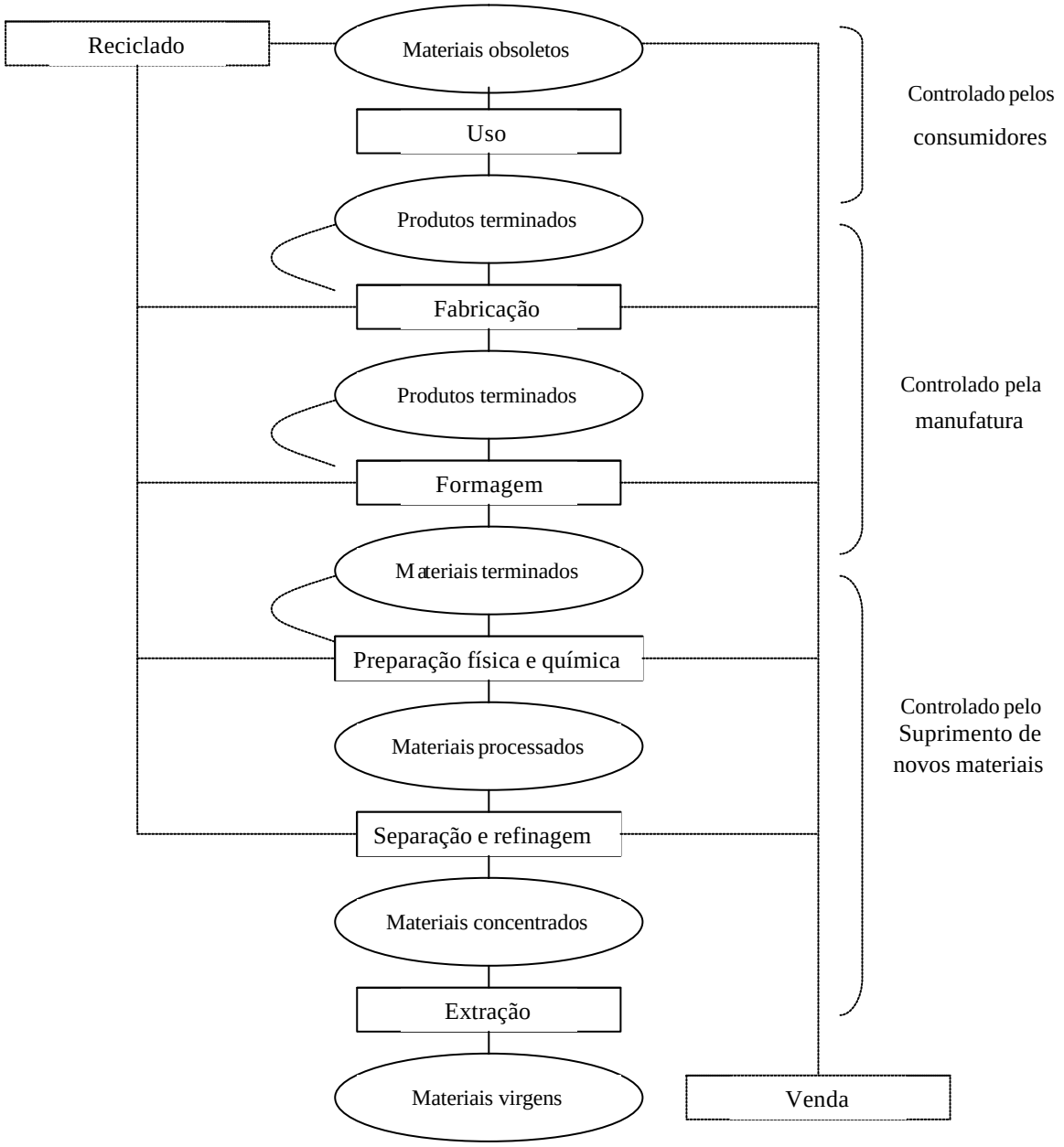
A utilização deste tipo de análise facilita na verificação dos custos existentes em cada produto, ajudando no reconhecimento de gastos com aquisição, operação, manutenção, transporte e disposição final. Pode-se também verificar que tipo de produtos terá um maior impacto sobre o ambiente, pois uma embalagem pode, a princípio, parecer ser mais fácil de reciclar do que outras, porém pode também requerer mais energia, custos de industrialização e transporte. Por isso, a importância da análise completa do seu ciclo de vida.

A idéia de se levantar os custos sobre o ciclo de vida surgiu em Washington, EUA, em 1965. Naquele momento, o Logistics Management Institute fez um relatório para a Secretária de Defesa sobre os custos durante a vida útil para aquisição de equipamentos. Neste relatório, ficou demonstrado que os custos de operação e manutenção participavam com uma parcela significativa sobre o custo total de sistemas e equipamentos (Denton, 1994).

Recentemente este conceito começou a ser utilizado na ecologia, participando na análise do ciclo de vida completo de cada produto e nos custos que se originam no tratamento e beneficiamento para a minimização dos impactos ambientais causados pelos mesmos produtos. Baseado nos conceitos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, processos como coleta, separação, processo e transporte começaram a ter uma maior

atenção em relação à parte de custos. Além disso, pode-se incluir custos relativos a impactos ambientais gerados, como penalidades legais e custos no tratamento contra a degradação do solo, da água e do ar.

Fonte: Graedel apud Roque (1997).
Figura 3: Ciclo total de uma “Indústria Ecológica”




Denton (1994) destaca que uma análise de custos sobre o ciclo de vida pode revelar que um produto com um relativo baixo valor de aquisição nem sempre é a melhor escolha, pois ao se analisar a sua vida útil por completo, variáveis como custos de obtenção,

distribuição e instalação, custos de operação, custos de manutenção e taxas e custos de disposição final farão parte também do custo final do produto.

A análise dos custos sobre o ciclo de vida de cada produto mostra também um outro ponto de vista. Os produtos no decorrer da cadeia produtiva vão agregando energia, conseqüência do processo sofrido para a sua transformação. Assim, o produto final é um produto com um valor energético agregado onde o seu desperdício trará como conseqüência à perda deste valor energético agregado ao produto. Assim, os materiais recicláveis terão sempre um custo de produção menor que o das matérias-primas, pois naqueles já foram incorporado processo e conteúdo energético, enquanto nestes ainda deve ocorrer este processo e incorporação de conteúdo energético.

Baseado nesta última idéia, Graedel apud Roque (1997) sugere um diagrama de "indústria ecológica" (Figura 3). Neste diagrama, observa-se a necessidade de utilização de materiais reciclados, obsoletos e reutilizados, ao invés de matéria-prima virgem, pois verifica-se que a energia gasta para realizar uma determinada atividade decresce à medida que o movimento do fluxo das etapas sobe no diagrama. O caminho para a redução de custos e a busca da minimização no gasto de energia e insumos, visa a uma maior utilização dos materiais "considerados descartados" que se encontrem nas partes superiores do diagrama.

A partir destas idéias, procura-se verificar quais são os custos existentes na coleta, separação, transporte e processo das embalagens cartonadas longa vida e quais são as perdas que são evitadas com a incorporação de processos de beneficiamento pós-consumo (prensagem, incineração e reciclagem das fibras) para as embalagens cartonadas longa vida.

### 2.4. Competitividade e Inovação

Aliar a diminuição e o reaproveitamento dos resíduos com lucros é tarefa essencial para a permanência de uma empresa no mercado. Isso vale também para as gestões públicas, pois colocar estas diretrizes dentro da sua administração é garantia de resultados, positivos como redução de despesas ambientais e criação de empregos, além de outros fatores de ordem indireta.

Para possibilitar a reutilização destes materiais que, atualmente são “jogados fora”, necessita-se de um esforço por parte das empresas e dos governos em encontrar soluções para estes problemas. Segundo Barbieri apud Bianconi (1999), esta fase de soluções envolve a procura de inovações de produtos e procedimentos para que se possa usufruir destes materiais descartados.

As inovações tecnológicas são hoje fundamentais à expansão das atividades produtivas, pois são elas que atuam no sentido de superar as crises e os problemas. Nestas situações, elas substituem as técnicas já obsoletas, incapazes de levar a reduções no custo do processo ou produção (Coelho apud Hiwatashi, 1998).

Sabendo das dificuldades de reciclabilidade das embalagens multicamadas (Fagá, 1993), a Tetra Pak foi em busca de alternativas e inovações. Depois de algumas tentativas em termos de processo e produtos (Modern Plastics International, 1994 & CEMPRE, 1994), a empresa conseguiu desenvolver algumas alternativas para o reaproveitamento das suas embalagens. Dentre as soluções, pode-se citar a prensagem[6], a incineração das embalagens com recuperação de energia e a reciclagem das fibras (CEMPRE, 1997b), destacando-se o último processo por ter maior praticidade e mercado para os produtos gerados; e, por conseqüência, maior utilização (D’Alessio, 1998 & França, 2000).

### 2.5. Espécies de Coleta

O Departamento Municipal de Limpeza Urbana da Cidade de Porto Alegre (DMLU) possui, atualmente, dois tipos de coleta: a domiciliar e a coletiva.

#### 2.5.1. Coleta Domiciliar

Neste tipo de coleta, também conhecida como coleta comum, existente em quase todas as cidades, o lixo é recolhido e destinado para aterros sanitários ou para lixões, que como já foi comentado, não se trata da melhor solução.

[6] Este processo consiste na prensagem a altas temperaturas, produzindo chapas semelhantes à madeira, ideais para a produção de móveis e divisórias. Vide CEMPRE, 1994.

Esta coleta tem como objetivo coletar o resíduo orgânico, ou seja: os restos de comida, folhagens, lixo do banheiro, varrição de casa, trapos e todos os materiais não recicláveis (cerâmicas, fotografias, papel carbono, fitas adesivas, entre outros).

Porém, fatores como o crescente volume de lixo nos centros urbanos associados a um maior consumo de materiais de embalagem (não separados para a coleta seletiva) acabam repercutindo nos seguintes fatores:

- Maiores exigências técnicas por parte dos órgãos de controle ambiental;
- Exaustão dos aterros sanitários fazendo com que se procurem novas áreas, tanto dentro como fora da região metropolitana.

A conseqüência disto é um contínuo aumento no custo da coleta de lixo, pois o aumento nas exigências técnicas repercutirá em maiores custos operacionais por tonelada, somando-se aos crescentes custos que se verificam com a exaustão dos aterros. Este último fator tem como problema à disponibilidade de novas áreas, pois se as mesmas existirem, ou estarão em áreas metropolitanas com preços de terrenos cada vez mais altos, ou estarão em áreas rurais. No caso da procura por áreas rurais, repercute num problema de localização, pois estas áreas terão os seus custos elevados por motivo do aumento das distâncias entre os pontos de coleta com os próprios aterros (Calderoni, 1997).

### 2.5.2. Coleta Seletiva

Por problemas de destinação final dos resíduos sólidos, a Cidade de Porto Alegre, como algumas outras cidades do Brasil, resolveu implantar a coleta seletiva (vide Figura 4). Neste tipo de coleta recolhe-se apenas o lixo reciclável, que é separado a critério da própria população em suas casas, ou seja, a eficiência da separação do lixo fica na dependência do conhecimento e conscientização da população em geral. Esta coleta é realizada de duas maneiras:

- *Coleta por entrega voluntária:* Mais conhecido por Pontos de Entrega Voluntária (PEV's), neste sistema o cidadão além de separar os materiais, transporta-os até o local especificado e o deposita em containers, separados conforme o tipo de material (plásticos, papéis, vidros, metais, embalagens longa vida e isopor).

- *Coleta de porta em porta:* É a coleta que possui maior abrangência. Ela é realizada paralelamente a coleta domiciliar, onde um caminhão recolhe a domicílio os materiais separados. Porém, a boa vontade da população e a infra-estrutura fornecida pela cidade não são suficientes se não houver um desenvolvimento de mercado para os materiais recolhidos e separados (Neves, 2000).

Fonte: Cempre
Figura 4: Centro de Triagem

Tabela 1: Número de Municípios do Brasil com coleta seletiva

| Estados | Número de Municípios com coleta seletiva |
|---|---|
| São Paulo | 26 |
| Rio Grande do Sul | 12 |
| Paraná | 08 |
| Minas Gerais | 08 |
| Santa Catarina | 07 |
| Bahia | 04 |
| Pernambuco | 04 |
| Rio de Janeiro | 04 |
| Espírito Santo | 02 |
| Paraíba | 02 |
| Acre | 01 |
| Distrito Federal | 01 |
| Goiás | 01 |
| Mato Grosso do Sul | 01 |
| Pará | 01 |
| Total | 82 |

Fonte: WELLS et al. apud Costa (1998)

Diferentemente da coleta domiciliar, o material desta coleta possibilita algum retorno financeiro por tratar-se de materiais recicláveis. Assim, o gasto efetuado neste tipo de coleta pode ser ressarcido, parcial ou integralmente, com a venda dos materiais

recicláveis, previamente separados para uma nova reutilização dos mesmos. No entanto, sem uma viabilidade tecnológica e econômica para os materiais separados, os mesmos terão como destino final, os aterros sanitários e/ou lixões da cidade.

Depois de recolhido na coleta seletiva, o material é entregue para Centros de Triagem da cidade. Nos Centros de Triagem realiza-se a separação e a classificação[7] do material recebido para serem vendidos aos recicladores. Todo material que não puder ser classificado ou identificado como reciclável retorna para o aterro sanitário.

[7] Os Centros de Triagem, em sua maioria, separam e classificam o lixo reciclável em: papelão, papel jornal, papel branco, papel misto, PET colorido, PET branco, PP, PVC, plástico misto, Tetra Pak, alumínio (latas), alumínio (folhas), alumínio (panelas e peça rígidas), vidro colorido (garrafas e potes), vidro branco (garrafas e potes), cacos de vidro, metais ferrosos e metais não-ferrosos.

## 3. AS EMBALAGENS CARTONADAS LONGA VIDA

As características gerais destas embalagens, assim como o mercado e tecnologias de reaproveitamento são colocados abaixo.

### 3.1. As Embalagens cartonadas longa vida e o Ambiente

Dentre as embalagens, a embalagem cartonada longa vida, classificada como uma embalagem flexível[8], segundo classificação da mais experiente empresa em pesquisa de mercado da indústria brasileira de embalagens, a DATAMARK (Madi et al, 1998). Esta embalagem representa um resíduo de complexa composição (seis camadas alternadas de papel, alumínio e plástico). A embalagem cartonada longa vida foi lançada no Brasil em 1957 pela Tetra Pak, quando se instalou comercialmente, com a função de envasar alimentos líquidos (leites e sucos), semilíquidos (molhos de tomate) e viscosos (maionese). Seu material é um laminado (Figura 5) que consiste em papel (75%), polietileno (20%) e alumínio (5%), sendo que cada um dos componentes possui uma função. O papel dá suporte mecânico à embalagem e recebe a impressão; o polietileno protege a embalagem da umidade e impede o contato do alumínio com os alimentos, além de servir como elemento de adesão para todos os materiais componentes da embalagem; e o alumínio cria uma barreira contra a luz e o oxigênio (Cempre, 1997b). Além disso, este tipo de embalagem mantém os alimentos longe de microorganismos e bactérias, possuindo também a capacidade de preservar os alimentos durante meses, sem a necessidade de refrigeração e conservantes.

[8] As outras categorias de embalagens são: plásticas, de papel, papelão ondulado, cartão, metálicas e de vidro.

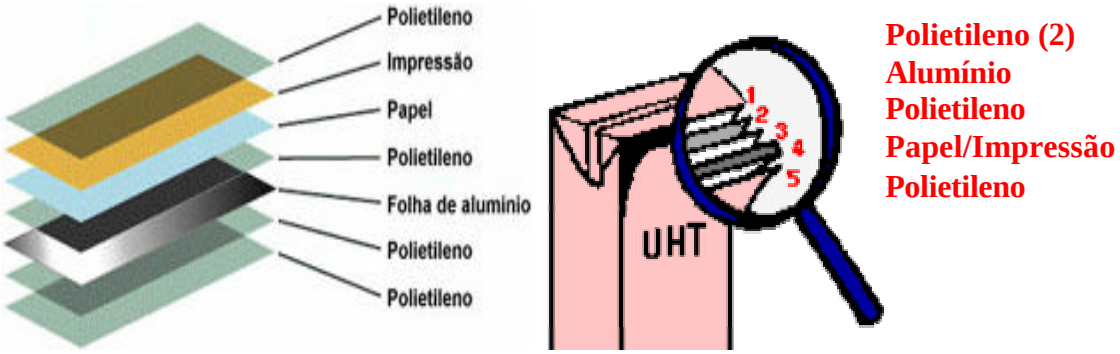



Figura 5: A embalagem cartonada longa vida

Diante destas características, a embalagem cartonada longa vida acaba trazendo vantagens ambientais como a otimização do transporte, resultado do baixo peso, e ótimo aproveitamento do volume, conseqüência da geometria da embalagem. Também, por não necessitar de refrigeração, estas embalagens acabam diminuindo a utilização de energia e gases refrigeradores, além da menor quantidade de alimentos desperdiçada por deterioração (Neves & Gomes, 2000).

Porém, ela possui outras características que não se propõem numa solução em termos ambientais. Por se tratar de uma embalagem one way (embalagem descartável) de difícil processamento para a reciclagem, a embalagem Tetra Pak representa, atualmente, um produto de alto potencial em geração de resíduos, pois conforme será visto na seção 3.1.1 seu consumo torna-se cada vez maior. Conforme estudo feito pela DATAMARK, as embalagens flexíveis (dentre elas as embalagens cartonadas longa vida), foram estimadas no mercado brasileiro em cerca de seis bilhões de embalagens em 1998, e em cerca de 11 bilhões de embalagens no ano de 2005. Além disso, segundo Madi et al (1998), o fato de existir hoje uma carência de opções do setor público, para o equacionamento dos problemas de disposição de resíduos sólidos dificulta o beneficiamento dessas embalagens que possuem componentes altamente estáveis.

Portanto, em conseqüência desta complexa composição com papel, alumínio e plástico, acabou-se criando uma dificuldade inicial em termos de reaproveitamento da sua embalagem. Assim, por falta de soluções de destinação final para as embalagens cartonadas longa vida, elas, até recentemente, carregavam o estigma de “agressoras do meio-ambiente” (D’Alessio, 1998). Cabe ressaltar aqui que, nos dias de hoje, vincular um produto com uma imagem de agressora do meio ambiente vai de encontro aos atuais elementos morais e valores éticos ambientais desejados pelo consumidor. Assim, a Tetra

Pak buscou avanços nas técnicas de reciclagem e algumas ações de reaproveitamento para este tipo de embalagem. Agora, a embalagem cartonada longa vida já possui algumas alternativas de beneficiamento pós-consumo, entretanto as mesmas ainda são utilizadas de forma limitada para o mercado que existe atualmente.

### 3.1.1. Mercado de Embalagens cartonadas longa vida

As embalagens cartonadas longa vida marcham num ritmo crescente de vendas. O aumento do consumo deste tipo de embalagem de 1997 em relação a 1996 foi de 36,7% e estimam-se taxas de crescimento em cerca de 100% e 270%, para os anos de 1998 e 2005 em relação a 1996, respectivamente, conforme Tabela 2.

Tabela 2: Consumo Brasileiro de embalagens cartonadas longa vida

| *Unidades 10* [9] | *1996* | *1997* | *1998** | *2005** |
|---|---|---|---|---|
| Embalagens cartonadas longa vida | 3 | 4,3 | 6 | 11 |

Fonte: CEMPRE & DATAMARK

* Estimativa feita pela DATAMARK para as embalagens flexíveis [9]

Segundo Mattos & Valença (1999), com a construção da nova fábrica em Ponta Grossa - PR, que iniciou sua produção em abril de 1999 a Tetra Pak ampliou sua capacidade em mais 3,5 bilhões de unidades, somando-se a capacidade de 6 bilhões de embalagens que possui a planta de Monte Mor – SP. Supõe-se que este crescente aumento de mercado esteja ocorrendo graças as suas características peculiares em relação a sua complexa composição (seis camadas alternadas de papel, alumínio e plástico), pela favorável geometria e baixo peso da sua embalagem, pois estas características acabam beneficiando na otimização do transporte, quando comparado aos outros tipos de embalagens, ajudando na assepsia e conservação dos alimentos.

## 3.2. Opções de Beneficiamento das Embalagens cartonadas longa vida

Segundo The Alliance for Beverage Cartons and the Environment (1999), as embalagens longa vida combinam quatro métodos de tratamento pós-consumo: reciclagem, incineração com recuperação de energia, compostagem e disposição final (preferencialmente em aterros sanitários). Dentre estes métodos, destaca-se a reciclagem,

[9] Segundo a definição da Datamark (Madi et al, 1998), embalagens flexíveis são as caixas assépticas para líquidos.

por ter maior praticidade e mercado para os produtos gerados e, por conseqüência, maior utilização (D'Alessio, 1998 & França, 2000). A embalagem longa vida possui esta diversidade no seu tratamento pós-consumo por causa da sua variada composição.

### 3.2.1. Reciclagem

Apesar das embalagens cartonadas longa vida serem constituídas por mais de um material (papel, polietileno e alumínio), elas são recicláveis. Essa reciclagem pode ser através da separação dos diferentes componentes, ou simplesmente por prensagem.

A reciclagem por prensagem, segundo o Cempre (1994), tem como objetivo transformar as embalagens cartonadas longa vida em compensados para a fabricação de bancos de praça, latões de lixo e móveis. Depois de picadas, elas são prensadas a altas temperaturas produzindo um aglomerado, também conhecido como Tectan (ACE, 1999). O Tectan possui, aproximadamente, a mesma resistência do cedro, madeira usada para a construção de bancos de jardim, sendo 50% mais barato que este tipo de madeira. Porém, esta alternativa possui uma grande limitação de processo, pois necessita que as embalagens estejam limpas e totalmente secas, para evitar a formação de bolhas durante a prensagem.

Fonte: Tetra Pak (1999)

Figura 6: Desenho esquemático da reciclagem das embalagens cartonadas longa vida

A reciclagem, com separação dos materiais, conforme esquema da Figura 6, é feita através de um agitador chamado "hidrapulper", aparelho muito utilizado nas indústrias de papel para a separação das fibras, que se assemelha a um liquidificador (Figura 7). Neste processo separa-se o papel do resto do material (plástico e alumínio), através do processo de desagregação. Esta separação é necessária para quer ocorra à separação das várias camadas de materiais que a compõem. Segundo Neves (1999), a desagregação deste tipo

de material não requer a utilização de qualquer aditivo químico, muito menos a utilização de calor que repercutiria num maior gasto energético. A separação das fibras de papel pode ser feita em hidrapulpers de alta, média ou baixa consistência[10]. No papel separado, conforme o mesmo autor, encontram-se longas fibras de papel, que possuem boa utilização para produtos como: papel kraft, papel ondulado, embalagem para ovos e outros tipos de produtos, conforme pode ser observado no Quadro 1.

Fonte: Cempre
Figura 7: Imagem interna do hidrapulper

Quadro 1: Exemplos em cada país de produtos feitos com embalagens longa vida recicladas

| | |
|---|---|
| **Alemanha** | Lenços de papel, papel higiênico, papel toalha e fichas de papel |
| **Austrália** | Papel para fotocópia e papel de carta |
| **Estados Unidos** | Lenços de papel |
| **França** | Papel seda, papel higiênico, papel toalha e papel de embrulho |
| **Finlândia** | Papel ondulado |
| **Grã-Bretanha** | Lenços de papel e cartolina |
| **Hungria** | Sacos de papel |
| **Itália** | Solado de calçados e tapetes |
| **Noruega** | Embalagem para ovos, papel ofício, envelopes |
| **Suécia** | Insumo para rebocos |

Fonte: The Alliance for Beverage Cartons and the Environment (1999)

Segundo Neves (1999), em relação ao rotor do hidrapulper, sua escolha está relacionada com a qualidade da fibra, já que processos a alta consistência promovem uma

[10] Concentração de fibras de papel na solução aquosa, que, portanto, requer uma ação mecânica e energética maior ou menor dos hidrapulpers

desagregação mais branda enquanto que processos a baixa consistência efetuam o corte das fibras que irá refletir nas características finais do papel. Portanto, o número de vezes que se consegue reciclar a fibra mantendo-se determinadas características também pode ser afetado pelo tipo de desagregação efetuada.

Já o material restante (plástico/alumínio) pode ser extrusado e injetado para a obtenção de peças como: cabides, cabos para pás, réguas, armações para óculos, etc. (Zuben & Neves, 1999). Além da alternativa de processo por Injeção e Extrusão, o material, composto por alumínio e plástico, pode ser incinerado para o seu reaproveitamento de energia, assunto que será discutido no item 3.2.2.

No entanto, para que esse material possa ser reaproveitado, principalmente, para o processo de termo-injeção, deve-se realizar uma separação e lavagem do mesmo. Segundo Zuben (1999), após serem separados das fibras de papel, o polietileno e o alumínio devem ser prensados e secados ao ar. A próxima etapa seria a limpeza em lavadores de plástico dimensionado para extrair todo residual de fibras de papel, sendo que segundo Neves (1999), o equipamento que tem oferecido boa eficiência é o tipo Peneira Cilíndrica Rotativa e Despressurizada, pois à medida que o material passa pelo seu interior ocorre a lavagem com jatos de água que incidem tangencialmente. A função nessa limpeza é a eliminação por completo das fibras de papel que prejudicam a extrusão do material

Além do processo de reciclagem com separação dos materiais utilizando um agitador, conforme foi descrito acima, o Instituto de Tecnologia do Paraná (Tecpar) e a empresa colombiana Ambiente & Medio (que patenteou a tecnologia) estão construindo uma usina especializada na reciclagem das Embalagens Cartonadas Longa vida. Este novo processo baseia-se numa solução bioquímica, não tóxica, que consegue desprender as camadas com que são feitas as embalagens cartonadas longa vida. Neste novo sistema, as embalagens cartonadas longa vida após terem as suas dobras retiradas, são perfuradas para facilitar a penetração da solução bioquímica. Nesse ponto, a embalagem, já fechada e furada, passa por uma guilhotina de acordo com o seu tamanho, mais de 70% das embalagens são de um litro, para o corte das dobras termo-soldadas. Após essa primeira etapa, a embalagem é mergulhada, de 1 a 4 minutos, em tanques aquecidos, mas com cobertura refrigerada e sistema fechado de evaporação. Durante este tempo a solução bioquímica age com o objetivo de separar as camadas intercaladas de papel, plástico e

alumínio. Na seqüência as embalagens são lavadas e as camadas são separadas por jatos de ar. O plástico interno e o alumínio vão para outro tanque com água para acelerar a separação, enquanto o papel e o plástico são separados manualmente (Lima, 2000 & P&C, 2000).

### 3.2.2. Incineração com Reaproveitamento de Energia

Por possuírem um alto poder calorífico, as embalagens cartonadas longa vida podem ser aproveitadas como fonte geradora de energia. Ao serem incineradas, elas geram energia na forma de vapor, sendo que o poder calorífico de uma tonelada das embalagens equivale ao poder calorífico de 500 quilos de óleo. Porém, na queima das caixas longa vida são gerados subprodutos. A formação dos subprodutos depende da maneira como as mesmas são queimadas. Ao serem incineradas em atmosfera de $O_2$, o subproduto gerado é o trióxido de alumínio, que pode ser usado como agente floculante em tratamento de água ou como agente refratário em alto-fornos. Mas, as embalagens também podem ser queimadas em atmosfera livre de oxigênio e neste caso o subproduto será o alumínio, na sua forma metálica.

É importante destacar que os componentes da embalagem longa vida não precisam, obrigatoriamente, serem separados para se efetuar a incineração. Para se ter uma idéia, uma embalagem cartonada longa vida possui energia suficiente para manter acesa durante uma hora e meia uma lâmpada de 60 watts. Porém, deve-se levar em conta a perda que está sendo realizada com a queima do papel, que possui melhores aproveitamentos do que a incineração, todavia é importante que se faça um levantamento econômico da viabilidade, de se separar o papel, para se verificar os custos existentes, a fim de que se tenha um aproveitamento diferente.

### 3.2.3. Compostagem

Nesta alternativa, a embalagem, por possuir um alto teor de matéria orgânica (papel), pode facilmente ser decomposta, transformando-se em matéria biogênica mais estável e resistente à ação dos microorganismos. O resultado será a formação do húmus, muito utilizado como adubo em hortas e jardins. É importante ressaltar que a compostagem das embalagens cartonadas longa vida incide também na aglomeração do polietileno e do

alumínio junto com o húmus, portanto para desagregar estes dois componentes do mesmo, deve-se efetuar um processo de separação como, por exemplo, uma peneiração.

### 3.2.4. Disposição Final: Lixões e Aterros Sanitários

Quando as embalagens são destinadas para estes locais, as mesmas não terão nenhum reaproveitamento. Porém, é menos prejudicial que as embalagens destinem-se para os aterros sanitários ao invés dos lixões, isso porque aqueles possuem preparação prévia para o recebimento dos resíduos. Isto já não acontece nos lixões, pois os mesmos ficam expostos a céu aberto, conforme Figura 1.

Cabe aqui ressaltar que, os aterros sanitários em nada se parecem com os lixões, pois aqueles são locais controlados, impermeabilizados e tratados para a futura destinação final do lixo, distintamente dos lixões que não possuem o mínimo controle e tratamento.

# 4. VIABILIDADE ECONÔMICA E FINANCEIRA

A fim de poder realizar uma avaliação financeira da proposta do trabalho será feita uma discussão embasada nos parâmetros aqui tratados e colocados no decorrer deste capítulo.

## 4.1. Planejamento Financeiro

Trata-se de um instrumento útil na verificação dos investimentos necessários, custos existentes e receitas exigidas.

Para se realizar um bom planejamento financeiro, deve-se conhecer todos os processos envolvidos no projeto, pois este tipo de dado permitirá uma definição dos investimentos necessários para a operacionalização do projeto. Além disso, o levantamento destes processos determinará os aspectos relevantes como tamanho do empreendimento, tecnologia, regime de produção e as matérias-primas e insumos necessários no processo de transformação do produto final.

Assim, segundo Woiler (1996), a seqüência normal de elaboração do quadro financeiro de um projeto é a seguinte:

- Quadro de investimento;
- Quadro de fontes e aplicações de recursos;
- Quadro de projeção dos resultados;
- Fluxo de caixa.

## 4.2. Avaliação dos Investimentos

Para se iniciar um empreendimento, deve-se levar em conta vários fatores como: localização, processo produtivo, equipamentos e instalações, além dos recursos necessários para custear os gastos com o funcionamento da empresa.

Assim, segundo Sanvicente (1987) os investimentos podem ser divididos em dois grupos: os investimentos fixos e os investimentos financeiros. O primeiro grupo é composto pelos itens que não são consumidos no processo de produção, com vida útil mais longa, enquanto o segundo trata do montante de recursos circulantes que asseguram o desempenho das atividades operacionais da empresa (capital de giro).

Porém, é importante assegurar um controle permanente da qualidade dos dados que estão sendo levantados, pois ao se realizar uma decisão de investimento o empreendedor se vê envolvido com problemas como o risco e a incerteza. Para minimizar estes problemas, a realização de análises é de fundamental importância. Para o levantamento destas análises o empreendedor se baseia em informações como experiências passadas, valores informados por fornecedores, uso de firmas de consultoria, projeções, técnicas de previsão e pesquisa de mercado, entre outros (Kassai, 2000 & Woiler, 1996).

Como os dados e informações empregados nessas análises são, muitas vezes, estimativas de valores; embora eles possam ser as melhores projeções possíveis, não existe certeza absoluta sobre a ocorrência dos números esperados. Neste caso, será conveniente que, a cada parcela de investimento, seja estimada uma tolerância de erro que conseqüentemente será resguardada com um valor de contingência.

Assim, tendo o empreendedor precavido-se de possíveis incertezas e riscos, cabe então listar os itens necessários para o seu empreendimento, juntamente com os seus valores de investimento e de contingência.

Tabela 3: Discriminação, valores e composição do investimento fixo total

| **Discriminação** | **Preço Total (R$)** | **Composição (%)** |
|---|---|---|
| **1. Máquinas e equipamentos (SUBTOTAL)** | 90.000,00 | 90,0 |
| **1.1. Equipamento X** | 20.000,00 | 20,0 |
| **1.2. Equipamento Y** | 10.000,00 | 10,0 |
| **1.3. Equipamento Z** | 15.000,00 | 15,0 |
| **1.4. Esteira** | 20.000,00 | 20,0 |
| **1.5. Embaladora** | 25.000,00 | 25,0 |
| **2. Instalações Industriais (SUBTOTAL)** | 6.000,00 | 6,0 |
| **2.1. Rede de distribuição de água** | 2.000,00 | 2,0 |
| **2.2. Rede de distribuição elétrica** | 4.000,00 | 4,0 |
| **3.Móveis e utensílios (SUBTOTAL)** | 4.000,00 | 4,0 |
| **Total Investimento Fixo** | 100.000,00 | 100,0 |

Fonte: SEBRAE (2000).

Diante de tudo que foi discutido, pode-se discriminar, resumidamente, um plano de investimentos nos seguintes passos:

- *Investimentos Fixos*: como já foi comentado, trata-se do montante de recursos necessários à implantação de toda infra-estrutura física do projeto, como é exemplificado na Tabela 3.

- *Capital de Giro*: é a parcela do capital aplicada pela empresa em seu ciclo operacional, fundamentalmente de curto prazo. Engloba as necessidades de recursos desde a aquisição de matérias-primas até a venda e o recebimento dos produtos fabricados. A demonstração da necessidade de capital de giro encontra-se, exemplificada, na Tabela 4.

Tabela 4: Discriminação da necessidade do capital de giro

| **Discriminação** | **Nº de dias** | **R$** |
|---|---|---|
| **1. Necessidades (TOTAL)** | | 45.000,00 |
| **1.1. Caixa Mínima** | 5 | 3.000,00 |
| **1.2. Financiamento vendas** | 20 | 30.000,00 |
| **1.3. Estoque matérias-primas** | 10 | 8.000,00 |
| **1.4. Estoque produtos prontos** | 5 | 4.000,00 |
| **2. Crédito de fornecedores (-)** | 20 | 20.000,00 |
| **3. Impostos (-)** | 15 | 5.000,00 |
| **Recursos Próprios** | | 20.000,00 |
| **Total Coberturas** | | 45.000,00 |

Fonte: SEBRAE (2000)

### 4.3. Avaliação de Fontes e de Aplicações de Recursos

As aplicações de recursos nada mais são do que o investimento fixo mais o capital de giro, conforme já foi explicado no item 4.2. Porém, estes recursos necessitam de uma origem monetária, ou seja, as fontes de recursos definem o tipo de capital que financiará os investimentos do projeto, divididos entre capitais próprios e de terceiros.

O item capital de terceiros trata da oferta de recursos financeiros externos à empresa, sob a forma de empréstimo. Segundo Sanvicente (1987), as fontes mais comuns para este financiamento são os bancos, onde destacam-se o BNDES, BRDE, Caixa Econômica Federal, Banco do Brasil, entre outros.

O capital próprio é determinado pela diferença entre o total de aplicações e o capital de terceiros, ou seja, trata-se da parcela monetária não financiada do projeto. Segundo o

informativo RS – Uma vocação plástica (2000), para efeito de estudo, considera-se um financiamento de até 50% do investimento fixo. Entretanto, pode-se financiar um percentual maior, além da possibilidade de complementação para capital de giro.

Para efeitos de exemplificação, a Tabela 5, discrimina um demonstrativo de fontes e de aplicações de recursos.

Tabela 5: Demonstrativo de fontes e de aplicações de recursos

| **APLICAÇÕES** | | **FONTES** | | |
|---|---|---|---|---|
| **Item** | Valor (R$) | (%) | Financiamento/Capital de Terceiros (R$) | Recursos Próprios (R$) |
| **Máquinas/equipamentos** | 90.000,00 | 75,00 | 45.000,00 | 45.000,00 |
| **Instalações Industriais** | 6.000,00 | 5,00 | 3.000,00 | 3.000,00 |
| **Móveis e utensílios** | 4.000,00 | 3,33 | 2.000,00 | 2.000,00 |
| **Total Investimento Fixo** | 100.000,00 | 83,33 | 50.000,00 | 50.000,00 |
| **Capital de Giro** | 20.000,00 | 16,67 | | 20.000,00 |
| **Total Aplicações/Fontes** | 120.000,00 | 100,00 | 50.000,00 | 70.000,00 |

Fonte: SEBRAE (2000)

### 4.4. Avaliação de Projeção dos Resultados

As projeções têm por objetivo quantificar os resultados do empreendimento. Estes resultados estimam os valores necessários para a sobrevivência da empresa, mostrando os valores de produção suficientes para um equilíbrio das despesas e receitas (ponto de equilíbrio).

#### 4.4.1 Análise das Receitas

A projeção das receitas decorre de um estudo de mercado. É a partir da análise de mercado e das projeções de vendas que se determina às quantidades e o preço unitário do produto que se pretende vender.

Segundo Woiler (1996), deve-se observar também o regime de concorrência: perfeita, oligopólio ou monopólio. Conforme o regime competitivo o preço deverá ser estipulado de uma maneira diferente. Nestes casos deve dar também atenção para a quantidade que se pretende produzir.

Ao fixar-se o preço é preciso distinguir quando se trata do preço bruto ou líquido, preço de fábrica (FOB) ou no consumidor (CIF), preço a vista ou a prazo, etc (Woiler, 1996).

Baseando-se no informativo RS – Uma vocação plástica (2000); para efeito de estudo, considera-se o preço de venda a partir de uma média praticada no mercado, sendo que os preços podem variar conforme os tipos de usos, quantidades de compra e região.

### 4.4.2 Análise dos Custos

No funcionamento do processo de fabricação ou transformação de uma empresa, toda e qualquer aplicação de recursos, de diferentes formas, expressas em valor monetário, pode ser considerada como um custo para a empresa. Assim, pode-se considerar como custo, todo gasto atribuído à produção, a fim de poder gerar uma receita ou ganho para a empresa. No entanto, os custos de uma empresa podem ser determinados de várias maneiras. Um dos critérios para a determinação da variabilidade de cada item que compõe a produção é a dependência dos gastos com o volume da produção. Partindo-se desta premissa, verifica-se a existência de gastos tanto dependentes quanto independentes do volume de produção de uma empresa.

A partir daí pode-se discriminar os gastos de produção de uma certa empresa nos seguintes custos (Sanvicente, 1987):

- *Custos Fixos*: entende-se como os gastos incorridos no processo de produção e indispensáveis ao funcionamento da empresa, como um só complexo, sem qualquer relação ou dependência com o volume de produção. Como o seu valor total não varia com a variação de volume da atividade, observa-se que o seu valor unitário é que acaba variando com o volume de operação.

- *Custos Variáveis*: são os gastos que aumentam ou diminuem de valor numa relação direta com o maior ou menor volume de produção. Assim, o custo variável total é perfeitamente variável e o custo variável unitário é constante.

- *Custos Semivariáveis ou Semifixos*: gastos cujo comportamento apresenta características de ambas as categorias (misto), ou seja, possui uma parte que não varia com

o volume e outra parte que varia. Neste tipo de custo, os valores são constantes dentro de certos intervalos ou limites de volume, variando de forma linearmente crescente à medida que se ultrapassa estes limites ou intervalos. Segundo o próprio autor, nestes casos pode-se aplicar a análise da regressão linear simples, relacionando o valor dos mesmos com o respectivo volume de operação. Desta maneira, ter-se-á a seguinte expressão:

$$CT = a + b.Q \quad (I), \quad \text{onde:}$$

CT = valor total do item de custo;

Q = volume de operações;

a = parâmetro estimado para o intervalo constante;

b = parâmetro estimado para o intervalo variável.

Sanvicente (1987), destaca que se existir a possibilidade de substituição de um tipo de matéria-prima por outro mais barato, verifica-se que os custos serão modificados repercutindo na alteração dos dados da análise já realizada. Assim, caberá a realização de um novo estudo das relações entre custos, receita e volume para comparar a nova alternativa com a já existente.

Outro importante critério de determinação dos custos é, em relação, à sistemática de cálculo adotada. Segundo Iudícibus (1996), o critério de custeio pode ser de duas maneiras:

- *Custeio Direto*: compreende qualquer despesa ou gasto perfeitamente identificável e relacionado diretamente com o produto fabricado ou serviço prestado. Assim, obedecendo a este critério, só são custos do produto os custos relevantes (variáveis, fixos e semifixos ou semivariáveis) em que é necessário incorrer para a produção do mesmo.

Exemplo: matéria-prima necessária para a fabricação dos produtos.

- *Custeio por absorção*: também conhecido como custeio total, corresponde na determinação do custo direto somado ao indireto (correspondem aos gastos que não contribuem de forma direta para a fabricação dos produtos). Sendo que, para a

determinação dos custos indiretos deve-se distribuir estes gastos por absorção, ou seja, ratear todas as despesas indiretas do produto. Neste caso, as despesas que não se relacionam diretamente com o produto são rateadas segundo índices previamente estabelecidos. Um exemplo de custo indireto é o gasto de luz em um galpão onde existem três processos diferentes de fabricação, onde é necessário discriminar (por estimativa) o gasto de luz referente a cada processo, especificadamente.

Como pode se ver, a análise dos tipos de custo existentes é uma ferramenta de grande importância para se efetuar uma análise do ponto de equilíbrio das operações, pois esta última análise verifica o nível ou volume de produção em que o resultado operacional é nulo, ou seja, as receitas operacionais se equivalem ao valor total das despesas operacionais. Este tipo de análise permite ao empresário a verificação dos volumes, custos e preços de venda necessários para que a empresa possa operar com margem de segurança.

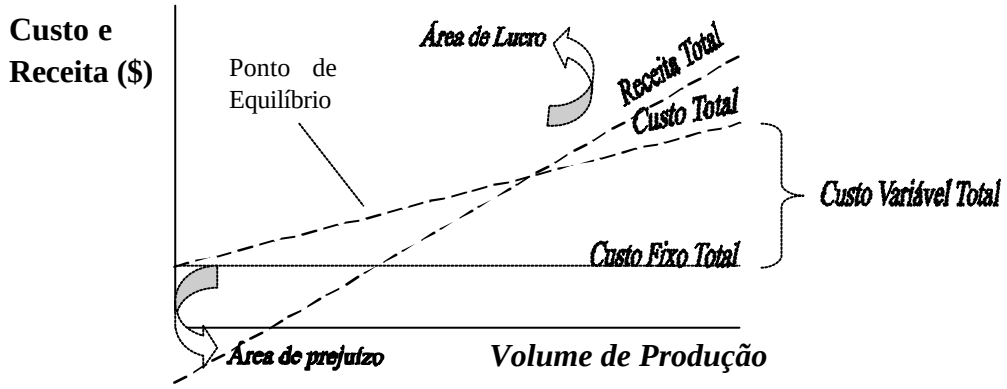



Figura 8: Gráfico do Ponto de equilíbrio

Porém, além dos gastos de produção e administrativos, deve-se levar em conta gastos como depreciação e amortização. Estes gastos correspondem à perda do valor do capital aplicado na aquisição do bem. Constitui uma fonte de fundos para custeio do investimento para reposição (Iudícibus, 1996).

Outros gastos que devem ser frisados são os, com manutenção/conservação e com seguros. Enquanto aqueles têm o objetivo de prevenir e programar, constituindo-se em custos fixos, este procura resguardar-se de possíveis ocorrências de sinistros.

Outro custo a ser levantado, diz respeito aos tributos. Os impostos e contribuições incidem tanto sobre o montante de vendas (PIS, COFINS, ICMS e IPI) como sobre os

resultados do negócio (Imposto de Renda e Contribuições Sociais). A observância da incidência destes tributos torna-se importante para o cálculo de viabilidade econômica do empreendimento.

Para efeito de estudo, para realizar o cálculo de depreciação, manutenção e seguros utilizam-se às taxas estabelecidas pela Secretária da Receita Federal – SRF, no regulamento do Imposto de Renda das Pessoas Jurídicas, conforme Tabela 6.

Tabela 6: Taxas anuais de depreciação, manutenção e de seguros

| **Discriminação** | **Depreciação** | **Manutenção** | **Seguro** |
|---|---|---|---|
| **Obras Civis** | 4% | 0,5% | 0,5% |
| **Máquinas/Equipamentos** | 10% | 1,5% | 1,0% |
| **Móveis/Utensílios** | 10% | 0,2% | 0,2% |
| **Instalações** | 10% | 1,5% | 1,0% |
| **Veículos** | 20% | 10% | 1,0% |

Fonte: SEBRAE (2000)

Portanto, baseando-se numa venda bruta de 100% para um determinado produto, o demonstrativo de resultados mensais de uma maneira mais detalhada pode ser exemplificado, conforme Tabela 7.

Tabela 7: Demonstrativo de resultados mensais

| **Item** | **R$** | **%** |
|---|---|---|
| **1. Venda Bruta** | 25.000,00 | 100,00 |
| **2. Custos Variáveis** | (17105,00) | (68,42) |
| **2.1. Impostos** | 5.162,50 | 20,65 |
| **2.2. Despesas com Vendas** | 750,00 | 3,00 |
| **2.3. Matérias-Primas e Insumos** | 7.500,00 | 30,00 |
| **2.4. Mão-de Obra Direta** | 2.500,00 | 10,00 |
| **2.5. Frete** | 600,00 | 2,40 |
| **2.6. Outros (3% sobre os itens acima)** | 592,50 | 2,37 |
| **3. Margem de Contribuição (1-2)** | 7895,00 | 31,58 |
| **4. Custos Fixos** | (5082,67) | (20,33) |
| **4.1. Pessoal Administrativo** | 900,00 | 3,60 |
| **4.2. Despesas Administrativas (água/luz/telefone/limpeza)** | 3.000,00 | 12,00 |
| **4.3. Depreciação** | 833,33 | 3,33 |
| **4.4. Despesas com seguros** | 80,67 | 0,32 |
| **4.5. Despesas com Manutenção/Conservação** | 120,67 | 0,48 |
| **4.6. Outros (3% sobre os itens acima)** | 148,00 | 0,60 |
| **5. Juros do Financiamento Pretendido (12,5% a.a.)** | (520,83) | (2,08) |
| **6. Lucro Operacional [3-(4+5)]** | 2.291,50 | 9,17 |
| **7. Imposto de Renda / Contribuição Social (25%)** | (572,88) | (2,29) |
| **8. Lucro Líquido (6-7)** | 1718,62 | 6,88 |

Fonte: SEBRAE (2000)

Cabe aqui destacar que foi estipulado, para efeito de estudo, um financiamento com prazo de carência de 12 meses e prazo de amortização do principal de 48 meses. Assim, os valores de amortização surgirão no demonstrativo de resultados mensais do 2º ano de operação. Os valores serão de R$ 1.041,67 mensais, não contando o valor dos juros de financiamento que, com o início do pagamento do principal sofrerá redução mensal no mesmo valor da amortização sobre a sua base de cálculo. O raciocínio comentado leva em conta o pagamento assíduo e integral, tanto dos juros como do principal. Como se trata de um exemplo ilustrativo, as condições podem variar caso a caso.

### 4.5. Avaliação do Fluxo de Caixa

Esta análise visa medir o tempo necessário para a recuperação do capital investido. Na realização da análise deve-se considerar, além do período de projeção, todo o período de implantação. Através deste fluxo de caixa verifica-se o desempenho do projeto. Considerando os valores, já colocados no exemplo, e uma taxa de inflação em torno de 3,5% a.a., pode-se exemplificar um fluxo de caixa conforme a tabela abaixo:

Tabela 8: Fluxo de Caixa do Projeto

| **Valores Do Projeto (R$)** | **ANO 0** | **ANO 1** | **ANO 2** | **ANO 3** | **ANO 4** | **ANO 5** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **1. Investimento Fixo** | (100.000) | | | | | |
| **2. Incremento C. Giro** | | (20.000) | (5.303) | | | |
| **3. Financ. Pretendido** | 50.000 | | | | | |
| **4. Amortização Financ.** | | | (12.500) | (12.500) | (12.500) | (12.500) |
| **5. Lucro Líquido** | | 20.623 | 21.345 | 23.647 | 25.991 | 28.353 |
| **6. Depreciação** | | 10.000 | 10.350 | 10.712 | 11.087 | 11.475 |
| **7. Geração Caixa Anual** | (50.000) | 10.623 | 13.542 | 21.859 | 24.578 | 27.328 |
| **8. Geração Acumulado** | (50.000) | (39.377) | (25.835) | (3.976) | 20.602 | 47.930 |

Fonte: SEBRAE (2000)

Como pode observar-se, o fluxo de caixa torna-se positivo a partir do quarto ano de operação da fábrica. Isto significa que o investimento será quitado neste quarto ano, não tendo nenhuma relação com prejuízo, pelo contrário, a empresa, desde o primeiro ano, estará, pelo regime de caixa, tendo um lucro equivalente a Geração de Caixa Anual somada a depreciação.

Porém, para se avaliar o projeto, a utilização de indicadores de resultado possibilita uma verificação mais apurada do investimento, além disso, estes indicadores possibilitam a

realização de comparações com outras alternativas de investimento. No projeto exemplificado, os indicadores utilizados serão:

- Taxa Mínima de Atratividade (TMA)
- Valor Presente Líquido (VPL)
- Taxa Interna de Retorno (TIR)
- Payback
- Índice de Lucratividade (IL) e Taxa de Rentabilidade (TR)
- Ponto de Equilíbrio (PE)

### 4.5.1. Taxa Mínima de Atratividade - TMA

A TMA é um valor que o investidor estipula com o objetivo de verificar a viabilidade do projeto. Este indicador visa levantar um valor referencial mínimo para o investimento de seu capital, que possa render uma taxa superior a um investimento bancário (parcialmente livre de riscos).

Por exemplo, qualquer pessoa ao fazer um investimento na poupança teria um rendimento de 7 a 8% a.a., livre de inflação, impostos ou qualquer outro tipo de risco. De posse desta informação um investidor só arriscará seu capital num empreendimento se o mesmo lhe render taxas superiores a 10, 15 ou talvez 20%, dependendo de sua tendência ou aversão ao risco.

### 4.5.2. Valor Presente Líquido - VPL

Este indicador tem como função avaliar a proposta de investimento de capital em valores monetários. Ele é medido através da diferença entre o valor presente das entradas de caixa e o valor presente das saídas de caixa, baseando-se numa determinada taxa de desconto (Kassai, 2000).

Para melhor compreensão, este indicador é representado pela seguinte fórmula:

$$VPL = \frac{FC0}{(1+i)^0} + \frac{FC1}{(1+i)^1} + \frac{FC2}{(1+i)^2} + \frac{FC3}{(1+i)^3} + \frac{FC4}{(1+i)^4} + (...) + \frac{FCn}{(1+i)^n} \quad \text{(II)}, \quad \text{onde:}$$

FC = Fluxos de caixa esperados (positivos ou negativos)
i = Taxa de atratividade (desconto)

Nota-se que, se o indicador apresentar um valor igual ou maior que zero, este investimento é considerado atraente. Este tipo de análise ocorre, pois na verdade, o VPL não significa um resultado econômico final, mas sim um valor econômico comparativo a taxa mínima de atratividade determinada. Assim, se no cálculo do VPL de um empreendimento for obtido como resultado o valor zero, isto significaria que o empreendimento, além de pagar os valores investidos, proporcionou um lucro exatamente igual à TMA estipulada.

O VPL tem como vantagens a sua consistência matemática, por trabalhar com fluxo de caixa descontado, e por apresentar seu resultado em espécie. Porém, este indicador possui como dificuldade a identificação da taxa de desconto a ser utilizada causado pelo critério de subjetividade de escolha dela.

### 4.5.3. Taxa Interna de Retorno - TIR

A TIR representa a taxa de desconto que iguala os fluxos de caixa de entrada com os fluxos de caixa de saída, ou seja, ela é a taxa que produz um VPL igual a zero (Kassai, 2000).

Assim, este indicador pode ser obtido pela mesma fórmula do VPL, porém deixando como variável a taxa, conforme se demonstra na fórmula III:

$$\text{ZERO} = \frac{FC0}{(1+\text{TIR})^{0}} + \frac{FC1}{(1+\text{TIR})^{1}} + \frac{FC2}{(1+\text{TIR})^{2}} + \frac{FC3}{(1+\text{TIR})^{3}} + (...) + \frac{FCn}{(1+\text{TIR})^{n}} \qquad \text{(III)},$$

onde:

FC = Fluxos de caixa esperados (positivos ou negativos)

Portanto, considera-se atraente todo o investimento que apresentar uma TIR maior ou igual a TMA. Ao obter-se uma TIR maior que a TMA estipulada, interpreta-se a mesma da seguinte maneira: o valor positivo obtido demonstra a viabilidade do projeto, porém esse excedente não possui um significado maior na análise do investimento, evidenciando apenas um indicativo de riqueza que está sendo agregado. Outra interpretação importante a ser feita refere-se à interpretação temporal do indicador, pois o mesmo indica um taxa de viabilidade anual, e não uma taxa para todo o projeto como poderia ser interpretado.

Quanto às limitações deste indicador, deve-se ter o cuidado de analisar o valor obtido para uma TIR quando a mesma for muito diferente das taxas de mercado. Neste caso, a TIR apurada pode não estar representando uma verdade, pois este indicador parte do pressuposto que todos os valores caminham no tempo baseados na própria TIR.

### 4.5.4. Payback

Também conhecido como tempo de recuperação do capital, o payback tem como função calcular o tempo de retorno de um investimento. Ele demonstra o período em anos necessário para que o desembolso, correspondente ao investimento inicial do projeto, seja recuperado. Segundo Kassai (2000), o payback é mais uma medida de risco do que propriamente de retorno de investimento, pois um projeto com payback menor do que outro, indica que o mesmo tem menor grau de risco.

Porém, este indicador desconsidera aspectos importantes como o período posterior ao retorno do investimento e o valor do dinheiro no tempo (Sanvicente, 1987). Assim, o payback acaba apresentando um tempo de recuperação do capital inferior àquele estipulado pela empresa. Contudo, apesar de não ser um indicador muito exato, o payback é útil para complementar à análise de risco de um projeto. Existem alguns projetos, com limitação de capital, em que, se a recuperação não ocorrer nos primeiros períodos, dificilmente, este projeto, logrará um sucesso posteriormente.

O payback, de um projeto, cujo capital investido foi de $25.000,00, pode ser apurado conforme o exemplo.

Tabela 9: Fluxo de caixa simples de um projeto

| Ano | Investimento ($) | Lucro ($) | Saldo ($) |
|---|---|---|---|
| 0 | 25.000 | | (25.000) |
| 1 | | 12.000 | (13.000) |
| 2 | | 11.000 | (2.000) |
| 3 | | 10.000 | 8.000 |
| 4 | | 9.000 | 17.000 |
| 5 | | 24.000 | 41.000 |

Fonte: Kassai (2000)

O projeto, colocado acima, irá recuperar os $25.000 entre o segundo e terceiro. Para detalhar com mais precisão o prazo de retorno, basta fazer uma regra de três[11]:

| | Dinheiro | Tempo |
|---|---|---|
| Falta recuperar no 2º ano | $ 2.000,00 | X |
| Recuperado no 3º ano | $ 10.000,00 | 1 |

$$\frac{2.000}{10.000} = \frac{X}{1} \Rightarrow 10.000.X = 2.000 \Rightarrow X = {}^{2.000}\!/_{10.000} \Rightarrow X = 0,2$$

Portanto, o payback deste projeto será de 2,2 anos.

### 4.5.5. Índice de Lucratividade – IL e Taxa de Rentabilidade - TR

Estes dois indicadores possuem como objetivo comum demonstrar a aceitação ou rejeição de um projeto. O IL é medido pela razão entre os valores presentes dos fluxos de caixa positivo (entradas) e os fluxos de caixa negativo (saídas), usando como taxa de desconto a TMA do projeto. Assim, este índice indicará o retorno apurado para cada $1,00 investido (Kassai, 2000).

$$IL = \frac{VP(Fluxos\ de\ Caixa\ Positivos)}{VP(Fluxos\ de\ Caixa\ Negativos)}, \quad \text{(IV)} \qquad \text{onde:}$$

VP = Valor Presente

Já a TR demonstra o retorno deste investimento em termos de porcentagem. Este indicador é determinado a partir do IL, ou seja:

$$TR = \left( \frac{VP(\text{Fluxos de Caixa Positivos})}{VP(\text{Fluxos de Caixa Negativos})} - 1 \right) 100\% \quad \text{(V)}$$

Portanto, um investimento será atrativo quando apresentar IL maior ou igual a 1,0 e TR maior ou igual a 0%. Nota-se que o excedente desses índices não têm um significado de maior praticidade na análise do investimento, evidenciando apenas um excedente e a viabilidade do mesmo.

[11] Método de interpolação linear

Para termos de exemplificação, analisar-se-á a utilidade desses indicadores nos valores do projeto da Tabela 9.

$$\text{PV(positivos)} = \frac{12.000}{1,15} + \frac{11.000}{1,15^2} + \frac{10.000}{1,15^3} + \frac{9.000}{1,15^4} + \frac{24.000}{1,15^5} = 42.405,55$$

PV(negativos) = 25.000,00

IL = 42.405,55 / 25.000,00 = 1,70

TR = (1,70 – 1).100% = 70%

### 4.5.6 Ponto de Equilíbrio - PE

O PE avalia o nível de produção em que o resultado operacional é nulo, ou seja, as receitas operacionais são iguais aos custos operacionais. Portanto, esse indicador demonstra o nível de produção, ou melhor: de vendas, necessário para recuperar os custos fixos e os custos variáveis para aquele nível de produção. Assim, o ponto de equilíbrio sobre vendas para um determinado projeto é determinado pela seguinte fórmula:

$$\text{Ponto de Equilíbrio} = \left( \frac{(\text{Custo Fixo} + \text{Custo Financeiro})}{\text{Margem de Contribuição}} \right) 100\% \quad \text{(VI)}, \quad \text{onde:}$$

$$\text{Margem de Contribuição} = \text{Venda Bruta} - \text{Custos Variáveis} \quad \text{(VII)}$$

Portanto, o projeto exemplificado pelo demonstrativo de resultados mensais da Tabela 7, atinge o ponto de equilíbrio com cerca de 71% das vendas, o que equivale a uma receita bruta de $17.750,00, abaixo disto a empresa estará operando com prejuízo. A Figura 8, da seção 4.4.2, mostra graficamente a estimativa de um ponto de equilíbrio em relação aos custos (total, fixo e variável) e receitas de um empreendimento.

Portanto, a avaliação financeira dos projetos propostos será discutida revendo-se as variáveis aqui colocadas. Estas variáveis ajudarão na realização de comparações de viabilidade financeira entre um projeto e outro.

## 5. METODOLOGIA

O método de pesquisa tem como função primordial dispor de modo conveniente os meios e técnicas de pesquisa, a fim de se chegar aos objetivos propostos num determinado trabalho. Galliano (1986, p. 6) define método da seguinte maneira:

> *"Método é um conjunto de etapas, ordenadamente dispostas, a serem vencidas na investigação da verdade, no estudo de uma ciência ou para alcançar determinado fim".*

No presente trabalho, o método de pesquisa exploratória possibilitou levantar os elementos de viabilidade tecnológica e econômica para a reciclagem das embalagens longa vida pós-consumo recolhidas pelo Serviço de Limpeza Urbana de Porto Alegre (DMLU).

### 5.1 Análise dos elementos de viabilidade tecnológica e econômica para a implantação de uma recicladora de embalagens cartonadas longa vida

Para o levantamento dos elementos de viabilidade do processo de reciclagem das embalagens cartonadas longa vida, buscou-se junto à Tetra Pak informações de nível tecnológico do processo. E, junto ao Cempre (Compromisso Empresarial para Reciclagem), informações a respeito de recicladores das embalagens longa vida. Estas informações facilitaram o entendimento do processo de instalação e busca das recicladoras para este tipo de embalagem.

Baseando-se nos dados levantados junto a Tetra Pak e Cempre, fez-se uma pesquisa exploratória junto a três recicladoras destas embalagens situadas nos estados do Paraná (1) e São Paulo (2), para o levantamento dos elementos de viabilidade. Foram aplicados questionários junto aos responsáveis pelo processo de reciclagem em cada uma das recicladoras (Anexo 1). Paralelamente a aplicação dos questionários, realizou-se visitas nas recicladoras a fim de conhecer o processo de reciclagem destas embalagens. Os elementos de viabilidade analisados nesta etapa foram:

- Tipo de tecnologia de reciclagem necessária;
- Investimentos (instalações, equipamentos e mão-de-obra);
- Custos (energia elétrica, água, serviços, insumos e matéria-prima);
- Receita e Ponto de equilíbrio;
- Vantagens obtidas com a reciclagem deste tipo de embalagem;
- Se ocorreu apoio ou ajuda (tecnológico ou econômico) da Tetra Pak.

### 5.2. Quantificação e verificação da destinação das embalagens cartonadas longa vida recolhidas em Porto Alegre

Junto aos departamentos de assessoria ambiental e do Departamento de Destino Final (DDF) do DMLU realizou-se o levantamento da quantidade de embalagens cartonadas longa vida recolhidas, tanto pela coleta seletiva como pela coleta domiciliar.

Para a verificação das quantidades de embalagem Tetra Pak em cada tipo de coleta procedeu-se da seguinte forma:

- As embalagens recolhidas na coleta seletivas têm sua própria quantificação nos Centros de Triagem, sendo necessário apenas efetuar o somatório das mesmas para se chegar ao total de embalagens cartonadas longa vida que se destinam para a reciclagem;
- As embalagens que não são separadas no "lixo seco" pelo cidadão acabam tendo como destinação final os aterros sanitários. Para a verificação da quantidade de embalagens cartonadas longa vida que acabam tendo esta destinação faz-se uma estimativa por amostragem. A amostragem para o lixo destinado aos aterros possui o seguinte roteiro (Consoni et al. Apud Costa, 1998):

I. descarregamento do caminhão na área de trabalho do aterro sanitário;

II. disposição de 4 tambores na pilha resultante da descarga (3 nas bases laterais e 1 no topo da pilha);

III. coleta aleatória dos receptáculos próximos aos tambores e enchimento destes até a metade (4 amostras de 100 litros);

IV. transporte do material até o pátio designado para a separação dos resíduos;

V. pesagem dos resíduos;

VI. disposição dos resíduos sobre uma lona;

VII. triagem da amostra para determinação da composição física do lixo, separação dos materiais nas classes: borracha, couro, madeira, matéria orgânica facilmente degradável, metais ferrosos, alumínio, papel, papelão, plástico duro, plástico mole, trapos, vidros, outros metais, embalagens cartonadas longa vida e rejeito;

VIII. após a separação dos componentes, pesagem de cada classe obtida e anotação dos mesmos.

Esta última amostragem, detalhada em etapas, foi realizada, conforme o roteiro acima, no mês de setembro de 2000 no período de uma semana, junto a 3 zonas de coleta da cidade. Estas zonas foram escolhidas, pois possuíam os maiores teores de matéria orgânica, ou seja, tratavam-se das zonas que possuíam maiores índices da divisão da massa de lixo orgânico sobre a massa de lixo seco, além disso, estas 3 zonas, também, possuíam mapeamento, com roteiros de coleta e estimativa e a população a ser atingida.

Para conhecer melhor o processo de coleta de lixo de Porto Alegre (onde a embalagem Tetra Pak se inclui), foram realizadas visitas a 2 Centros de Triagem (Cavalhada e Vila Pinto). Para complementação dos dados realizou-se pesquisa junto à biblioteca do DMLU e conversas informais tanto com os funcionários do DMLU como com as pessoas que trabalham nos Centros de Triagem visitados. Estas conversas informais tiveram como objetivo mapear o caminho do lixo separado nos Centros de Triagem, a fim de poder traçar uma logística para o material reciclável.

### 5.3. Busca e verificação dos intermediários e recicladores de embalagens cartonadas longa vida e afins ligados ao material reciclável pós-consumo de Porto Alegre

Para verificar a infra-estrutura e opções de reciclagem existentes para as embalagens cartonadas longa vida, bem como para seus materiais componentes individualmente, gerados pela população de Porto Alegre, foram buscadas informações junto ao DMLU, Cempre, FIERGS e Sindicato das Indústrias de Papel. Estas informações ajudaram na caracterização da organização dos intermediários e recicladores, além de facilitar a inserção dos dados levantados junto a projetos e experiências atuais (São Paulo e Paraná) para a realidade do município.

O levantamento dos intermediários foi realizado junto ao DMLU. Por tratar-se de apenas um intermediário que compra embalagens cartonadas longa vida pós-consumo. Estas informações foram obtidas através de um questionário, aplicado por telefone (Anexo 3).

Quanto aos recicladores de papel e de polietileno, o levantamento foi feito junto a cadastros do Cempre e FIERGS, do Sindicato de Indústrias de Papel e, também, junto à pesquisa já realizada pelo PPGA/UFRGS referente ao levantamento das recicladoras de plástico no Estado do Rio Grande do Sul. As empresas selecionadas foram escolhidas pelo critério de volume de produção e proximidade geográfica. Utilizou-se destes critérios, baseando-se em fatores econômicos, tanto de frete (proximidade geográfica) como de representatividade dos custos e dos investimentos que seriam introduzidos (volume de produção).

### 5.4. Verificação dos custos e da viabilidade econômica do processo de reciclagem das embalagens cartonadas longa vida para a realidade do município de Porto Alegre

Baseando-se nos resultados levantados realizou-se uma pesquisa em dados secundários no intuito de estimar os custos e investimentos, além do volume necessário para a viabilidade econômica do processo de reciclagem. Diante destes dados foi feita uma

avaliação da situação atual e do potencial de reciclagem das embalagens longa vida pós-consumo geradas em Porto Alegre.

### 5.5. Dificuldades e Limites

Uma das etapas da pesquisa foi a busca de dados em três recicladoras de embalagens cartonadas longa vida. As informações obtidas dessas recicladoras foram limitadas em dois enfoques: conforme o conhecimento técnico que as empresas possuíam do processo e conforme a restrição na divulgação de algumas informações colocadas como de interesse particular. Apesar do roteiro de entrevistas ter como finalidade o levantamento de informações relativas aos elementos de viabilidade, algumas informações não puderam ser obtidas, devido às dificuldades de levantamento destas informações, o que impossibilitou o confronto geral das mesmas. Assim, juntamente com o funcionário ou grupo responsável pelo processo em cada uma das recicladoras, na dificuldade de levantar alguns dados, realizou-se uma estimativa dos mesmos, o que poderá gerar algumas imprecisões, no estudo e análise dos elementos de viabilidade.

Na parte de levantamento da estrutura existente em Porto Alegre e na sua Região Metropolitana, os dados levantados foram baseados em informações do DMLU. O valor da quantidade de embalagens cartonadas longa vida descarregada nos aterros sanitários foi estimada por processo de amostragem, conforme descrição feita no item 1.5.2. A utilização desse processo para termos de quantificação de embalagens acaba respaldando em limitações como: a pequena variação sazonal existente no volume de embalagens pós-consumo gerados em Porto Alegre e numa caracterização global da quantidade de embalagens “jogadas” no lixo orgânico por todos os bairros da cidade.

Outra dificuldade encontrada, diz respeito à definição de um preço padrão para as embalagens longa vida pós-consumo e de seus materiais componentes. Esta dificuldade surgiu devido a grande variabilidade de preços encontrados nos Centros de Triagem responsáveis pela separação dos materiais recicláveis. Para a definição de um valor aproximado, que representasse os preços de venda realizados nos Centros de Triagem, o autor utilizou-se do cálculo por média ponderada do volume de material reciclado e separado por cada um destes Centros de Triagem, conforme fórmula VII do item 5.3.2.

Quanto ao levantamento das recicladoras de papel da região metropolitana de Porto Alegre, a pesquisa foi realizada, somente, junto a: FIERGS (Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul), Cempre (Compromisso Empresarial para Reciclagem) e com o Sindicato das Indústrias de Papel, sendo que as informações limitaram-se apenas no levantamento do volume de produção, suas localizações e produtos fabricados pelas mesmas. Já, para o levantamento das recicladoras de polietileno nesta mesma região, o autor baseou-se em pesquisa já realizada no Programa de Pós-Graduação em Administração - PPGA/UFRGS cujo título é: A Reciclagem de Resíduos Plásticos Pós-Consumo em Empresas do Rio Grande do Sul.

# 6. A COLETA DAS EMBALAGENS CARTONADAS LONGA VIDA EM PORTO ALEGRE

Como primeiro passo deve-se verificar o caminho das embalagens e de que maneira tais embalagens são recolhidas e separadas, além de tudo, em que quantidades.

Assim, o capítulo a seguir busca descrever como é realizada a coleta destas embalagens pós-consumo na cidade, seus custos e qual é a infra-estrutura de comércio já montada em Porto Alegre para os resíduos de embalagens cartonadas longa vida.

## 6.1 A Produção de Lixo em Porto Alegre

A cidade de Porto Alegre possui uma área total de 476,3 $km^2$, sendo que 44,45 $km^2$ desta área são compreendidos por ilhas. Dentro deste território convive uma população de 1.286.251 pessoas, repercutindo numa concentração populacional em cerca de 2.700 habitantes/$km^2$ (Prefeitura Municipal de Porto Alegre, 2000).

A infra-estrutura da Cidade em termos de saneamento e meio-ambiente, proporciona o abastecimento de água em 99% das localidades e uma coleta de esgoto de 79% do volume gerado. A cidade possui 395 praças e 11 parques que cobrem uma área de aproximadamente 8,17 $km^2$, ou 1,7% do perímetro urbano, o que representa uma área verde de 13,63$m^2$ por habitante (Prefeitura Municipal de Porto Alegre, 2000).

Estima-se que a produção de lixo diária de Porto Alegre é cerca de 1.500 toneladas de lixo (coleta formal e informal), sendo 900 toneladas de lixo domiciliar e 300 toneladas de lixo potencialmente reciclável, porém somente 60 toneladas vão para a coleta seletiva (20%). Em 1999, o DMLU recolhia 1130 toneladas de lixo por dia atendendo uma população de 1.250.000 habitantes, o que representava 99% da população total. Porto Alegre, também é responsável por 20,73% de todo o lixo gerado no Estado, embora ocupe somente 0,17% da área total do Estado (Assessoria Ambiental – DMLU, 2000).

Ao se discriminar a representatividade das embalagens cartonadas longa vida no lixo de Porto Alegre, verifica-se que estas embalagens significavam em média 1% do lixo domiciliar em 1997, valor que, atualmente, flutua na casa de 1 a 2% em algumas cidades que já possuem coleta seletiva, e que as mesmas já participavam em 1999 com 5,65% do lixo seco recolhido na Coleta Seletiva de Porto Alegre (Assessoria Ambiental – DMLU, 2000).

### 6.2 Custos Envolvidos na Coleta do Lixo da Cidade de Porto Alegre

As opções de reutilização das embalagens cartonadas longa vida pós-consumo devem obedecer a critérios de custo, quantificação e de oferta desses resíduos. Parâmetros centralizados nesses critérios estarão sendo discutidos nesse capítulo.

#### 6.2.1 Coleta Domiciliar

Neste tipo de coleta, também conhecida como coleta comum, o lixo é recolhido e destinado para dois Aterros Sanitários: o Aterro Sanitário da Extrema localizado no Lami, bairro da zona sul de Porto Alegre e o Aterro Sanitário de Santa Tecla, localizado na cidade de Gravataí, pertencente à Região Metropolitana de Porto Alegre (Costa, 1998).

Como este tipo de lixo não possui um aproveitamento, sua coleta é efetuada por caminhões compactadores com o objetivo de minimizar o volume do lixo recolhido. O lixo recolhido pelos caminhões compactadores é encaminhado para a Estação de Transbordo de Resíduos, onde o lixo é transbordado para caminhões de maior dimensão, otimizando assim o transporte aos Aterros Sanitários. Os custos com a coleta domiciliar em Porto Alegre podem ser analisados na Tabela 10.

Tabela 10: Valores referentes aos gastos em cada etapa da coleta domiciliar

| **COLETA DOMICILIAR (Etapas)** | **R$/tonelada** |
|---|---|
| Coleta | 31,39 |
| Transporte para estação de transbordo do aterro sanitário | 6,57 |
| Operação do aterro | 25,00 |
| Operação transbordo | 5,52 |
| Total | 68,48 |

Fonte: Assessoria Ambiental – DMLU

A Estação de Transbordo localiza-se no Bairro Lomba do Pinheiro, em uma área de 18 hectares, funcionando 24 horas por dia. O transbordo dos resíduos do lixo orgânico faz-se necessário devido a grande distância existente dos aterros sanitários em relação ao centro da cidade. Em termos de logística e custo a implantação desta estação foi de grande importância, porque evitou que um caminhão coletor compactador tivesse de ir descarregar diretamente num dos aterros, o que elevava o valor da tonelagem coletada (DMLU, 2000).

### 6.2.2 Coleta Seletiva

O segundo tipo de coleta realizada em Porto Alegre é a coleta seletiva. Esta coleta atualmente se estende a todos bairros da cidade, tendo cobertura em 100% da mesma. Ela é realizada de duas maneiras: Pontos de Entrega Voluntária (PEV's) e coleta de porta em porta.

Atualmente, em Porto Alegre, existem 28 PEV's localizados nos seguintes locais: Belém Novo, Brique da Redenção (aos domingos), Cancio Gomes, Car. Leste, Car. Norte, Car. Partenon, Cavalhada, Conceição, Cruzeiro, Freitas de Castro, Gasômetro, Glória, Humaitá, IAPI, Ilhas, Ipanema, Lami, Lomba do Pinheiro, Niterói, Pereira Franco, Porto Seco, República, Restinga, Sede da Coleta Seletiva, Silva Só, Tenente Alpoim, Visconde do Herval e Zeferino Dias (DMLU, 2000).

Quadro 2: Centros de Triagem de Porto Alegre

| **Unidade de Triagem** | **Endereço** |
|---|---|
| 1. Santíssima Trindade | Av. Dique, 512 |
| 2. Campo da Tuca | Rua D, 200 |
| 3. Cavalhada | Av. Projetada, 4523 |
| 4. Restinga | Av. João Antônio da Silveira, 3240 |
| 5. Ilha Grande dos Marinheiros | Rua Nossa Senhora Aparecida, 25 |
| 6. Wenceslau Fontoura | Rua Antônio Severino, 1317 |
| 7. Aterro da Zona Norte | Rua Sérgio Dietrich, s/n |
| 8. Vila Pinto | Av. Projetada s/n |

Fonte: Assessoria Ambiental - DMLU (2000)

Quanto à coleta de porta em porta, ela é efetuada por caminhões com "containers" móveis, pois a utilização de caminhões compactadores iria danificar ou dificultar a separação do material recolhido. Assim, optou-se por uma coleta que, apesar de ser um

pouco mais onerosa, facilita na praticidade do reaproveitamento e separação dos materiais. Depois de recolhido na coleta seletiva, o material é entregue para os oito Centros de Triagem da cidade (vide Quadro 2).

Esta coleta possui gastos superiores ao da coleta domiciliar. Uma das explicações para esta diferença de custo está na discrepância da relação peso/volume dos dois tipos de lixo. Enquanto na coleta domiciliar o lixo, que é recolhido por caminhões compactadores, possui uma relação peso/volume por volta dos 500 kg/m$^3$, na coleta seletiva a relação é de 60 kg/m$^3$. Este último, sendo recolhido por caminhões com "containers" móveis, acaba gerando um custo maior na coleta, por ter de recolher um lixo oito vezes menos denso que o lixo domiciliar.

Outro fator que diferencia a coleta seletiva da domiciliar é a existência de carroceiros e carrinheiros atuando concorrentemente com o DMLU na coleta do lixo seco (materiais recicláveis). Existe um debate na sociedade, como no próprio DMLU, sobre a atuação dos carroceiros e carrinheiros, bem como a proposição de medidas de regulação para estas atividades. Cabe colocar que a presença dos carrinheiros e carroceiros contribui para a redução do custo total da coleta seletiva, pois se estima que eles recolham cerca de 125 toneladas/dia, além das atuais 60 toneladas/dia recolhidas pelo DMLU. Conclui-se que a inexistência dos mesmos nas ruas da cidade triplicaria o custo bruto atual da coleta seletiva. Por outro lado, existe a crítica por parte das associações e dos trabalhadores dos galpões de reciclagem de que os carroceiros e carrinheiros "roubam" o lixo que tem maior valor de mercado. A seguir são apresentados os custos da coleta seletiva na cidade de Porto Alegre (Tabela 11).

Tabela 11: Valores referentes aos gastos em cada etapa da coleta seletiva

| **COLETA SELETIVA (Etapas)** | **R$/tonelada** |
|---|---|
| Coleta | 76,67 |
| Retirada das caixas de rejeitos (devolução p/ o aterro sanitário) | 69,92 |
| Total | 146,59 |

Fonte: Assessoria Ambiental - DMLU

De posse dos dados dos custos das coletas domiciliar (Tabela 10) e seletiva (Tabela 11), podem-se analisar alguns fatos. Em relação aos gastos das duas coletas, verifica-se que a coleta seletiva (R$76,67/tonelada) é cerca de 2,5 vezes mais dispendiosa que a coleta

domiciliar (R$31,39/tonelada), porém essa diferença se reduz drasticamente, quando se incorporam as outras etapas (transporte para estação de transbordo a para o aterro sanitário, operação do aterro e operação transbordo) necessárias para se efetivar a coleta domiciliar completa. Quanto à coleta seletiva, estas etapas não são necessárias, pois seu ciclo se encerra com a entrega dos materiais nos Centros de Triagem. Neste caso a diferença entre as duas coletas torna-se mínima em cerca de R$ 8,19 por tonelada de lixo recolhido. Este levantamento de custos não considera o retorno financeiro que ocorre nos Centros de Triagem.

Os rejeitos da coleta seletiva, ou seja, o material que chega nos galpões de reciclagem e que não é comercializado, é novamente recolhido pelo DMLU e transportado até um dos aterros sanitários. Segundo a Assessoria Ambiental do DMLU, os rejeitos representam cerca de 20% do que é coletado e esta operação de recolhimento nos galpões, transporte e disposição nos aterros sanitários custa R$ 69,92 por tonelada, o que eleva o custo da coleta seletiva desta fração que é remetida para os aterros sanitários para R$ 146,59 por tonelada. Isto ocorre, porque a população remete, para a coleta seletiva, resíduos que não são comercializados pelos galpões, mas que dentro da "cultura informal" da população, tais resíduos podem ser classificados como "secos", no entanto tratam-se de resíduos que não possuem qualquer valor comercial no mercado de reciclagem.

Por outro lado, também, são remetidos resíduos recicláveis para a coleta domiciliar. Com o objetivo de minimizar estes problemas e, conseqüentemente, os custos envolvidos, sugere-se uma maior divulgação para a população com o objetivo de esclarecer quais são os materiais que possuem processo de beneficiamento para sua posterior utilização e como os materiais realmente recicláveis devem ser dispostos no lixo, tendo cuidados com a limpeza e facilidade de separação destes quando encaminhados para os Centros de Triagem.

### 6.3 A Coleta das Embalagens cartonadas longa vida Pós-Consumo em Porto Alegre

As embalagens cartonadas longa vida ao serem descartadas nas residências de Porto Alegre, poderão ter dois encaminhamentos: a coleta domiciliar e a sua disposição em

aterros sanitários, ou a sua separação para uma posterior reaproveitamento. As duas destinações são comentadas nesta seção.

### 6.3.1. Embalagens Longa Vida Pós-Consumo: Coleta Domiciliar

Apesar de ser composta por materiais recicláveis, grande parte das embalagens longa vida acaba destinando-se ao lixo orgânico. Como já foi comentada em outras seções, a destinação do lixo depende, em grande parte, da participação do cidadão, pois é ele o responsável pela separação do lixo que é recolhido pela Prefeitura. Assim, por questões de praticidade, cultura, educação ou conveniência, muitas vezes as pessoas acabam misturando os resíduos recicláveis com os resíduos orgânicos fazendo com que esse material seja então destinado para os aterros sanitários.

Porém, como toda grande cidade, o lixo orgânico de Porto Alegre começa a apresentar problemas de destinação final e carência de áreas próprias para a deposição desses resíduos (Calderoni, 1997 & Reis, 2000). Logo, pode-se deduzir que os aterros sanitários em Porto Alegre já estão com os seus anos contados. O DMLU, além da coleta seletiva, também realiza um trabalho de compostagem do lixo orgânico, com o objetivo de minimizar o volume de lixo destinado para os aterros sanitários. Logo, uma parcela do lixo orgânico recolhido é destinada para a compostagem, onde esse lixo será reaproveitado. Porém, junto com o resíduo orgânico também há outros resíduos, como por exemplo, as embalagens longa vida.

Segundo Reis (2000), em recente levantamento e caracterização do lixo domiciliar de Porto Alegre feita pelo próprio DMLU obteve-se o perfil e caracterização para o lixo domiciliar, conforme Tabela 12.

Vale ressaltar que os dados da Tabela 12 foram levantados através de uma amostra conforme método explicado na seção 1.5.2. Convém colocar que se trata de um dado que não engloba todas as zonas de coleta de lixo domiciliar e, também, não consegue demonstrar a sazonalidade, em termos quantitativos, das embalagens longa vida, conforme se observa na coleta seletiva (Tabela 13). Porém, nota-se que os números levantados da quantidade de embalagens longa vida dispostos na coleta domiciliar comprovam a grande

parcela de embalagens que ainda são colocadas no lixo domiciliar reduzindo assim a possibilidade de reaproveitamento das mesmas.

Baseando-se nos dados da Tabela 12, verifica-se que cerca de 260 a 290 toneladas mensais de embalagens longa vida[12] ainda não estão sendo separadas pela coleta seletiva, representando um valor um pouco acima dos 90% do total de embalagens longa vida pós-consumo (Ver tabela 13).

Tabela 12: Composição dos resíduos sólidos domiciliares de Porto Alegre

| Resíduo | Porcentagem em peso(%) |
|---|---|
| Matéria Orgânica | 52,10 |
| Papel/ | 11,26 |
| Papelão | 3,75 |
| Metal Ferroso | 2,00 |
| Outros Metais | 0,46 |
| Alumínio | 0,07 |
| Plástico Rígido | 4,84 |
| Plástico Filme | 7,57 |
| Vidro | 1,91 |
| Louça | 0,07 |
| Madeira | 0,87 |
| Trapo/Couro | 2,78 |
| Borracha | 0,05 |
| Tetra Pak | 1,27 |
| Rejeito | 11,01 |

Fonte: Reis apud DDF/DMLU (2000)

No entanto, a partir do início do projeto de compostagem, uma parcela das embalagens longa vida encontradas e separadas no lixo orgânico, começarão a ser enviadas para os Centros de Triagem, onde poderão ser separadas e vendidas para que se possa ter uma eficiência maior em termos reaproveitamento quantitativo dessas embalagens.

### 6.3.2. Embalagens Longa Vida Pós-Consumo: Coleta Seletiva

Na pesquisa realizada na literatura encontraram-se três processos de beneficiamento pós-consumo: prensagem, incineração com reaproveitamento de energia e reciclagem das

[12] O cálculo para se obter essa faixa de quantidade mensal foi simples: 24 dias/mês (coletas de segunda a sábado) x ±900 toneladas/dia x 1,27% de embalagens cartonadas longa vida = 275 toneladas/mês ± 5% de embalagens cartonadas longa vida o que representa uma faixa de mais ou menos 260 a 290 toneladas/mês de embalagens cartonadas longa vida.

fibras de papel, os quais têm como objetivo o reaproveitamento das embalagens cartonadas longa vida. Estas embalagens recentemente alcançaram uma forma de reciclagem viável e com mercado, com o desenvolvimento de um processo que reutiliza também o alumínio e o plástico (França, 2000), conforme já foi mostrado na Figura 6.

A idéia de viabilidade técnica para a reciclagem das embalagens cartonadas longa vida é reforçada com o início da separação das mesmas em Porto Alegre, fato que não ocorria em 1997 (Costa, 1998). Observou-se também junto ao DMLU e com um dos intermediários de Porto Alegre que estas embalagens começaram a ser separadas para a venda em 1998, mas somente a partir do segundo semestre de 1999 é que houve uma procura com freqüência. Este fato pode ser comprovado ao se analisar a Tabela 13.

Tabela 13: Quantidade de embalagens cartonadas longa vida recolhidas na coleta seletiva nos anos de 1999 e 2000.

| **Mês** | **Jan.** | **Fev.** | **Mar.** | **Abr.** | **Mai.** | **Jun.** | **Jul** | **Ago.** | **Set.** | **Out.** | **Nov** | **Dez.** | **Total** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1999(kg)** | 6246 | 6246 | 211 | 3627 | 2881 | 4272 | 14560 | 8900 | 22617 | 25095 | 28370 | 31361 | 154386 |
| **2000(kg)** | 20533 | 14555 | 16885 | 36906 | 25865 | 23339 | 21380 | 26555 | 27581 | 25639 | 14723 | 19424 | 273385 |

Fonte: Assessoria Ambiental - DMLU

A separação deste resíduo pós-consumo é realizada em 8 galpões de reciclagem (Costa, 1998), sendo que se destacam em termos de quantidade recolhida os galpões da Cavalhada e da Vila Pinto. Para se estimar o preço de venda que os Centros de Triagem obtém por este resíduo e para os seus componentes (papel, plástico e alumínio), fez-se uso da seguinte aproximação:

$$PMV = 0,3.PCTcav + 0,3.PCTvp + 0,4.PCTout \quad \text{(VII), onde:}$$

PMV = preço médio de venda do material separado nos Centros de Triagem
PCTcav = preço obtido no Centro de Triagem Cavalhada (vide Anexo 5)
PCTvp = preço obtido no Centro de Triagem Vila Pinto (vide Anexo 5)
PCTout = preço médio obtido pelos outros galpões de Triagem (vide Anexo 5)

Usou-se esta estimativa, porque os galpões da Cavalhada e Vila Pinto são responsáveis por cerca de 60% do material coletado. Sendo que os volumes de coleta de cada um deles praticamente equivalem-se, enquanto que os demais galpões completariam a quantidade restante. Assim, os preços médios de venda estimados para o mercado de Porto Alegre apresentam os valores calculados pela fórmula (VII) na Tabela 14.

Tabela 14: Preço obtido pelos materiais reciclados nos Centros de Triagem em Porto Alegre

| | Tetra Pak | Papel Misto | Plástico Misto | Alumínio |
|---|---|---|---|---|
| **CT Vila Pinto** | 0,05 | 0,09 | 0,18 | 1,08 |
| **CT Cavalhada** | 0,04 | 0,04 | 0,14 | 0,60 |
| **Outros CT** | 0,05 | 0,04 | 0,15 | 0,84 |
| **Preço Médio de Venda** | 0,05 | 0,06 | 0,16 | 0,84 |

Fonte: Assessoria Ambiental - DMLU (os preços estão em R$/kg)

Utilizou-se este preço médio, pois como pode ser notado na Tabela 14, os materiais possuem os preços um pouco diferenciados em cada Centro de Triagem. Isto ocorre porque seus preços são estimados conforme se apresente à qualidade da separação dos materiais, sendo mais valorizados os materiais limpos e secos; e menos valorizados os materiais sujos, úmidos e degradados. Neste caso, verifica-se que o Centro de Triagem da Vila Pinto, possui uma preocupação maior em separar o seu material, o que repercute numa maior valorização do mesmo. Conforme visita feita a este mesmo Centro de Triagem, juntamente com a preocupação em relação à separação do material, foi colocado pelas próprias pessoas que trabalham lá, que o lixo recebido da coleta seletiva provém de bairros de uma situação econômica melhor, o que na visão deles ajuda na obtenção de um lixo mais favorável para separação.

Apesar de Porto Alegre já possuir uma coleta de embalagens cartonadas longa vida pós-consumo com quantidades crescentes, e de já existir processos de reciclagem tecnicamente viáveis, o que repercute em fatores que facilitam a sua comercialização. O seu reaproveitamento ainda encontra-se um pouco distante do ideal, pois se verifica que o material ainda é comercializado a preços muito baixos.

Destaca-se como principal fator para o seu preço baixo, o custo de frete, que deve ser incluído juntamente com o preço pago atualmente, pois estas embalagens possuem recicladores apenas nos estados de São Paulo e do Paraná, sendo que as embalagens separadas atualmente pelos Centros de Triagem são mandadas para o reciclador do Paraná. No envio das embalagens longa vida pós-consumo, separadas pela coleta seletiva, para a recicladora do Paraná, o frete destas embalagens fica em torno de R$ 30,00 por tonelada, tendo que, obrigatoriamente, enviar uma quantidade mínima de 25 toneladas. Portanto, no processo de reaproveitamento das embalagens, o frete colabora com uma grande parcela no custo destas pelas recicladoras, pois ao se efetuar a composição dos custos, observa-se que

a embalagem longa vida que foi vendida em média por R$ 50,00 a tonelada é onerada em mais R$ 30,00, contribuição esta feita pelo custo do frete. É importante ressaltar que não se acrescentou, neste prévio levantamento, as margens de lucro dos intermediários, cujos valores também colaboram no aumento do preço desta matéria-prima para ao recicladores de embalagem longa vida.

Outro fato a ser acrescentado, refere-se a análise dos valores da Tabela 13, em relação as premissas para a realização do frete. Ao se observar os valores desta tabela, referentes ao primeiro semestre de 1999, concluí-se que neste período só havia quantidade suficiente para a realização de uma carga de 25 toneladas (frete mínimo), sendo que durante o segundo semestre deste mesmo ano à quantidade elevou-se dando condições para a realização de mais 5 cargas, totalizando 6 cargas de frete de embalagens para reciclagem fora do estado. Apesar do baixo número de cargas, esta operação sofreu um custo por volta de R$ 4.500,00. Este custo deve ser analisado, pois a quantidade de embalagens cartonadas longa vida pós-consumo separadas pela coleta seletiva no ano 2000 está crescendo, já possibilitando a realização de uma carga por mês, como pode ser observado na mesma Tabela 13.

### 6.3.3. Embalagens Longa Vida Pós-Consumo: Intermediários

As embalagens longa vida recolhidas pela coleta seletiva de Porto Alegre e separadas nos Centros de Triagem, são vendidas por estes para intermediários pelos preços já colocados na Tabela 14. Atualmente existe em Porto Alegre um único intermediário, que destina estas embalagens pós-consumo para a recicladora de papéis Santa Clara localizada no estado do Paraná. Maiores detalhes a respeito da recicladora paranaense das embalagens cartonadas longa vida serão colocadas na seção 6.2.3 desse trabalho.

Conforme declarações do intermediário de Porto Alegre, a embalagem de leite longa vida começou a ter valor de mercado, em Porto Alegre, a partir de 1998, e, desde então, ela, juntamente com o papel, vidro, metais e plásticos participa do comércio de resíduos aumentando de 1998 para cá o volume de embalagens cartonadas longa vida comercializados, conforme se viu na Tabela 13.

Com a necessidade de se ter no mínimo 25 toneladas de embalagens longa vida para realizar os fretes, e com as pequenas quantidades que se retirava da coleta seletiva (vide Tabela 13), acabou surgindo, dentro do comércio de embalagens longa vida pós-consumo, espaço para serviços de estocagem. Assim, somando a falta e espaço dos Centros de Triagem para grandes estoques e com a exigência das recicladoras de se comercializar grandes quantidades, até mesmo por questões de custo, o surgimento de intermediários acabou suprindo uma carência para a realização do comércio de resíduos das embalagens longa vida.

Como já foi discutido, a função fundamental dos intermediários está na estocagem de grandes quantidades, que facilitam na comercialização junto as recicladoras. Neste comércio com as recicladoras, os intermediários compram as embalagens longa vida junto aos Centros de Triagem e agregando o custo do frete e a margem de lucro, estipulam o preço de comércio destas embalagens que fica em torno de R$ 70,00 a R$ 90,00 por tonelada. As variações de preço ocorrem, conforme seja à distância e preços de frete que se agregam no preço final dos resíduos de embalagens longa vida.

Em comparação com a venda dos resíduos de papel e papelão, verificou-se que a diferença de preço existente da saída dos resíduos de embalagens longa vida dos Centros de Triagem, para a entrada destes resíduos nas recicladoras, são bem menores do que as diferenças de preço praticadas para os resíduos de papel e papelão. Portanto, acredita-se que fatores como a baixa eficiência do processo de separação das fibras das embalagens longa vida, além da existência de camadas de plástico e alumínio, que não possuem aproveitamento por parte dos recicladores de papel contribuem na realização de preços menores, o que acarreta em menores margens para os próprios intermediários.

# 7. A RECICLAGEM DAS EMBALAGENS CARTONADAS LONGA VIDA NO BRASIL

Depois de separadas e enfardadas, as embalagens longa vida devem sofrer o processo de transformação para que possam ser reutilizadas.

Portanto, o capítulo em questão visa apresentar os processos de reciclagem utilizados no Brasil até a data da pesquisa, colocando alguns resultados de sucesso e alguns insucessos em relação ao reaproveitamento das embalagens cartonadas longa vida.

## 7.1 O Processo de Prensagem

Atualmente, no Brasil, as embalagens longa vida pós-consumo são reutilizadas somente pelo processo de reciclagem das fibras. Porém, deve-se destacar que na cidade de Monte Mor já é utilizado o processo de prensagem, que se difere do processo de reciclagem das fibras (Cempre, 1994). Porém este processo somente utiliza como matéria-prima os resíduos de embalagem longa vida pós-industrial, pois limitantes como umidade e sujeira são vitais na utilização deste processo. Portanto, as embalagens pós-consumo que chegam aos recicladores em níveis de sujeira muito grande, torna-se um grande problema a fim de que se possa viabilizar tecnologicamente a utilização do processo de prensagem como uma opção de reciclagem pós-consumo, também.

Em conversa realizada com funcionário da Empresa Tetra Pak do Brasil da área de meio ambiente, foi explicado que as embalagens cartonadas longa vida pós-consumo por embalarem alimentos como sucos, leite, maionese e molhos; deveriam sofrer um processo de extrema limpeza e após isto deveria ter-se o cuidado de secá-las completamente. Este cuidado se faz necessário, pois a umidade nas embalagens ocasiona a formação de bolhas ao se realizar a prensagem em altas temperaturas. Portanto, para que o processo de prensagem torne-se uma alternativa de reciclagem para estas embalagens, seria necessária a inclusão de um processo de limpeza e de um processo de secagem totalmente eficiente. Estas incorporações ao processo, a fim de viabilizá-lo para a realização da reciclagem das embalagens longa vida pós-consumo, elevaria o custo de investimento e de processo.

Portanto, nota-se que, diferentemente dos resíduos pós-industriais das embalagens longa vida, o resíduo pós-consumo teria custos incorporados, criando um desinteresse do mercado de reciclagem por estes resíduos. Outro fato a ser considerado refere-se à margem de lucro existente na comercialização de embalagens longa vida pós-consumo. Por trabalhar-se com uma margem de lucro um pouco restrita, o encarecimento do processo causaria uma elevação no preço de venda. Assim, segundo Anuatti (1997), ocorreria um descasamento entre a oferta e demanda pela existência de imperfeições no sistema de preços que surgiriam pela diferença entre o investimento efetivamente realizado e o projeto viável. Logo, processos de reutilização do resíduo das embalagens longa vida pós-consumo, como o de reciclagem das fibras de papel das embalagens longa vida, que apresenta um custo menor de processo e demanda solidificada seriam priorizados pelo mercado.

### 7.2 Reciclagem das Fibras de Papel

Recicladora de fibras de papel são as empresas que compram as embalagens longa vida pós-consumo e separam as fibras de papel dos outros dois materiais restantes: plástico e alumínio. No Brasil, atualmente, existem somente três recicladoras, sendo que nenhuma delas situa-se no Estado do Rio Grande do Sul, pois duas delas se encontram no Estado de São Paulo e a terceira no Estado do Paraná.

Além destas três recicladoras, as Indústrias Novacki S.A. e a Bruno Biagioni fizeram tentativas ou experiências com as embalagens cartonadas longa vida, a fim de obter condições de reciclá-las.

As Indústrias Novacki S.A., localizada na cidade de Porto União no Estado de Santa Catarina, foi identificada como uma possível recicladora. A empresa já adquiriu as embalagens longa vida separadas pelos Centros de Triagem de Porto Alegre. Porém, numa breve conversa com funcionário desta empresa, verificou-se que as quantidades adquiridas foram utilizadas com o objetivo de testar a possibilidade de reciclá-las, o que não se concretizou.

A segunda empresa que começou reciclando as embalagens e posteriormente desistiu de realizar este processo é a Bruno Biagioni. Esta empresa localiza-se na cidade de

Tietê no Estado de São Paulo. Diferentemente da Novacki, esta recicladora foi identificada pela própria Tetra Pak. No contato realizado com o Diretor Presidente da empresa, este colocou que a Bruno Biagioni não estaria mais reciclando estas embalagens, pois o subproduto (plástico e alumínio) obtido do processo de reciclagem não tinha uma destinação certa. Assim, como este resíduo acabou se acumulando, o processo foi paralisado até conseguir um destino para o grande volume de plástico e alumínio gerado até então.

As três empresas recicladoras são a Indústrias Klabin S.A. localizada em Piracicaba-SP, a Rio Pardo Indústrias de Papel e Celulose Ltda. localizada em Santa Rosa de Viterbo-SP e a Santa Clara Papéis localizada em Candói-PR. Estas empresas reciclam tanto embalagens longa vida pós-consumo, como as embalagens longa vida pós-industriais.

A descrição de cada uma das indústrias será realizada em separado, pois se pretende destacar tanto as características do processo de cada uma destas empresas, como também a particularidade dos dados levantados nas visitas realizadas. Os elementos de viabilidade tecnológica e econômica da reciclagem das embalagens longa vida de cada uma das indústrias estão descritos nas seções abaixo.

### 7.2.1. Indústria Klabin S.A. – Unidade Piracicaba

A unidade de Piracicaba das Indústrias Klabin S.A., localizada na avenida Cristóvão Colombo, 2307, tem como produto final papéis para caixa de papelão ondulado. A iniciativa de utilizar as embalagens cartonadas longa vida como uma das matérias-primas na produção do papelão ondulado iniciou-se através de um convênio firmado entre a própria Tetra Pak e a Klabin. Este convênio tinha como objetivo sanar o problema, que a Tetra Pak do Brasil enfrentava com a geração dos resíduos pós-industriais. Assim, a Klabin, por ser a fornecedora de papel das embalagens cartonadas longa vida, e, por possuir uma ótima relação comercial com esta empresa, acabou, por intermédio deste convênio, incorporando ao seu processo de reciclagem de papel, as embalagens longa vida como uma das matérias-primas.

No convênio estabelecido, a Klabin recebia sem nenhum ônus as embalagens longa vida pós-industriais, separando as fibras de papel e devolvendo para a Tetra Pak a porção

de plástico/alumínio das embalagens. Para tanto, a unidade de Piracicaba das Indústrias Klabin investiu cerca de R$ 2.000.000,00 na implantação de uma planta de reciclagem das fibras de papel das embalagens longa vida.

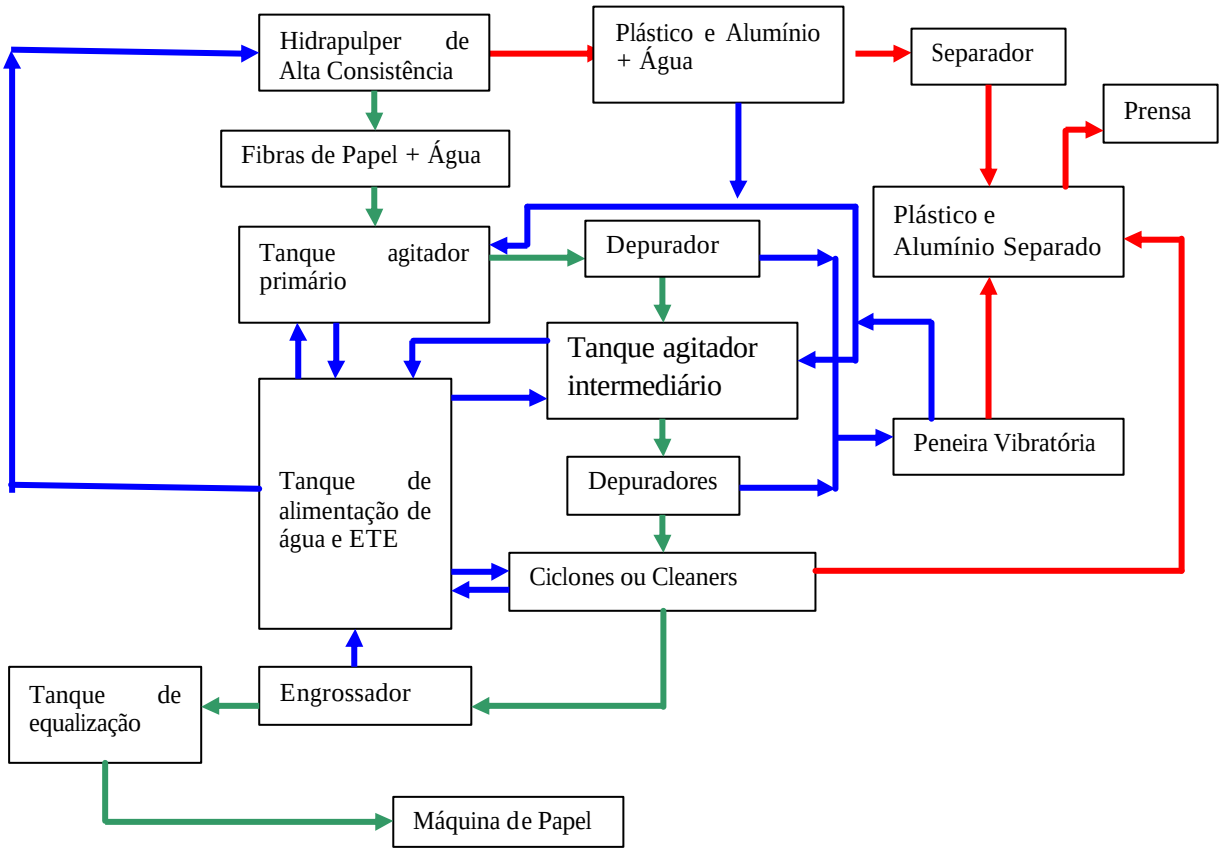
Para realizar o processo de separação das fibras de papel das embalagens longa vida pós-industriais e, em pequeníssima porção, as embalagens pós-consumo, a Klabin implantou uma linha de produção própria com capacidade para 50 toneladas por dia. Os equipamentos inseridos nesta linha de produção possuem exclusividade no processo e separação das fibras de papel provenientes de embalagens longa vida. Segundo o chefe de produção: Sérgio Fagionato, a implantação da planta de reciclagem das fibras de papel, das embalagens cartonadas longa vida, tinha como objetivo inicial à realização de testes no intuito de descobrir quais são os melhores parâmetros de processo para se realizar a separação das fibras de papel do plástico e do alumínio.

Em visita realizada a empresa, na cidade de Piracicaba, pode-se verificar as etapas de processo da planta de reciclagem de embalagens cartonadas longa vida. Comparando-se com as plantas de reciclagem de papel existentes nesta mesma fábrica, verificou-se que o processo de reciclagem do papel assemelha-se em muito com o processo de reciclagem das fibras de papel das embalagens longa vida. As diferenças, em termos de equipamentos, encontram-se na etapa de desagregação das fibras de papel. A necessidade de inclusão de um separador e uma prensa no processo de desagregação, deve-se a formação de um sobrenadante composto de plástico e alumínio. Esse sobrenadante deve ser retirado do equipamento de desagregação (hidrapulper) e destinado para o separador, a fim de retirar a grande quantidade de água que se separa junto e, após isso, este resíduo é prensado e enfardado.

A diferença de parâmetros do processo de reciclagem do papel para o processo de reciclagem utilizado para as embalagens longa vida ocorre devido à natureza multicamada das embalagens. Para que não ocorra a contaminação das fibras de papel por parte do alumínio e do plástico, a desagregação deve ser trabalhada de modo que se atinjam variáveis de processo sem repercutir numa desagregação do plástico e do alumínio, que, conseqüentemente tornariam a separação mais trabalhosa.

Para que se possa entender o processo de separação das fibras de papel e para poder compará-lo ao processo de reciclagem do resíduo de papel, é importante analisar o diagrama do processo realizado na Klabin, demonstrado Figura 9. Para maior detalhamento dos equipamentos e do processo aconselha-se uma análise deste mesmo desenho no Anexo 6.

Neste diagrama pode-se perceber que a saída de água do hidrapulper é dividida em dois fluxos: o fluxo verde e o fluxo vermelho. O fluxo verde representa a massa de papel separada do processo, enquanto o fluxo vermelho representa o plástico e o alumínio separado dessas embalagens. Portanto, a diferença de uma recicladora de papel da recicladora apresentada no diagrama são o separador e a prensa. Além disso, para fim de entendimento, os fluxos em azul representam, somente as partes do processo que necessitam da inclusão de água.




Fonte: Indústrias Klabin S.A.

Figura 9: Diagrama Esquemático da planta de reciclagem das fibras de papel das embalagens longa vida situada na unidade de Piracicaba das Indústrias Klabin.

Somado a esses dois equipamentos, poderia se pensar na contribuição das peneiras vibratórias, porém estas também participam do processo de reciclagem do papel normal. As peneiras vibratórias atuam de maneira a separar da massa de papel, outros infectantes de baixa granulometria (pedaços de plástico em geral e isopor) provenientes da separação realizada pelos depuradores. Esses “corpos estranhos” acabam sendo incluídos na alimentação do processo junto com o papel. No caso do processo de separação das fibras de papel das embalagens longa vida, particularmente, o processo de desagregação das fibras pode ocasionar, a desagregação de algumas frações do resíduo plástico/alumínio, que então seriam retirados nesta etapa.

Nota-se que os ciclones ou cleaners ainda separam uma parte do resíduo de plástico/alumínio de baixa granulometria. Isso ocorre porque esses equipamentos têm como objetivo realizar uma separação gravitacional. Portanto, materiais como a areia e o próprio resíduo acabam sendo separados nesta etapa de processo.

Em termos de custos, o processo de separação das fibras de papel das embalagens cartonadas longa vida, por ser realizado num hidrapulper de alta consistência (15% de massa para 85% de água), acaba consumindo menos água que o processo de reciclagem do papel, que é realizado em hidrapulpers de baixa consistência (5% e massa para 95% de água). Porém, como as bombas, que puxam o fluido de um equipamento para o outro, devem operar com um fluido de consistência de 0,9%, para não ocorrer entupimento, o gasto de água para os dois processos acabam equivalendo-se.

Em relação ao gasto de energia, existe um diferencial. Como as embalagens cartonadas longa vida precisam ser desagregadas em hidrapulpers de alta consistência seu consumo energético acaba sendo maior que a desagregação em baixa consistência. Chega-se a essa conclusão ao verificar que o processo de alta consistência trabalha com hidrapulper de 450 cv, enquanto que a reciclagem de papel trabalha com um 250cv. Além disso, deve-se adicionar o gasto energético do separador e da prensa para o processo de separação das fibras de papel das embalagens cartonadas longa vida.

Outro fator a ser destacado refere-se à eficiência de obtenção das fibras de papel nos dois processos. Conforme o chefe de produção, Sr. Sérgio Fagionato, a massa de papel proveniente das embalagens cartonadas longa vida possuem uma eficiência em torno de

68%. Essa baixa eficiência se explica pela presença do alumínio e do plástico, que participam com 25% da embalagem, logo a verdadeira eficiência seria de 91%[13] de fibras de papel reaproveitada. No processo padrão de reciclagem de papel obtém-se índices em torno de 98 a 99%, número superior a eficiência obtida com as embalagens cartonadas longa vida.

Segundo o chefe de produção, a Klabin utiliza na planta de reciclagem das embalagens cartonadas longa vida três funcionários a mais que o número utilizado no processo de reciclagem do papel normal. A necessidade ocorre pela inclusão do processamento do plástico e do alumínio, que se desenvolve paralelo ao processamento da massa de papel. Neste caso, a necessidade seria de um funcionário trabalhando no processo e dois funcionários trabalhando na separação dos rejeitos (plástico e alumínio).

A massa de papel, depois de passar pelo tanque de equalização é direcionada para máquina de papel. A partir desta etapa, o processo torna-se comum, tanto para as fibras provenientes da planta mostrada na Figura 9, como para as fibras provenientes do processo de reciclagem do papel normal.

Portanto, depois de analisar a planta de reciclagem das embalagens cartonadas longa vida, pode-se verificar as seguintes diferenças em relação ao processo de reciclagem do papel.

Quadro 3: Diferenças existentes entre os processo de reciclagem das embalagens cartonadas longa vida e do papel normal verificados na unidade de Piracicaba da empresa Klabin

| *Aparelho/Parâmetro* | *Reciclagem Tetra Pak* | *Reciclagem Papel* |
|---|---|---|
| Hidrapulper | Alta Consistência (15%) | Baixa Consistência (4,5 a 5%) |
| Potência Hidrapulper | 450 cv | 250 cv |
| Eficiência | 68% | 98-99% |
| Separação de rejeitos | Peneiras vibratórias, separador e prensa | Peneiras vibratórias |
| Funcionários | 12 | 09 |

Fonte: Indústrias Klabin S.A.

[13] Como somente 75% da embalagem é composta de papel, obtém-se uma eficiência de 68/75, chegando-se ao resultado de 91% de papel reaproveitado no processo.

Para termos de complementação das informações do processo, o hidrapulper utilizado na planta de separação das fibras de papel das embalagens cartonadas longa vida, tem um volume de $23m^3$. Quanto ao processo de batelada, o tempo suficiente de desagregação das fibras e de separação do plástico e do alumínio fica em torno de quinze minutos por batelada. Tais parâmetros são variáveis, tanto para a reciclagem do papel como para as embalagens longa vida.

### 7.2.2. Rio Pardo Indústrias de Papéis e Celulose Ltda.

A empresa de papéis e celulose Rio Pardo Ltda. também possui como produto final o papelão ondulado, além é claro da fabricação de celulose, porém esta tem como matéria-prima à fibra da cana-de-açúcar. Instalada ao lado de uma usina açucareira, a Rio Pardo surgiu pela necessidade de tratamento dos resíduos da cana-de-açúcar provenientes dessa usina. Todavia, atualmente, toda a matéria-prima utilizada pela fabricação de celulose provém de outras usinas.

Por questões de mercado, a Rio Pardo entrou no comércio de reciclagem de papéis. Dentre os resíduos de papel, a embalagem longa vida tornou-se uma das matérias-primas utilizada no processo de reciclagem, por apresentar um resíduo que possui fibras de papel de ótima qualidade.

Assim como a Klabin, a Rio Pardo também recicla embalagens longa vida pós-industriais, porém a Rio Pardo paga pela obtenção das embalagens com o intuito de aproveitamento das fibras de papel. A empresa paga R$ 70,00 por tonelada de resíduo de embalagem Tetra Pak, pós-industrial ou pós-consumo, entregue na fábrica e R$ 50,00 pela carga de embalagens cartonadas longa vida que a própria Rio Pardo transporta. Estes valores são definidos pela própria Rio Pardo. Existe uma grande diferença entre os preços pagos pelas embalagens longa vida com os preços dos resíduos de papel que são comprados por R$ 150,00 a tonelada. Isto se explica devido a baixa eficiência na obtenção das fibras de papel nas embalagens longa vida e ao fato de que ainda não existe mercado para os resíduos de plástico e alumínio.

Diferentemente da Klabin, o processo de separação das fibras de papel das embalagens longa vida é realizado juntamente com o processo de reciclagem do papel, não

ocorrendo nenhuma separação em termos de planta ou matéria-prima. Portanto, os equipamentos utilizados em um dos processos de reciclagem são os mesmos utilizados para o outro processo. A empresa simplesmente agrega as embalagens longa vida no processo juntamente com os resíduos de papel na alimentação do hidrapulper, utilizando 15% das embalagens na receita[14] de produção. Contudo é importante ressaltar que a Rio Pardo só utiliza um dos seus dois hidrapulpers para realizar a hidratação e desagregação das fibras de papel dos demais componentes ou resíduos incorporados na alimentação. A utilização de somente um dos hidrapulpers explica-se pelo fato do mesmo estar ligado a única linha de processo preparada para o recebimento do resíduo de plástico e alumínio que são separados posteriormente pelos depuradores.

Em conversa realizada com o responsável pelo setor de compras, Sr. José Fernandes, este colocou que não houve qualquer investimento em termos de equipamentos no processo e reciclagem. Porém, observou-se que, como os depuradores separavam uma quantidade muito grande de plástico e alumínio (sobrenadante), houve a necessidade de incorporar uma prensa para o enfardamento destes resíduos que, no caso da Rio Pardo, já possuía uma destinação. Todo o volume de alumínio e plástico separado das embalagens cartonadas longa vida pela Rio Pardo é destinado para a empresa Nipon, sem nenhum custo ou renda. A obtenção destas embalagens por esta empresa e o processo utilizado para o reaproveitamento do plástico e do alumínio proveniente dos resíduos de embalagens cartonadas longa vida, será apresentado mais adiante na seção 6.3.1. Cabe destacar que, anteriormente a esta destinação, a Rio Pardo, quando iniciou a reciclagem das embalagens cartonadas longa vida, utilizou esse resíduo como fonte de energia nas caldeiras. No entanto, este tipo de utilização, teve de ser cancelado, pois este material estava se depositando no equipamento e entupindo os bicos de queima. Excetuando o resíduo de plástico e alumínio proveniente das embalagens longa vida, os demais resíduos de grande granulometria são destinados para aterros.

Em outubro de 2000, a Rio Pardo reciclou cerca de 300 toneladas de embalagens cartonadas longa vida, sendo que apenas 15% destas embalagens eram pós-consumo, ou seja, cerca de 255 toneladas das embalagens cartonadas longa vida, provinham diretamente

[14] Receita de Produção refere-se às proporções de insumos e matérias-primas que devem ser adicionadas em cada batelada do processo de reciclagem.

da empresa Tetra Pak como resíduo pós-industrial. O Sr. José Fernandes destacou que houve períodos em que a Tetra Pak chegou a produzir 100 a 150 toneladas de resíduo pós-industrial por semana.

O entrevistado destacou que a entrega das embalagens pós-consumo ainda não está aprimorada, existem problemas de sazonalidade, e que essas embalagens, quando estocadas por muito tempo, geram mau cheiro e a infestação de moscas e bichos. Em relação as embalagens pós-industriais, o problema estava na forma como o resíduo era entregue. A Tetra Pak vendia o resíduo em forma de bobinas, o que dificultava a hidratação e desagregação das fibras. O problema foi resolvido, quando a própria Tetra Pak passou a entregar este resíduo picotado.

O processo de hidratação e desagregação das fibras de papel foi mantido da mesma forma. A Rio Pardo utiliza hidrapulpers de baixa consistência e com alta potência (400cv). No entanto, por utilizar uma desagregação em baixa consistência as camadas de plástico e alumínio acabam sofrendo, também, uma desagregação. Assim, toda a fração de plástico e alumínio é separada nos depuradores. Portanto, teve de ser dirigida uma atenção maior na fase da limpeza das fibras de papel.

Em relação às vantagens e desvantagens de utilizar estas embalagens como matéria-prima no processamento do papelão ondulado, o Sr. José Fernandes destacou que essas embalagens possuem o inconveniente do alto volume de resíduos gerados e as condições de sujeira em que chegam as embalagens pós-consumo, porém as embalagens cartonadas longa vida começam a ter uma grande demanda pelos recicladores pela ótima qualidade das fibras de papel encontradas.

Quadro 4: Equipamentos e o processo de reciclagem de fibras de papel da empresa Rio Pardo

| *Parâmetro/Equipamento* | *Processo Rio Pardo* |
|---|---|
| Hidrapulper | Baixa Consistência (5% e 400cv) |
| Produção embalagem Tetra Pak | 300 toneladas/mês (15% pós-consumo) |
| Custo da matéria-prima | R$ 50,00 ou 70,00 (Tetra Pak) e R$ 150,00 (papel) |

Fonte: Rio Pardo papéis e celulose Ltda.

Depois de realizada a visita na fábrica pode-se verificar a similaridade do processamento das embalagens cartonadas longa vida em relação ao processo de

reciclagem do papel. Os parâmetros do processo de reciclagem da Rio Pardo observados estão colocados no Quadro 4.

### 7.2.3. Santa Clara Indústria de Pastas e Papéis Ltda.

Esta unidade da Santa Clara Papéis está localizada na Fazenda Rodeio Velho, nas proximidades da estância águas de Santa Clara, município de Candói no Estado do Paraná. Sendo a mais nova das plantas do grupo Santa Clara Papéis, a unidade de Candói foi ampliada em 1988 e agora fabrica papel utilizando no processamento somente papel reciclado. Desde 1999, a empresa começou a utilizar as embalagens longa vida como uma das matérias-primas, sendo que, diferentemente das outras duas recicladoras já comentadas, a Santa Clara utiliza embalagens pós-consumo na mesma proporção que as embalagens pós-industriais. E, segundo o Gerente dessa unidade, a proporção de embalagens pós-consumo não é maior por falta de oferta deste produto.

Os produtos finais da empresa são as bobinas de papelão que são utilizadas para a fabricação de: barricas, cantoneiras , colméias, pastas suspensas, tubos, tubetes, caixas de micro ondulados, cartuchos, conicais, sacolas e tubolatas, conforme pôde-se observar na Figura 10. Dentre os produtos citados, o papelão produzido pela Santa Clara é mais utilizado na fabricação dos tubetes.

Fonte: Santa Clara Indústria de Pastas e Papéis Ltda.

Figura 10: Produtos fabricados a partir do papelão em folha e/ou bobina produzido pela Santa Clara

Em relação à produção, a Santa Clara possui uma capacidade de 1600 toneladas por mês. Sendo que as embalagens longa vida contribuem em média com cerca de 500

toneladas/mês, conforme pode se observar na Tabela 15. Porém, por possuírem uma eficiência em torno de 60%, apenas 300 toneladas destas embalagens farão parte do produto final.

Tabela 15: Consumo de embalagens longa vida da Santa Clara Papéis na unidade de Candói no ano de 2000.

| Embalagens Cartonadas longa vida | | |
|---|---|---|
| Mês | Pós-industriais (toneladas) | Pós-consumo(toneladas) |
| Janeiro | 573,40 | |
| Fevereiro | 507,99 | |
| Março | 703,96 | |
| Abril | 612,91 | |
| Maio | 219,12 | 272,38 |
| Junho | 284,85 | 224,95 |
| Julho | 181,85 | 215,84 |
| Agosto | 216,71 | 288,02 |
| Setembro | 92,55 | 167,05 |
| Outubro | 67,01 | 344,07 |
| Total | 4972,66 (média mensal = 497,27) | |

Fonte: Santa Clara Indústria de Pastas e Papéis Ltda.

É importante destacar que existem diferenças entre as fibras de papel retiradas das embalagens pós-consumo e as fibras de papel retiradas das embalagens pós-industriais. Em testes realizados, laboratório da empresa, verificou-se que as fibras provenientes das embalagens pós-consumo apresentavam características inferiores às fibras provenientes de embalagens pós-industriais. A hipótese levantada nesse caso, pela empresa, seria a influência de bactérias ou microorganismos que prejudicariam a qualidade dessas fibras, pois as embalagens longa vida pós-consumo chegam à empresa num estado avançado de sujeira e mau cheiro.

As embalagens longa vida pós-consumo são fornecidas tanto por intermediários como pelas próprias prefeituras e as embalagens pós-industriais que são enviadas diretamente pela Tetra Pak. Os preços de obtenção desse material oscilam em torno de R$ 80,00 a R$ 90,00, por tonelada, ficando muito abaixo do preço que a empresa Santa Clara paga pelo papel misto pós-consumo, para o qual é pago R$ 180,00 por tonelada.

Apesar de trabalhar com um grande volume de embalagens cartonadas longa vida, o gerente da Unidade, destacou que a empresa Tetra Pak em nenhum momento auxiliou a empresa no intuito de encontrar soluções ou viabilidade para os problemas encontrados no processo de reciclagem dessas embalagens. O gerente destacou que a reciclagem das embalagens longa vida seria facilitada se elas chegassem mais limpas nas recicladoras. Segundo ele, a quantidade de embalagens pós-consumo reciclada ainda é ínfima em comparação com o volume total de embalagens consumidas no Brasil. Assim, o entrevistado enfatizou que a Tetra Pak deveria investir mais em iniciativas que tragam melhores soluções para o problema e, também, incentivar financeiramente os pequenos empresários que estão dispostos a investir neste mercado de reciclagem de embalagens longa vida.

Como o processo de reciclagem das embalagens longa vida não possui uma boa eficiência, pois gera um volume muito alto de resíduos de plástico e alumínio. Ao se analisar o volume médio de embalagens consumido pela empresa, verifica-se que cerca de 200 toneladas, das 500 toneladas consumidas, tornam-se resíduos, sendo que dessas 200 toneladas cerca de 75 toneladas são fibras de papel. Porém, assim como a Rio Pardo, a Santa Clara destina esse resíduo para a empresa Nipon, não tendo nenhum custo ou renda referente a essa comercialização. No entanto, o gerente enfatizou que existe um gasto de processamento para poder viabilizar esta separação e destinação. A fim de obter um material praticamente seco e enfardado foi necessário a contratação de 3 novos funcionários, além do investimento em equipamentos como uma prensa, um tanque de separação e uma peneira giratória.

Outro fato importante de se ressaltar se refere a essa destinação final do resíduo de plástico e alumínio. A entrega desse material (plástico e alumínio) para a empresa Nipon iniciou no ano 2000. Antes disso, a empresa não possuía uma destinação e muito menos uma demanda para este material, sendo que em algumas oportunidades a Santa Clara chegou a oferecer o material de graça e propondo-se a pagar o transporte deste resíduo. Mesmo assim não surgiu nenhum interessado. Não tendo alternativas para o aproveitamento ou destino desse resíduo, a empresa resolveu construir um aterro para dar um destino aos resíduos de plástico e alumínio gerado pelo processo.

Em visita ao aterro, observou-se um volume de resíduo (material já depositado) estimado em torno de 2000 a 2500 $m^3$ acumulados desde 1999. A empresa diante desse alto volume de resíduo e sem espaço para ampliar esse aterro, viu-se na condição de, futuramente, ter de parar de reciclar as embalagens longa vida. Assim, a Santa Clara comunicou para a Tetra Pak que, se não houvesse uma solução melhor para o resíduo de plástico e alumínio, a empresa não mais reciclaria as embalagens longa vida. Diante desse problema, a Tetra Pak, indicou a empresa Nipon como uma provável interessada neste resíduo, interesse que acabou se consumando. Quando questionado sobre a possibilidade de utilização dos resíduos de plástico e alumínio como fonte de energia para a caldeira, o entrevistado informou que isto só seria possível se houvesse a compra de uma caldeira especial para este tipo de queima, o que significaria um investimento muito alto.

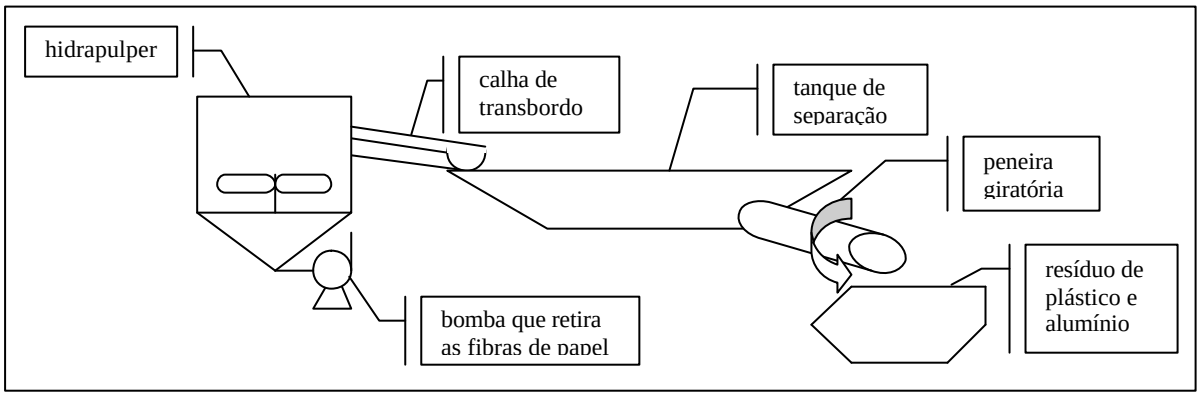



Figura 11: Processo utilizado pela Santa Clara para a separação do resíduo de plástico e alumínio das embalagens longa vida

Da mesma forma que a Rio Pardo e, diferentemente da Klabin, a Santa Clara não possui um processo exclusivo para a separação das fibras das embalagens longa vida. O processo de reciclagem das embalagens longa vida acaba se confundindo com o processo de reciclagem do papel misto. Na visita realizada à Santa Clara observou-se que era utilizada no processo de produção, uma porcentagem de embalagens longa vida, e em outros casos, o processo possuía a totalidade dessas embalagens. Porém, para que ocorresse a viabilização da reciclagem das embalagens longa vida no processo da Santa Clara foi necessário realizar investimentos para que fosse possível a compatibilidade do processo de separação das fibras dessas embalagens com o processo de desagregação das fibras de papel misto.

Para viabilizar a separação das fibras de papel dos resíduos de plástico e alumínio implantou-se junto ao hidrapulper uma calha que, através de processo de transbordo, conduz os resíduos de plástico e alumínio para um tanque de separação, conforme é demonstrado na Figura 11. Cabe destacar que o processo de transbordo ocorre posteriormente ao processo de retirada das fibras de papel que, por gravidade, se depositam no fundo e então são bombeadas para as demais etapas do processo de reciclagem, que ocorre logo após o encerramento da desagregação das fibras em relação ao plástico e alumínio. Acredita-se que esse curto tempo de deposição ajude na baixa eficiência de obtenção das fibras de papel (60%) no processo de reciclagem das embalagens longa vida.

O processo da Santa Clara compõe-se de dois hidrapulpers, onde ambos possuem uma calha que se conecta ao tanque de separação. Dessa maneira, o processo de separação das fibras das embalagens longa vida pode ser realizado em qualquer um dos dois equipamentos. Em relação aos seus parâmetros os hidrapulpers são de 16 e 12 $m^3$, sendo que o maior possui uma potência de 200 HP e o menor 150 HP. Em relação à concentração de fibras de papel, a Santa Clara trabalha da mesma maneira que a Rio Pardo, ou seja, em baixa consistência. Apesar disto os resíduos de plástico e alumínio não sofrem uma forte desagregação. Assim, os resíduos são praticamente separados no transbordo, não se observando uma formação significativa desses resíduos nas etapas de depuração e separação por ciclones.

O consumo de água praticamente se equivale, tanto no processo de reciclagem do papel misto, quanto no processo de reciclagem das embalagens longa vida. Esse consumo é semelhante devido a condução da massa de papel de um equipamento para outro ser realizada pelas bombas, que necessitam de uma diluição a 2%, independente do processo.

Portanto, na visita realizada à fábrica de papéis Santa Clara, pode-se verificar em detalhes o processo de separação das fibras de papel das embalagens longa vida, conforme é demonstrado no Quadro 5.

Quadro 5: Parâmetros dos equipamentos e do processo de reciclagem de fibras de papel da empresa Santa Clara

| *Parâmetro/Equipamento* | *Processo Santa Clara* |
|---|---|
| Hidrapulpers | Baixa Consistência (5% e 200/150 HP) |
| Volume Hidrapulpers | 16 e 12 $m^3$ |

| | |
|---|---|
| Produção embalagem Tetra Pak | 500 toneladas/mês (50% pós-consumo) |
| Concentração de massa de papel | Hidrapulper (4 a 5%) e Bombeamento (2%) |
| Eficiência | 60% do total de matéria-prima |
| Custo da matéria-prima | R$ 80,00 a 90,00 (Tetra Pak) e R$180,00 (papel misto) |

Fonte: Santa Clara Indústria de Pastas e Papéis Ltda.

### 7.2.4. O Processo e os Custos de uma Indústria de Papel

Além dos dados levantados nas visitas realizadas nas três recicladoras de papéis, obteve-se junto a Klabin Riocell de Guaíba e a Klabin Fabricadora de Papel e Celulose de Telêmaco Borba –PR, dados referentes aos custos de algumas etapas do processo de fabricação do papel. Ressalta-se que os dados apesar de não apresentarem os custos reais do processo de reciclagem das embalagens cartonadas longa vida, os mesmos apresentam valores representativos para uma análise econômica do processo de reciclagem das embalagens longa vida.

Os dados levantados, além de ajudarem em estimativas econômicas de viabilidade, são importantes, também, em análises comparativas do processo de produção do papel proveniente de matéria-prima virgem (madeira) e do processo proveniente de papel reciclado.

A fábrica de papel Klabin Riocell produz papel offset imprimir e escrever, enquanto que a Klabin de Telêmaco Borba produz o papel cartão, o qual será utilizado na fabricação das embalagens longa vida. Os dados apresentados no Quadro 6 permitem a estimativa de custos e uma provável análise de viabilidade econômica do processo reciclagem de embalagens cartonadas longa vida. Coloca-se isto, pois variáveis como o consumo de água e gasto energético na etapa de limpeza são semelhantes, tanto no processo de reciclagem do papel comum, como no processo de reciclagem das fibras das embalagens longa vida.

Quadro 6: Dados e custos do processo de fabricação de papel

| Klabin Riocell – Papel Offset Imprimir Escrever | | Klabin Telêmaco Borba/PR - Papel Cartão | |
|---|---|---|---|
| Processo | Variável | Processo | Variável |
| Consumo de água | 28 $m^3$/t papel | Consumo de água | 40 $m^3$/t papel |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tratamento de Efluentes | R$ 325,00 (10t/DQO) | Tratamento de Efluentes | R$ 0,07/ $m^3$ de efluente |
| Custo das matérias-primas (celulose + produtos químicos) | U$ 474,6/t papel | Custo das matérias-primas | Não disponível |
| Energia consumida | 611,5 MW/t papel | Energia consumida | 1 MW/t papel e 5 t vapor/ t papel |

Fonte: Klabin Riocell S/A e Klabin Fabricadora de Celulose e Papel S/A

### 7.3 Processo de Incineração

Diante do problema enfrentado com a destinação do volume de resíduos de plástico e alumínio, as recicladoras de papel, procuraram, através de testes de incineração e reaproveitamento de energia desses resíduos, solucionar esse problema. Porém, as soluções procuradas não tiveram sucesso.

Como já foi comentada na seção 6.2.2, a empresa Rio Pardo utilizou esse resíduo como combustível na sua caldeira, tendo posteriormente, o veto dos técnicos por questões de sujeira e entupimento.

A empresa Santa Clara deparando-se com o problema provocado pela formação do alto volume de resíduos, efetivou a minimização deste pelo processo de queima. No entanto, como esse resíduo era queimado depois de prensado e enfardado, ao ser realizado a queima dos fardos não se obtinha uma diminuição de volume relevante, pelo menos no aspecto visual. Portanto, como não se obtinha um reaproveitamento de energia deste resíduo de plástico e alumínio e, a tentativa de minimização do volume dos fardos não atingiu o resultado esperado, a Santa Clara desistiu da realização desse processo de queima.

Sem soluções para o resíduo de plástico e alumínio, duas das três empresas visitadas estão enviando esses resíduos para a empresa Nipon, localizada na cidade de São Paulo.

### 7.3.1. Empresa Nipon

Nas entrevistas realizadas nas empresas Santa Clara e Rio Pardo foi obtida a informação de que os resíduos de plástico e alumínio gerados por estas duas empresas era remetido para a Empresa Nipon.

Decidiu-se então realizar uma entrevista com o responsável pela produção da Empresa Nipon, com o objetivo de identificar alguns aspectos tecnológicos e econômicos do processo de reaproveitamento do resíduo de plástico e alumínio utilizado pela empresa.

O entrevistado informou que as recicladoras de papel doam os resíduos de plástico e alumínio ficando o frete, que custa entre R$ 15,00 e R$ 20,00 a tonelada, por conta da Empresa Nipon. A Nipon após receber este resíduo através do processo de incineração, consegue aproveitar somente a fração de alumínio, ou seja, 20% do resíduo total. Nesse processo de incineração o poder energético gerado não está tendo nenhum aproveitamento. O produto final, portanto, é o alumínio parcialmente oxidado. Este alumínio é vendido para siderúrgicas pelo preço de R$ 0,50 a 0,55 o quilo. Segundo o responsável da produção, a intenção da Nipon é de poder obter um aproveitamento parcial da fração de plástico, pois somente à parte de alumínio não está viabilizando o processo. Portanto, segundo o entrevistado, se não for encontrada uma forma para o reaproveitamento do plástico, ocorrerá o cancelamento desse processo de queima.

Portanto, todo o resíduo separado das empresas Rio Pardo e Santa Clara, que totalizam algo em torno de 200 toneladas mensais, estão sendo queimados. O aproveitamento fica na margem dos 20%, ou seja, somente as 40 toneladas de alumínio acabam gerando uma receita de mais ou menos R$ 20.000,00 a R$ 22.000,00. Como a empresa já gasta cerca de R$ 3.000,00 a R$ 4.000,00 com transporte de resíduos, restariam R$ 16.000,00 a R$ 19.000,00 para cobrir os demais custos de produção. Contudo, custos com funcionários e de energia não puderam ser levantados para poder qualificar com maior precisão a viabilidade de tal investimento.

## 7.4 Projeto TECPAR

Como já foi comentado anteriormente na seção 3.2.1, a TECPAR está iniciando um projeto de reciclagem das embalagens longa vida. O processo é inédito, existe apenas um

projeto-piloto na Colômbia para baixa produção. A tecnologia que é bastante simples , baseia-se em uma fórmula bioquímica: um insumo líquido não tóxico. Segundo o grupo colombiano Medio Ambiente, esse insumo não gera resíduos, sendo desenvolvido pela empresa colombiana em conjunto com a Fundação Zeri Internacional (SETI, 2000).

A estimativa de início do processo era para março de 2001, sendo que o processo será implantado num barracão de 2840 metros quadrados, com o custo total de implementação de R$ 513 mil (infra-estrutura e insumos necessários). A iniciativa da TECPAR tem a parceria da Prefeitura de Curitiba e de entidades estatais. A proposta inicial é de reciclar três toneladas por turno, sendo que no start-up da planta, a mesma só irá operar um turno por dia. Em relação à oferta de embalagens longa vida pós-consumo, a cidade de Curitiba, através da sua coleta seletiva, possui quantidade suficiente para suprir a demanda inicial desta planta. No ano de 2000, Curitiba recolheu cerca de 30 toneladas de embalagens longa vida pós-consumo por mês.

Segundo o grupo colombiano, o sistema de reciclagem desenvolvido melhora o aproveitamento econômico das embalagens, pois apresenta um baixo consumo de energia. Em relação ao insumo bioquímico, estima-se que o processo necessita apenas de 10 litros mensais, com um custo de U$ 1,5 o litro. O líquido utilizado não é descartado, e a cada seis meses é feita a limpeza dos tanques com reaproveitamento do resíduo.

Em termos de eficiência este processo atinge índices de 15% de perda, devido as dobras termo-soldadas. Além disso, o processo a ser implantado em Curitiba empregará 22 pessoas. Em termos de valores de venda dos resíduos reciclados, a empresa ainda não dispõe desta informação (SETI, 2000).

# 8. A POSSIBILIDADE DE RECICLAGEM DAS EMBALAGENS CARTONADAS LONGA VIDA EM PORTO ALEGRE

De posse das tecnologias utilizadas, atualmente, a verificação da viabilidade de reciclagem das embalagens longa vida, depende de outros parâmetros como infra-estrutura disponível na região e retorno financeiro esperado.

## 8.1 A Infra-Estrutura Existente na Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA)

Baseando-se nas tecnologias de reciclagem apresentadas na seção 6.2, o trabalho apresenta as alternativas existentes na RMPA.

### 8.1.1. Recicladoras de Papel

Para verificar as recicladoras de papel existentes na RMPA, foi consultado o Sindicato das Industrias de Papel. Nesse contato obteve-se o nome de 4 empresas: Três Portos (Esteio), PSA (São Leopoldo), Astória (Gravataí) e Box Print (Campo Bom).

Para efeito de caracterização das empresas e, também, verificar a compatibilidade dos produtos com a fibra de papel proveniente das embalagens longa vida, foram identificadas à produção e os produtos produzidos por cada uma das empresas, conforme Quadro 7.

Quadro 7: Dados gerais das empresas recicladoras de papel na RMPA

| Empresa | Produção (reciclados) | Produtos Finais |
|---|---|---|
| Astória | Não disponível | Papel higiênico e toalhas de papel |
| Box Print | 10 toneladas/dia | Embalagens de papel ondulado |
| PSA | 20 toneladas/dia | Toalhas de papel |
| Três Portos | Não disponível | Toalhas de papel |

Fonte: Sindicato das Indústrias de Papel do RS e respectivas empresas

Analisando os produtos de cada uma das recicladoras apresentadas no Quadro 7, verificou-se que, apenas uma das quatro empresas (Box Print) apresenta um produto final de características semelhantes aos produtos das recicladoras das embalagens longa vida.

Assim, acredita-se que, em princípio, as outras 3 empresas não seriam recicladoras das embalagens longa vida, a menos que fizessem investimentos em tecnologias de processo.

Outro fato a ser analisado diz respeito ao resíduo de alumínio e plástico gerado. Como foi descrito no capítulo 6.2, tanto a empresa Novacki S.A. como a Bruno Biagioni tiveram de parar o seu processo de reciclagem das embalagens longa vida. A Empresa Santa Clara enfrentou problemas semelhantes, ressaltando que esse resíduo somente acrescentava custos ao processo.

Segundo o depoimento do responsável pela produção da Empresa Nipon, que se trata da única empresa que está reaproveitando o resíduo de plástico e alumínio das caixas Tetra Pak, esse reaproveitamento não é rentável. Portanto, a decisão de realizar uma reciclagem das fibras de papel das embalagens cartonadas longa vida, está na dependência de um processo tecnológico viável para os resíduos de plástico e alumínio, a fim de poder oferecer as recicladoras uma matéria-prima que possa gerar um rendimento, tanto com as fibras de papel como com os resíduos de plástico e alumínio.

### 8.1.2. Recicladoras de Polietileno

As informações sobre as empresas recicladoras de plástico foram retiradas da literatura. Segundo Zuben (1999), o resíduo de plástico e alumínio pode ser reciclado com um processo de lavagem e extrusão. O mesmo autor, porém, coloca que os resíduos de plástico e alumínio depois de passarem por estes processos de beneficiamento sofrem algumas mudanças de propriedades em relação à tração. O resíduo de plástico/alumínio mostrou-se mais resistente à tração, o que permite que peças plásticas originalmente produzidas com polietileno de alta densidade (PEAD), sejam fabricadas com o compósito de plástico e alumínio das embalagens cartonadas longa vida.

Assim, segundo Zuben (1999), o resíduo originado das embalagens, após a separação das fibras de papel, apresenta condições de produção para materiais que utilizam o PEAD.

Portanto, a busca de recicladoras de plástico, restringiu-se, especificamente, nas recicladoras de PEAD. Segundo Rolim (2000), como o processo depende, a priori, de uma lavagem e, posteriormente, de uma extrusão e injeção em peças rígidas, a infra-estrutura

necessária seria de uma recicladora e uma transformadora. Segunda esta mesma autora, este processo já é desenvolvido pela Empresa Alplast, localizada no município de Alvorada, a qual recicla cerca de 5 toneladas de PEAD, tendo como produto final, tubos e tubetes para bobinas e curvas de eletrodutos.

Apesar de Zuben (1999), afirmar que a tecnologia de limpeza e extrusão para a reciclagem do alumínio e do polietileno mostra-se tecnicamente viável, não se observou a utilização dela na prática. Nas seções 6.2 e 6.3, os recicladores enfrentaram problemas de destinação, pois o resíduo de polietileno e alumínio, nem de forma gratuita tinha aceitação por outras empresas. Essas constatações alertam para as dificuldades de demanda para esse resíduo, o que repercutiria no acréscimo de custos para um futuro reciclador das fibras de papel das embalagens longa vida, pois este teria que realizar investimentos no objetivo de criar demandas para os resíduos de plástico/alumínio.

Diante da hipótese colocada, a viabilização de recicladoras e transformadoras de PEAD, para o objetivo de reaproveitamento do resíduo de plástico e alumínio, depende de um esforço por parte das recicladoras de plástico e da Tetra Pak. Tal esforço deve ocorrer, pois a solução apresentada em Zuben (1999), necessita de uma maior divulgação. Tal divulgação pode ser obtida com investimentos por parte da Tetra Pak e com a abertura das recicladoras possibilitando a realização de testes. Essa divulgação possibilita que estas recicladoras de PEAD possam ampliar seu mercado, colocando em seu processo um novo composto como matéria-prima.

Além disso, o mercado, também fica aberto a criação de novas tecnologias de reaproveitamento das embalagens cartonadas longa vida, como, por exemplo, a tecnologia que será utilizada pela TECPAR, Capítulo 6.4.

### 8.1.3. Processo de Incineração

A incineração é um processo usado para a destinação final do lixo, o qual está contemplado pela Lei Estadual 9.921/93 e regulamentado pelo decreto 38.356/98. Nesse Decreto, o artigo 19 dispõe que o emprego ou a implantação de fornos industriais ou de sistemas de incineração para a destruição de resíduos sólidos, seja qual for a fonte geradora, depende do prévio licenciamento da FEPAM. Esta licença será dada, desde que

haja prévia caracterização físico-química, termodinâmica e microbiológica dos mesmos. Além disso, deve ocorrer um prévio controle e monitoramento de emissões gasosas, de efluentes líquidos e de disposição dos resíduos de incineração.

Desta maneira, apesar de existir a possibilidade de incineração das embalagens cartonadas longa vida ou das camadas de plástico e alumínio, a utilização dessa alternativa está na dependência da existência de prestação de serviços de incineração em situações gerais, pois a necessidade da licença com um prévio controle e monitoramento, requer uma licença para cada novo tipo de resíduo que será incinerado. Portanto, a incineração destes materiais pode tornar-se antieconômica.

Na RMPA existem vários incineradores hospitalares como, por exemplo: Santa Casa, Hospital de Clínicas e Hospital São Lucas. Todos eles prestam serviços exclusivos para resíduos hospitalares, por já possuírem sua licença perante a FEPAM. Além dos incineradores hospitalares, a RMPA possui outros três incineradores pertencentes à Prefeitura Municipal de São Leopoldo, à Prefeitura Municipal de Novo Hamburgo e ao Aeroporto Internacional Salgado Filho. Apesar de não serem incineradores pertencentes sa unidades de saúde, os mesmos têm como função incinerar resíduos sólidos provenientes de serviços de saúde. Portanto, os incineradores existentes na RMPA, até maio de 2001, realizavam apenas a incineração de serviços de saúde.

Diante dessas observações, a implantação de um incinerador para o aproveitamento energético dos resíduos de alumínio e polietileno das embalagens longa vida ficaria na dependência de uma licença da FEPAM. Essa licença estaria vinculada a um estudo, controle e monitoramento das emissões gasosas e resíduos sólidos gerados pela queima.

Cabe salientar que a utilização da incineração como tecnologia de recuperação energética para os resíduos de polietileno e alumínio carece de maiores informações em relação a sua viabilidade econômica. Esses resultados poderão futuramente serem obtidos junto a Empresa Nipon, que está realizando testes e analisando a viabilidade econômica da incineração como tecnologia de recuperação.

## 8.2 Análise da Viabilidade Tecnológica e Econômica de Reciclagem das Embalagens cartonadas longa vida

Valendo-se dos dados apresentados no decorrer do trabalho procura-se a partir de então analisar a viabilidade tecnológica e econômica para a reciclagem e/ou reaproveitamento dos resíduos pós-consumo das embalagens Longa vida. A idéia do trabalho focaliza-se em avaliar as práticas atuais e as alternativas para o processo e reaproveitamento desses resíduos, analisando esta situação na região de Porto Alegre.

### 8.2.1. A Oferta das Embalagens Longa Vida Pós-Consumo

Segundo Mattos e Valença (1999) a Tetra Pak possui uma capacidade de produção de 6,5 bilhões de embalagens anuais, o que equivale a 266.000 toneladas, quando somadas as capacidades das plantas de Monte Mor e de Ponta Grossa. Isto significa uma participação de cerca de 89% do mercado brasileiro de embalagens flexíveis[15]. Este monopólio leva os virtuais concorrentes, como as embalagens metálicas e de plástico a atuarem em outros nichos de mercado. Portanto, pode-se presumir que a embalagem longa vida não possui maiores problemas de concorrência e/ou colocação no mercado.

Apesar de se tratar de uma embalagem reciclável e ter uma grande aceitação no mercado brasileiro, a presente pesquisa encontrou apenas três empresas recicladoras de embalagens cartonadas longa vida pós-consumo. Somando as embalagens pós-consumo com as embalagens pós-industriais estima-se um volume anual de 4.800 toneladas de embalagens longa vida recicladas. Portanto, presume-se que apenas cerca e 1,8% das embalagens longa vida fabricadas no Brasil são reutilizadas ou recicladas. Ressalta-se que esses valores não devem ser considerados em termos absolutos, pois uma grande quantidade de embalagens longa vida provenientes do Uruguai e da Argentina entram no mercado brasileiro. Embora as empresas Rio Pardo e Santa Clara tenham condições de reciclar uma quantidade maior de embalagens, a quantidade de embalagens longa vida pós-consumo recebida provém apenas das cidades que já possuem coleta seletiva.

[15] Segundo a DATAMARK, o mercado brasileiro de embalagens flexíveis, para o ano 2000, fica em torno de 300.000 toneladas. Logo, 266.000 toneladas de embalagens cartonadas longa vida, equivalem a 89% deste total.

Em Porto Alegre, as embalagens longa vida são recolhidas através da coleta seletiva, conforme descrito na seção 5.3.2 e Tabela 13. Porém, como somente 22,8 toneladas das embalagens são destinadas mensalmente à coleta seletiva (média de 2000), verifica-se que menos de 10% das embalagens são encaminhadas para a reciclagem. Observa-se que 260 a 290 toneladas de embalagens longa vida pós-consumo descartadas em Porto Alegre ainda são destinadas para os aterros sanitários. Somando estes valores com os números levantados da coleta seletiva, verifica-se que a população de Porto Alegre gera cerca de 300 toneladas de embalagens longa vida pós-consumo mensalmente. Essa quantidade é semelhante a quantidade total de embalagens recicladas pela Empresa Rio Pardo e supera a quantidade de embalagens longa vida pós-consumo recicladas pela Empresa Santa Clara.

Baseando nos números da coleta domiciliar (coleta convencional) e da coleta seletiva de embalagens cartonadas longa vida em Porto Alegre, percebe-se que, este tipo de resíduo, ainda não gerou interesse por parte dos catadores e carroceiros. Essa constatação decorre do fato de que os principais fornecedores de embalagens longa vida pós-consumo ainda são os Centros de Triagem. Uma das causas desse, presumido, desinteresse deve-se pela própria procura dos catadores e carroceiros, pois os coletores informais dirigem sua procura e trabalho para resíduos que tenham um bom retorno financeiro. Entende-se por bom retorno financeiro todos os resíduos que tenham um bom preço de mercado. Deve-se ressaltar que os materiais de baixa densidade, como as garrafas de plástico, apesar de oferecerem um bom preço de mercado, não possibilitam um bom retorno financeiro para os carroceiros e catadores em função do grande volume, ou seja, de possuírem uma densidade muito baixa. O desacordo dos fatores: alta densidade do resíduo e alto preço de mercado acabam repercutindo num baixo valor em relação ao seu volume. Isso ocorre por que os carroceiros e catadores possuem um limitante de volume (carrinho, carroça, etc.) e, também, por que as vendas são baseadas no peso e não no volume. Logo, apesar das embalagens longa vida possuírem uma densidade aceitável para o seu recolhimento em carrinhos e carroças, essas ainda são comercializadas a preços muitos baixos fazendo com que os catadores mantenham sua preferência pelos resíduos de papel e latinhas de alumínio.

Além disso, os resíduos de papel e de latinhas de alumínio já possuem uma estrutura comercial de intermediários e catadores sedimentada, diferentemente das embalagens longa vida, que começaram a ser separadas e comercializadas para reciclagem em 1999, dependendo ainda de uma melhor estrutura organizacional, de recicladoras e de um melhor amadurecimento do mercado no que diz respeito a preços, oferta e desenvolvimento de novas tecnologias para a reciclagem de resíduos das embalagens longa vida.

Outro fato que comprova a carência de estrutura montada para o comércio das embalagens longa vida, em comparação com o comércio de papel pós-consumo, está na observância dos preços destes resíduos. As embalagens longa vida são vendidas pelos Centros de Triagem de Porto Alegre por R$ 50,00 a tonelada sendo oferecidas pelos intermediários num valor entre R$ 70,00 a 90,00 reais (frete incluído). Já o papel misto possui, nos Centros de Triagem, um preço médio de venda de R$ 60,00, porém esse resíduo é comercializado por valores entre R$ 150,00 e 180,00, nas mesmas recicladoras. Analisando estes valores, verifica-se a formação de uma estrutura de comercialização (cadeia) mais complexa no que se refere à venda dos resíduos de papel, o que não ocorre em relação às embalagens cartonadas longa vida.

### 8.2.2. A Separação e a Reciclagem das Embalagens cartonadas longa vida

Após a descrição das empresas recicladoras das fibras de papel das embalagens longa vida existentes no Brasil e de outras alternativas de reciclagem existentes, levantaram-se algumas idéias a respeito da viabilidade tecnológica e econômica para a reciclagem das embalagens longa vida pós-consumo.

Diante dos dados levantados, percebeu-se que a existência de recicladoras de papel na região é de fundamental importância, pois essas já possuem uma infraestrutura pronta, além de já possuir uma demanda, um mercado e escala de produção. Isto é importante, pois, no caso de Porto Alegre, foram separadas 154 toneladas de embalagens cartonadas longa vida pós-consumo em 1999 e 273 toneladas em 2000 pela coleta seletiva. Essas quantidades não viabilizam a implementação de uma planta de reciclagem própria para as embalagens longa vida. Além disso, a opção de realizar um investimento dessa grandeza resultaria em um custo inicial de cerca de R$ 2.000.000,00. Este valor não seria necessário

na opção de incorporar esse resíduo como uma das matérias-primas de uma recicladora de papel.

Outro fato a ser ressaltado, refere-se ao percentual de embalagens cartonadas longa vida pós-industrial compradas pelas recicladoras de papel. Observou-se que as três recicladoras trabalham, tanto com as embalagens pós-consumo como com as pós-industriais, sendo que nos casos da Klabin e da Rio Pardo as embalagens pós-consumo representavam cerca de 10 a 20 % dos resíduos de embalagem longa vida, enquanto a Santa Clara trabalha com cotas iguais de embalagens pós-industriais e embalagens pós-consumo. Verificou-se a preferência, de todas as recicladoras, em trabalhar com as embalagens pós-industriais para evitar problemas como sujeira, degradação e mau cheiro. Em relação às embalagens pós-consumo, as mesmas provinham, em sua totalidade, de prefeituras que possuem uma política de coleta seletiva.

Por questões de proximidade, todas as três recicladoras das fibras de papel das embalagens longa vida localizam-se nos mesmos estados das fábricas da Tetra Pak (São Paulo e Paraná). Essa proximidade das recicladoras em relação às fábricas facilita a compra das embalagens pós-industriais, pois implica em baixo custo de frete. As embalagens pós-industriais acabam suprindo a baixa oferta das embalagens pós-consumo dando, então, condições para as recicladoras terem quantidades suficientes para a sua reciclagem. Deve-se ressaltar que se trata apenas de uma constatação, pois em nenhum momento foi colocado por parte da Tetra Pak a intenção de incentivar a instalação de recicladoras próximas das suas plantas.

Por último, deve-se considerar que existem apenas três empresas reciclando as fibras de papel das embalagens longa vida e que outras duas desistiram desta atividade. Essa constatação, levanta a hipótese de existirem variáveis de processo a serem trabalhadas para possibilitar o processo e separação das fibras de papel das embalagens longa vida. Essa hipótese é confirmada pelo Supervisor de Produção da própria Klabin, citando que o processo reciclagem das embalagens tem parâmetros de processo diferentes de uma planta de reciclagem de papel, verificando-se uma pequena barreira a ser superada na possibilidade de utilização do processo de reciclagem das embalagens longa vida.

### 8.2.3. Os Processos de Reaproveitamento do Resíduo de Alumínio e Plástico

Após identificar diversos processos de reaproveitamento do resíduo de plástico e alumínio, verificou-se, na prática, apenas a utilização do processo de incineração para o reaproveitamento desse resíduo proveniente das embalagens longa vida. Além disso, analisando o processo de incineração utilizado pela Empresa Nipon, constatou-se que esse tipo de reaproveitamento ainda encontrava-se em fase de teste.

É importante salientar que esse resíduo significa um grande problema para as recicladoras de papel, pois além de diminuir a eficiência da matéria-prima comprada, o resíduo acrescenta custos com equipamentos e pessoal para a sua separação do papel no processo e na sua disposição final.

Outro fato a ser colocado, diz respeito à responsabilidade ambiental, ou melhor dizendo: aopassivo ambiental. As empresas, atualmente, compram as embalagens Longa vida, pois essas oportunizam para as recicladoras o aproveitamento de uma fibra de papel de ótima qualidade a um bom preço, em termos de mercado. Porém, uma fração dessas embalagens são pós-consumo, ou seja, originárias da coleta realizada nas cidades. Assim, como o reaproveitamento das embalagens destina-se somente às fibras de papel e, como a responsabilidade originária do lixo urbano cabe as prefeituras, essas empresas recicladoras assumem a responsabilidade de destinação por essa porção de plástico e alumínio que acaba não sendo aproveitada. Portanto, a compra dessas embalagens apesar de disponibilizar as fibras de papel de ótima qualidade, gera uma responsabilidade e, conseqüentemente, um custo pela disposição ou destinação por esse resíduo de plástico e alumínio que, atualmente, não tem um reaproveitamento. Este último fato, acaba sendo decisivo no momento de escolher as fibras de papel das embalagens Longa vida, pois o comprometimento com um passivo ambiental dessa magnitude não ajuda na imagem ambiental que essas recicladoras tentam manter. Essa mesma colocação não pode ser feita para os resíduos de papel, que, ao contrário das embalagens, não geram, para as recicladoras, nenhum tipo de resíduo.

## 8.3 Análise Financeira: Duas Sugestões de Empreendimentos

Examinando os pontos discutidos na seção 7.2, verifica-se que qualquer alternativa de investimento na área de reciclagem das embalagens longa vida sofrerá algumas limitações de caráter técnico e econômico. Para que se possa efetuar uma análise dos possíveis investimentos e a provável viabilidade destes, disponibilizar-se-á duas sugestões de investimento baseando-se nos dados levantados e discutidos no decorrer desse trabalho. Essas sugestões buscam colocar de maneira coerente e prática a possibilidade econômica de se investir na reciclagem das embalagens longa vida pós-consumo.

### 8.3.1. Sugestão 1: Investimento numa Recicladora Própria de Embalagens Longa Vida Pós-Consumo

Baseando-se na experiência bem sucedida da Empresa Klabin (seção 6.2.1), esse tipo de investimento necessita de um gasto significativo em equipamentos. No caso da Klabin o investimento em equipamentos foi de cerca de R$ 2.000.000,00.

Tabela 16: Infra-estrutura física do investimento

| **Discriminação** | **Quantidade** |
|---|---|
| Hidrapulper de Alta Consistência | 1 |
| Peneira Vibratória | 2 |
| Esteira | 1 |
| Tanque de Agitação | 3 |
| Bombas | 23 |
| Separadores | 2 |
| Engrossador | 1 |
| Depuradores | 3 |
| Cleaners (ciclones) | 5 |
| Tanque de Equalização | 1 |
| Máquina de Papel | 1 |
| Válvulas Globo e de Retenção | 22 |
| Prensa | 1 |

Fonte: Klabin

Assim, qualquer investidor que pretenda arriscar-se num empreendimento para a reciclagem das embalagens longa vida partirá de um investimento fixo de R$ 2.000.000,00. Além de um investimento desse porte, existe ainda a necessidade de colocação dos produtos no mercado. A análise de investimento realizada neste trabalho não considera os

custos relativos a pesquisa de mercado e serviços afins, tornando assim mais prática a análise.

Partindo de um investimento com mercado já sedimentado, teria-se então um investimento fixo de R$ 2.000.000,00. A planta obtida com esse investimento seria do porte da planta instalada na Empresa Klabin (Anexo 6). Esses recursos seriam necessários para a implantação dos equipamentos discriminados na Tabela 16.

Além do investimento fixo, o empreendimento necessita de um Capital de Giro, o valor necessário para o sustento e seu ciclo operacional é estimado conforme Tabela 17.

Tabela 17: Recursos Necessários para o Capital de Giro da Sugestão 1

| Item | | Critério | | R$ |
|---|---|---|---|---|
| *1* | *Necessidades (Total)* | | | **170.290,62** |
| *1.1* | *Caixa Mínimo* | **5** | dias dos Custos Fixos Desembolsáveis | **5.497,93** |
| *1.2* | *Financiamento Vendas* | **20** | dias dos Custos Desembolsáveis | **125.158,07** |
| *1.3* | *Estoque Matérias-primas* | **10** | dias dos Custos de Armazenagem | **11.953,03** |
| *1.4* | *Estoque Produtos Prontos* | **5** | dias dos Custos Variáveis | **27.681,59** |
| *2* | *Cobertura* | | | **170.290,62** |
| *2.1* | *Crédito de Fornecedores* | **20** | dias dos Custos de Matérias-Primas | **35.669,78** |
| *2.2* | *Impostos* | **15** | dias dos Custos dos Impostos | **27.695,77** |
| *2.3* | *Recursos Próprios* | | Previsão | **106.925,07** |

Assim, o empreendedor necessitaria de um Capital de Giro de R$ 170.290,62; porém somente R$ 106.925,07 seriam provenientes de Recursos Próprios. É importante lembrar que os valores calculados para a obtenção do Capital de Giro, basearam nos valores obtidos no Demonstrativo de Resultados (Tabela 23).

Tomando a decisão de realizar um empréstimo, o demonstrativo de Usos e Fontes para essa alternativa de investimento poderia ser tomada da seguinte forma:

Tabela 18: Demonstrativo de Usos e Fontes da Sugestão 1

| USOS | | FONTES | | |
|---|---|---|---|---|
| **Item** | **Valor (R$)** | **(%)** | **Capital de Terceiros (R$)** | **Recursos Próprios (R$)** |
| *Obras Civis* | **150.000,00** | **7,12%** | **75.000,00** | **75.000,00** |
| *Equipamentos* | **1.789.000,00** | **84,91%** | **894.500,00** | **894.500,00** |
| *Instalações* | **56.000,00** | **2,66%** | **28.000,00** | **28.000,00** |
| *Outros* | **5.000,00** | **0,24%** | **2.500,00** | **2.500,00** |
| *Total Investimento Fixo* | **2.000.000,00** | **94,93%** | **1.000.000,00** | **1.000.000,00** |
| *Capital de Giro* | **106.925,07** | **5,07%** | **0,00** | **106.925,07** |
| *Total Usos/Fontes* | **2.106.925,07** | **100,00%** | **1.000.000,00** | **1.106.925,07** |

Como pode se ver, a Tabela 18 coloca um dos vários critérios de empréstimo. Todavia, a decisão de pagar o investimento com uma porcentagem maior ou menor, fica a critério do conservadorismo ou audácia do empreendedor, sendo que se deve considerar os juros que esse mesmo empréstimo gera. Vale ressaltar que, conforme critério operacional do sistema de crédito do BNDES, o aporte de financiamento poderá alcançar até 80% do investimento inicial.

Possuindo o conhecimento dos valores de investimento e quais as fontes que financiarão o mesmo, a próxima etapa do projeto trata-se da análise dos custos e rendimentos desse empreendimento.

Segundo a própria Klabin, seu quadro de funcionários para a recicladora de embalagens cartonadas longa vida encontra-se atualmente com 12 funcionários. Em Vilhena (1997), observa-se uma análise em cima de dois processos para uma recicladora de papel. Nessa análise são apresentados um processo de capital intensivo e outro em mão-de-obra intensiva, sendo que a demanda é de 11 e 13 funcionários, respectivamente. Confrontando esses dados, constata-se que o número de empregados sugeridos para esse investimento, encontra-se dentro de uma estimativa bem razoável. Os valores gastos com a mão-de-obra estão detalhados na Tabela 19.

Tabela 19: Mão-de-Obra Envolvida no Projeto da Sugestão 1

| Função | Unidade | Valor Mensal Estim. |
|---|---|---|
| Descarregador de Caminhão e Pesagem | **1** | **270,00** |
| Operador de Hidrapulper | **2** | **720,00** |
| Operador do Separador e Peneiras | **2** | **540,00** |
| Operador dos Depuradores | **1** | **630,00** |
| Operador dos Cleaners | **1** | **630,00** |
| Operador dos Tanques | **1** | **630,00** |
| Operador da Máquina de Papel | **1** | **720,00** |
| Manutenção | **1** | **540,00** |
| Separação dos Rejeitos | **2** | **180,00** |
| Encargos Sociais (80%) | | **5.040,00** |
| Total | **12** | **11.340,00** |

Além dos custos fixos com mão-de-obra, o empreendimento possui gastos com depreciação (10,0%), seguros (1,0%) e manutenção (1,5%). Esses custos fixos foram estimados baseando-se nos valores investidos.

Tabela 20: Custos de Depreciação, Seguros e Manutenção do Projeto da Sugestão 1

| Discriminação | Depreciação | | Manutenção | | Seguro | | Total Discriminado |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | % | R$ | % | R$ | % | R$ | R$ |
| Obras Civis | 4,0% | 6.000,00 | 0,5% | 750,00 | 0,5% | 750,00 | 7.500,00 |
| Máquinas/Equipamentos | 10,0% | 178.900,00 | 1,5% | 26.835,00 | 1,0% | 17.890,00 | 223.625,00 |
| Móveis/Utensílios | 10,0% | 500,00 | 0,2% | 10,00 | 0,2% | 10,00 | 520,00 |
| Instalações | 10,0% | 5.600,00 | 1,5% | 840,00 | 1,0% | 560,00 | 7.000,00 |
| Veículos | 20,0% | 0,00 | 10,0% | 0,00 | 1,0% | 0,00 | 0,00 |
| Total | | | | | | | 238.645,00 |

Em termos de custos variáveis, o cálculo baseou-se nos valores mostrados no Quadro 6 (capítulo 6.2.4). Porém, como esses valores referem-se a processos de fabricação de papel a partir de fibras virgens, deve-se levar em conta a menor gasto de energia, pois irá se tratar de um processo de reciclagem. Portanto, segundo Calderoni (1997), o processo de reciclagem de papel ondulado, gasta em média 40% menos energia e 46% menos de água do que o processo similar com fibras virgens. Para o cálculo das despesas com efluentes, estimou-se um volume de 1% excedente ao volume de água utilizado. Os preços por tonelada de papel reciclado foram de: R$ 3,54; R$ 30,00 e R$ 86,60 para o efluente, água e energia elétrica, respectivamente. Além desses custos variáveis, levou-se em conta gastos de limpeza, telefone, material de escritório e pessoal administrativo.

Tabela 21: Custos Variáveis da Sugestão 1

| Item | Valor Mensal Estim. |
|---|---|
| Honorários Contador | **270,00** |
| Telefone/Limpeza | **780,00** |
| Material Escritório | **80,00** |
| Água | **7.822,88** |
| Luz | **25.092,54** |
| Trat. Efluentes | **921,80** |
| Total | **34.967,22** |

Para completar o cálculo dos custos e da receita gerada pela recicladora de embalagens cartonadas longa vida pós-consumo, deve-se ter algumas premissas, conforme Tabela 22.

| Eficiências | | Preços (R$/ton) | | Consumo | | Valores Econômicos | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Eficiência Prod. | **68%** | MP | **80,00** | Água | **50** $m^3$/ton | Inflação (ano) | **3,50%** |
| Eficiência Água | **54%** | Prod.Final | **700,00** | Luz | **0,91** MW/ton | Financiamento | **12,50%** |
| Eficiência Luz | **60%** | Subproduto | **0,00** | Efluentes | **50** $m^3$/ton | Sal. Mínimo | **180,00** |
| | | Frete | **30,00** | | | | |

Tabela 22: Valores Gerais da Recicladora da Sugestão 1

Na tabela acima, observam-se dados já apresentados, porém os valores de custo de matéria-prima (valor médio de compra das embalagens cartonadas longa vida pós-consumo) e o preço de venda do produto (valor de mercado das bobinas de papelão ondulado em março de 2001) são de suma importância a fim de calcular o volume de produção necessário para viabilizar o investimento já detalhado acima. Além disso, o valor de eficiência da produção tomou como base os valores relativos a produção da planta da Empresa Klabin.

Para calcular o volume de produção que viabilizaria o investimento de uma recicladora de embalagens cartonadas longa vida pós-consumo de R$ 2.000.000,00; assumiu-se uma Taxa Mínima de Atratividade de 15%. Assim, o valor de produção viável teve de obedecer as seguintes premissas:

- TIR = TMA;
- VPL =R$ 0,00;
- TR = 0%; e
- IL = 1,00

Tabela 23: Demonstrativo de Resultado Mensal para a Sugestão 1

| | Item | R$ | % |
|---|---|---|---|
| 1 | **Venda Bruta** | **229.857,58** | **100,00%** |
| 2 | **Custos Variáveis** | **(166.089,51)** | **72,26%** |
| 2.1 | Impostos | **(47.465,59)** | **20,65%** |
| 2.2 | Despesas com Vendas | **(16.090,03)** | **7,00%** |
| 2.3 | Matérias-Primas e Insumos | **(39.017,84)** | **16,97%** |
| 2.4 | Mão-de-Obra Direta | **(11.340,00)** | **4,93%** |
| 2.5 | Frete | **(14.486,82)** | **6,30%** |
| 2.6 | Consumo de Água | **(7.822,88)** | **3,40%** |
| 2.7 | Energia Elétrica | **(25.092,54)** | **10,92%** |
| 2.8 | Tratamento de Efluentes | **(921,80)** | **0,40%** |
| 2.9 | Outros (3% sobre os itens acima) | **(3.852,01)** | **1,68%** |
| 3 | **Margem de Contribuição** | **63.768,07** | **27,74%** |
| 4 | **Custos Fixos** | **(21.647,60)** | **9,42%** |
| 4.1 | Pessoal Administrativo | **(350,00)** | **0,15%** |
| 4.2 | Despesas Administrativas (telefone/limpeza) | **(780,00)** | **0,34%** |
| 4.3 | Depreciação/Seguros/Manutenção | **(19.887,08)** | **8,65%** |
| 4.4 | Outros (3% sobre os itens acima) | **(630,51)** | **0,27%** |
| 5 | **Juros do Financiamento Pretendido (12,5% a.a.)** | **(10.416,67)** | **4,53%** |
| 6 | **Lucro Operacional** | **31.703,81** | **13,79%** |
| 7 | **Imposto de Renda e Contribuição Social** | **(7.925,95)** | **3,45%** |
| 8 | **Lucro Líquido** | **23.777,86** | **10,34%** |

Assumindo estas premissas, a produção mínima necessária que viabiliza o investimento com uma taxa de atratividade de 15% é de 5.795 toneladas de embalagens cartonadas longa vida pós-consumo anuais, ou 483 toneladas mensais.

Estes valores resultarão num Payback de 3,51 anos, num PE igual a 50,28% das vendas totais e num Demonstrativo de Resultado Mensal, cujo Lucro Líquido alcança 10,34% das vendas totais, conforme Tabela 23.

Com a finalidade de uma melhor avaliação do projeto, cabe demonstrar o fluxo de caixa dos cinco primeiros anos do processo de reciclagem das embalagens.

Tabela 24: Fluxo de Caixa do Projeto da Sugestão 1

| | Ano | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Valores do Projeto (R$)** | **0** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| Investimento Fixo | (2.000.000,00) | | | | | |
| Incremento Cap. Giro | | (106.925,07) | (63.365,55) | | | |
| Financiamento Pretendido | 1.000.000,00 | | | | | |
| Amortização Financiamento | | | (250.000,00) | (250.000,00) | (250.000,00) | (250.000,00) |
| Lucro Líquido | | 285.334,27 | 295.320,96 | 332.765,12 | 359.287,13 | 373.615,23 |
| Depreciação | | 191.000,00 | 197.685,00 | 204.603,98 | 211.765,11 | 219.176,89 |
| Geração Caixa Anual | (1.000.000,00) | 369.409,20 | 179.640,42 | 287.369,10 | 321.052,25 | 342.792,13 |
| Geração Caixa Acumulada | (1.000.000,00) | (630.590,80) | (450.950,39) | (163.581,29) | 157.470,96 | 500.263,08 |

Conforme Tabela 13 do capítulo 5.3.2, as embalagens cartonadas longa vida pós-consumo separadas no Município de Porto Alegre, em 2000 foram de 273 toneladas anuais, ou 22,8 toneladas mensais. Logo, verifica-se que o volume de embalagens separadas na coleta seletiva, ainda é insuficiente para justificar um investimento desse porte. Porém, o volume total de embalagens cartonadas longa vida pós-consumo geradas em Porto Alegre, é cerca de 275[16] toneladas mensais, ou seja, cerca de 57% do volume necessário para viabilizar o empreendimento analisado. Conclui-se que seria necessária a separação de 100% das embalagens cartonadas longa vida pós-consumo geradas na cidade de Porto Alegre e mais um volume de aproximadamente 210 toneladas/mês de embalagens cartonadas longa vida pós-consumo dos municípios da RMPA, a fim de totalizar o volume de embalagens capaz de viabilizar o negócio. Para fins de comparação, nem mesmo as latas de alumínio, consideradas um resíduo de fácil separação, alto valor de mercado e de fácil processo, conseguiram atingir uma porcentagem tão alta de separação e reciclagem. Outro fato a ser discutido, diz respeito ao subproduto de plástico e alumínio formado. A fim de facilitação da análise econômica, estimou-se que esse subproduto não geraria custo

nem receita para a recicladora (vide Tabela 29), todavia, a influência econômica desse subproduto para a recicladora é uma variante ainda não determinada, conforme comentado no capítulo 6.3.

Após a colocação dessas conclusões verifica-se a inviabilidade econômica do processo de reciclagem das embalagens cartonadas longa vida pós-consumo, baseando-se nas condições e sugestões colocadas neste capítulo.

### 8.3.2. Sugestão 2: Agregar as Embalagens Longa Vida Pós-Consumo como uma das Matérias-Primas de uma Recicladora de Papel

Essa opção de investimento seguiu as propostas apresentadas pelas empresas Rio Pardo e Santa Clara (Seções 6.2.2 e 6.2.3). Seguindo as propostas utilizadas por essas duas empresas, as embalagens cartonadas longa vida pós-consumo agregar-se-iam como mais uma matéria-prima, elevando a produção das recicladoras de papel que assumissem esse tipo de investimento. Portanto, os investimentos resumem-se apenas em adaptações do processo de reciclagem do papel, a fim de viabilizar tecnologicamente o reaproveitamento das fibras de papel das embalagens cartonadas longa vida pós-consumo na mesma linha de produção. Essas adaptações representariam cerca de R$ 80.000,00. Esse investimento englobaria uma prensa e um equipamento para a separação do resíduo de plástico e alumínio das fibras de papel dessas embalagens. O equipamento de separação necessário é semelhante ao utilizado pela Santa Clara Papéis (ver figura 11, pág. 65).

Tabela 25: Recursos Necessários para o Capital de Giro da Sugestão 2

[16] Mëdia do intervalo calculado dos valores de 260 e 290 toneladas mensais

| Item | | Critério | | R$ |
|---|---|---|---|---|
| 1 | *Necessidades (Total)* | | | **16.094,32** |
| 1.1 | *Caixa Mínimo* | **5** | dias dos Custos Fixos Desembolsáveis | **563,85** |
| 1.2 | *Financiamento Vendas* | **20** | dias dos Custos Desembolsáveis | **11.695,04** |
| 1.3 | *Estoque Matérias-primas* | **10** | dias dos Custos de Armazenagem | **1.205,52** |
| 1.4 | *Estoque Produtos Prontos* | **5** | dias dos Custos Variáveis | **2.629,91** |
| 2 | *Cobertura* | | | **16.094,32** |
| 2.1 | *Crédito de Fornecedores* | **20** | dias dos Custos de Matérias-Primas | **3.431,06** |
| 2.2 | *Impostos* | **15** | dias dos Custos dos Impostos | **2.207,96** |
| 2.3 | *Recursos Próprios* | | Previsão | **10.455,30** |

Portanto, o investimento parte de um gasto de R$ 80.000,00, onde 80% desse capital é aplicado em equipamentos e 10 a 15% em obras civis. Assim como o investimento da sugestão 1, necessita-se de um Capital de Giro para esse investimento. Nesta análise utiliza-se, também, de uma porcentagem de capital financiado, semelhante a sugestão 1. As Tabelas 25 e 26 mostram, respectivamente, o Capital de Giro e a Tabela de Usos e Fontes da sugestão de empreendimento 2.

Comparando-se com os Recursos Próprios da sugestão 1, verifica-se a razoabilidade desse investimento, pois nesse caso parte-se de valores mais moderados, facilitando investimentos nesse tipo de negócio. Contudo, é importante voltar a frisar que um investimento desse tipo só irá ocorrer se já existir uma recicladora de papel com infra-estrutura e mercado.

Tabela 26: Demonstrativo de Usos e Fontes da Sugestão 2

| USOS | | FONTES | | |
|---|---|---|---|---|
| **Item** | **Valor (R$)** | **(%)** | **Capital de Terceiros (R$)** | **Recursos Próprios (R$)** |
| *Obras Civis* | **10.000,00** | **11,06%** | **5.000,00** | **5.000,00** |
| *Equipamentos* | **63.800,00** | **70,53%** | **31.900,00** | **31.900,00** |
| *Instalações* | **4.000,00** | **4,42%** | **2.000,00** | **2.000,00** |
| *Outros* | **2.200,00** | **2,43%** | **1.100,00** | **1.100,00** |
| *Total Investimento Fixo* | **80.000,00** | **88,44%** | **40.000,00** | **40.000,00** |
| *Capital de Giro* | **10.455,30** | **11,56%** | **0,00** | **10.455,30** |
| *Total Usos/Fontes* | **90.455,30** | **100,00%** | **40.000,00** | **50.455,30** |

Em relação à mão-de-obra, verifica a necessidade de contratação de funcionários apenas no setor: de separação do rejeito de plástico e alumínio. Neste caso, baseando-se nas experiências da Rio Pardo e Santa Clara, conclui-se que o quadro de funcionários deve ser acrescido de um operador para o separador e peneiras, e em mais dois empregados para realizar o trabalho de transporte e carregamento desses resíduos.

Tabela 27: Mão-de-Obra Envolvida no Projeto da Sugestão 2

| Função | Unidade | Valor Mensal Estim. |
|---|---|---|
| Operador do Separador e Peneiras | **1** | **540,00** |
| Separação dos Rejeitos | **2** | **180,00** |
| Encargos Sociais (80%) | | **720,00** |
| Total | **3** | **1.620,00** |

Por tratar-se de um investimento mais modesto, os custos fixos de seguro, manutenção e depreciação apresentam, também, custos mais razoáveis, conforme Tabela 28.

Tabela 28: Custos de Depreciação, Seguros e Manutenção do Projeto da Sugestão 2

| Discriminação | Depreciação | | Manutenção | | Seguro | | Total Discriminado |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | % | R$ | % | R$ | % | R$ | R$ |
| Obras Civis | 4,0% | 400,00 | 0,5% | 50,00 | 0,5% | 50,00 | 500,00 |
| Máquinas/Equipamentos | 10,0% | 6.380,00 | 3,0% | 1.914,00 | 1,0% | 638,00 | 8.932,00 |
| Móveis/Utensílios | 10,0% | 220,00 | 0,2% | 4,40 | 0,2% | 4,40 | 228,80 |
| Instalações | 10,0% | 400,00 | 3,0% | 120,00 | 1,0% | 40,00 | 560,00 |
| Veículos | 20,0% | 0,00 | 10,0% | 0,00 | 1,0% | 0,00 | 0,00 |
| Total | | | | | | | 10.220,80 |

Nota-se que, enquanto na sugestão 1 tinha-se uma previsão de despesas com manutenção de 1,5% sobre o investimento para “Máquinas/Equipamentos” e mais 1,5% para a depreciação das “Instalações”, na sugestão 2 presume-se uma porcentagem de 3% para esses mesmos itens. Cabe esclarecer que essa alteração foi realizada em função do maior desgaste e, conseqüentemente no maior gasto de manutenção desses equipamentos que serão utilizados tanto para a reciclagem do papel, quanto das embalagens cartonadas longa vida.

Para o cálculo dos custos variáveis, a metodologia de cálculo segue o raciocínio feito para o investimento da sugestão 1, assim os valores de gasto de água, efluente e energia, assim como os preços por tonelada de cada uma dessas utilidades serão idênticos aos valores utilizados pela sugestão 1. A Tabela 29 mostra esses valores colocados para a situação da sugestão 2, somados os gastos com limpeza, telefone, material de escritório

Tabela 29: Custos Variáveis da Sugestão 2

| Item | Valor Mensal Estim. |
|---|---|
| Honorários Contador | **0,00** |
| Telefone/Limpeza | **780,00** |
| Material Escritório | **80,00** |
| Água | **752,48** |
| Luz | **2.413,64** |
| Trat. Efluentes | **87,79** |
| Total | **4.113,91** |

Para completar o levantamento dos custos (fixos e variáveis), deve-se, igualmente ao realizado com a sugestão 1, estimar alguns dados para que se possa realizar o cálculo de produtividade e de viabilidade econômica do empreendimento. Para a sugestão 2 de investimento, em relação a sugestão 1, é alterada apenas a eficiência de produção (ver

Tabela 30 e Tabela 22). Como se trata de um processo diferente de separação das fibras de papel das embalagens pós-consumo, logo, a eficiência deverá ter um resultado diferente. Assim, baseando nas informações fornecidas pela Santa Clara, padronizou-se para esse processo uma eficiência de 60%, conforme demonstra a tabela abaixo.

Tabela 30: Valores Gerais da Recicladora da Sugestão 2

| Eficiências | | Preços (R$/ton) | | Consumo | | Valores Econômicos | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Eficiência Prod. | **60%** | MP | **80,00** | Água | **50** $m^3$/ton | Inflação (ano) | **3,50%** |
| Eficiência Água | **54%** | Prod.Final | **700,00** | Luz | **0,91** MW/ton | Financiamento | **12,50%** |
| Eficiência Luz | **60%** | Co-Produto | **0,00** | Efluentes | **50** $m^3$/ton | Sal. Mínimo | **180,00** |
| | | Frete | **30,00** | | | | |

De posse dos dados de custos e de receitas, torna-se então possível calcular a produtividade e a viabilidade econômica para o investimento sugerido. Repetindo as premissas colocadas para o cálculo de produtividade da sugestão 1, e assumindo também um valor de 15% para a TMA, obtém-se uma produção de 557 toneladas de embalagens cartonadas longa vida pós-consumo anuais, ou cerca de 46 toneladas mensais. Deve-se lembrar que estes valores referem-se a um excedente de produção, ou seja, a recicladora agregará 46 toneladas mensais de fibras de papel recicladas na sua produção. No caso de substituição dessas 46 toneladas, retirando da produção outras 46 toneladas de resíduos de papel pós-consumo, a análise econômica exigiria outros níveis de detalhamento não realizados nesse trabalho.

Esse acréscimo de produção geraria um Payback de 3,58 anos sobre o valor investido para a realização de ajustes no processo para a viabilização da reciclagem das fibras d papel dessas embalagens. Além disso o PE do investimento sugerido aqui seria de 58,45% das vendas totais e num Demonstrativo de Resultado Mensal, cujo Lucro Líquido alcançaria 5,96% das vendas totais, conforme Tabela 31.

Tabela 31: Demonstrativo de Resultado Mensal para a Sugestão 2

| | Item | R$ | % |
|---|---|---|---|
| 1 | **Venda Bruta** | 19.508,72 | 100,00% |
| 2 | **Custos Variáveis** | (15.779,48) | 80,88% |
| 2.1 | Impostos | (4.028,55) | 20,65% |
| 2.2 | Despesas com Vendas | (1.365,61) | 7,00% |
| 2.3 | Matérias-Primas e Insumos | (3.753,11) | 19,24% |
| 2.4 | Mão-de-Obra Direta | (1.620,00) | 8,30% |
| 2.5 | Frete | (1.393,48) | 7,14% |
| 2.6 | Consumo de Água | (752,48) | 3,86% |
| 2.7 | Energia Elétrica | (2.413,64) | 12,37% |
| 2.8 | Tratamento de Efluentes | (87,79) | 0,45% |
| 2.9 | Outros | (364,82) | 1,87% |
| 3 | **Margem de Contribuição** | 3.729,24 | 19,12% |
| 4 | **Custos Fixos** | (1.763,09) | 9,04% |
| 4.1 | Pessoal Administrativo | (80,00) | 0,41% |
| 4.2 | Despesas Administrativas (telefone/limpeza) | (780,00) | 4,00% |
| 4.3 | Depreciação/Seguros/Manutenção | (851,73) | 4,37% |
| 4.4 | Outros | (51,35) | 0,26% |
| 5 | **Juros do Financiamento Pretendido (12,5% a.a.)** | (416,67) | 2,14% |
| 6 | **Lucro Operacional** | 1.549,49 | 7,94% |
| 7 | **Imposto de Renda e Contribuição Social** | (387,37) | 1,99% |
| 8 | **Lucro Líquido** | 1.162,12 | 5,96% |

Assim como foi realizado para a sugestão 1, cabe fazer também para esse empreendimento sugerido o fluxo de caixa dos cinco primeiros anos de processamento dessa sugestão.

Tabela 32: Fluxo de Caixa do Projeto da Sugestão 1

| | Ano | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Valores do Projeto (R$)** | **0** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| Investimento Fixo | (80.000,00) | | | | | |
| Incremento Cap. Giro | | (10.455,30) | (5.639,02) | | | |
| Financiamento Pretendido | 40.000,00 | | | | | |
| Amortização Financiamento | | | (10.000,00) | (10.000,00) | (10.000,00) | (10.000,00) |
| Lucro Líquido | | 13.945,42 | 14.433,51 | 15.966,50 | 16.944,87 | 17.305,40 |
| Depreciação | | 7.400,00 | 7.659,00 | 7.927,07 | 8.204,51 | 8.491,67 |
| Geração Caixa Anual | (40.000,00) | 10.890,12 | 6.453,49 | 13.893,56 | 15.149,39 | 15.797,07 |
| Geração Caixa Acumulada | (40.000,00) | (29.109,88) | (22.656,38) | (8.762,82) | 6.386,57 | 22.183,64 |

Nesse caso, observa-se que o volume de embalagens cartonadas longa vida pós-consumo separados (coleta seletiva) em Porto Alegre cobririam cerca de 54% da necessidade de matéria-prima para realizar um empreendimento desse porte. Se for analisado o volume de embalagens gerados na cidade (coleta seletiva + coleta domiciliar), nota-se que o projeto sugerido necessita apenas de 17% das embalagens cartonadas longa vida consumidas na cidade, ou seja, as embalagens separadas deveriam subir do atual valor

de 9% para os 17% necessários para viabilizar tal investimento. Portanto, nesse caso verifica-se que o índice torna-se tangível, pois materiais como o papel ondulado possuem 71% de reaproveitamento no Brasil. Além disso, Porto Alegre, atualmente, consegue reaproveitar 20% dos materiais recicláveis, sem considerar o volume recolhido pelos carroceiros e carrinheiros, para os quais estima-se um recolhimento de 40 a 50% do total de lixo reciclável de Porto Alegre. Todavia, trata-se de uma análise econômica limitada, pois não se considera a influência do resíduo de plástico e alumínio. Assim, todas as colocações feitas para a sugestão 1, em relação a esses resíduos, devem ser reafirmadas aqui.

# 9. CONCLUSÕES

Após analisar e discutir os processos de reciclagem das embalagens cartonadas longa vida existentes, atualmente, no Brasil realizou-se uma avaliação da viabilidade tecnológica e econômica de tais processos para o caso de Porto Alegre. Numa paisagem mais geral, verificou-se que, tanto em termos tecnológicos como econômicos o processo possui alguns limitantes.

## 9.1 Viabilidade Tecnológica: Limitantes

- Os processos utilizados no Brasil separam facilmente a camada de papel das camadas de alumínio e plástico. A dificuldade maior está em separar o plástico do alumínio.

- As recicladoras de papel que incorporaram as embalagens cartonadas longa vida como matéria-prima em seus processos de reciclagem possuem como produto final, produtos compostos de papelão e papelão ondulado. Essa observação acaba impondo limites nos tipos de recicladoras de papel que estariam disponíveis para trabalhar com este tipo de material ou que apresentam uma infra-estrutura desejável. Tal fato deve ser analisado, no caso de se optar por utilizar as fibras de papel extraídas das embalagens cartonadas longa vida em processos industriais com maior valor agregado.

- Apesar de já existirem empresas que separam as fibras de papel, deve-se ressaltar que existem limitantes em relação as variáveis e parâmetros do processo de reciclagem das fibras de papel destas embalagens. Destaca-se tal fato, pois empresas como a Novacki não obtiveram sucesso na busca das variáveis e parâmetros para a reciclagem destas embalagens. Além disso, a própria Klabin dispendeu longo tempo na busca das melhores variáveis e parâmetros para se trabalhar no processo de reciclagem das embalagens longa vida.

## 9.2 Viabilidade Econômica: Limitantes

- Em função das demandas necessárias para a implantação de uma recicladora de embalagens cartonadas longa vida pós-consumo, conclui-se que, mantidas as atuais condições seria inviável economicamente implantar uma recicladora em Porto Alegre;

- Uma alternativa para tornar viável a instalação de uma recicladora de embalagens cartonadas longa vida em Porto Alegre seria a reciclagem da camada de papel juntamente com outros resíduos de papel. Para tanto, o volume de embalagens cartonadas longa vida recolhidos pela coleta seletiva deveria ser superior a 46 toneladas/mês, o que significaria o dobro da média mensal de recolhimento realizado em 2000.

- Problemas com a legislação no que se refere a responsabilidade ambiental, pois no momento que as empresas adquirem as embalagens cartonadas longa vida pós-consumo, a responsabilidade de destinação acaba sendo não só em relação as fibras de papel (que estão sendo recicladas), mas também em relação ao resíduo de plástico/alumínio, que, neste caso, não teria aceitação nos aterros sanitários municipais, por não serem mais de responsabilidade dos municípios. Logo, a destinação deste resíduo estaria vinculada a colocação em aterros de lixo industrial que repercutiriam num custo para destinação destes resíduos. No entanto, tratativas e convênios entre o DMLU, por exemplo, e estas futuras recicladoras poderiam resolver problemas como este.

## 9.3 Conclusões Finais

Após analisar os dados obtidos na pesquisa constata-se que:

- Mesmo as populações de cidades que possuem coleta seletiva ainda não estão completamente conscientes da viabilidade de reutilização e/ou reciclagem das embalagens Longa Vida, pois somente as cidades de Porto Alegre e Curitiba, classificadas como capitais rumo ao desenvolvimento sustentável, geram cerca de 600 a 650 toneladas/dia de embalagens pós-consumo, valor superior às 400 toneladas/mês recicladas pelas três recicladoras existentes no Brasil.

- Como as recicladoras das fibras de papel das embalagens cartonadas longa vida centralizam-se nos estados do Paraná e São Paulo, o frete acaba tendo um papel

decisivo no preço de comercialização destas embalagens pós-consumo, pois tais recicladoras acabam desenvolvendo uma demanda sobre todo o mercado nacional de embalagens cartonadas longa vida pós-consumo.

- A infra-estrutura de intermediários e de comércio dos resíduos das embalagens Longa Vida encontra-se em fase inicial (2 anos), tendo somente um depósito trabalhando com a venda desse tipo de embalagem.

- Atualmente não existe demanda pelo resíduo de plástico e alumínio gerado pelas recicladoras de papel que utilizam as embalagens Longa Vida como matéria-prima;

- As tecnologias de reaproveitamento das embalagens Longa Vida ainda se encontram no início da curva "S" (primeiro trecho), sendo, portanto, necessário uma carga de esforço e investimento grande por parte de qualquer investidor interessado em atuar nesse ramo;

- Apesar de já existirem algumas experiências bem sucedidas (Porto Alegre, Curitiba, Campinas, etc.), a maioria dos municípios brasileiros ainda não tomaram medidas reguladoras e empreendedoras em relação a reciclagem de embalagens pós-consumo;

- As embalagens pós-consumo possuem menor interesse do que as embalagens pós-industriais, por parte dos recicladores, pois aquelas acabam tendo um alto grau de impurezas (sujeira, degradação, "mau-cheiro"), influenciando nas condições de higiene dos estoques e, também, nas próprias características mecânicas.

- Levantou-se, na RMPA, somente uma empresa fabricante de papelão que utiliza como matéria-prima fibras de papel recicladas que é a Box Print de Campo Bom, além da Trombini de Canela que se adequou ao perfil de recicladora de embalagens cartonadas longa vida pós-consumo, como uma fabricante de papelão que utiliza como matéria-prima fibras de papel recicladas.

Diante de tudo que foi colocado, percebe-se que se deve criar uma demanda em relação ao resíduo de plástico e alumínio. Esta demanda poderia surgir utilizando-se de política de divulgação das tecnologias já testadas e comprovadas de reciclagem dos resíduos de plástico e alumínio (Zuben, 1999). Outra forma para a busca de demanda por

parte das recicladoras pode ser com pesquisas com o intuito de formar um mercado consumidor para os produtos que podem ser produzidos pelos processos de reciclagem dos resíduos de plástico e alumínio.

Tanto em questões de reciclagem das embalagens longa vida pós-consumo, como para todo o resíduo reciclável, deve-se pensar na alternativa de redução do lixo orgânico. Esta alternativa pode ser buscada criando opções para separação de todo o lixo reciclável que acaba sendo encaminhado para os aterros. Alternativas como a criação de convênios com empresas interessadas no lixo que não alcançam a coleta seletiva, podem vir a solucionar problemas de demanda, como, por exemplo, as embalagens cartonadas longa vida pós-consumo destinadas ao lixo orgânico, que, no caso de Porto Alegre, somam um volume maior que 90% do volume total que é destinado para o aterro sanitário.

Outra alternativa diz respeito a um incentivo aos carrinheiros e carroceiros para que estes contribuam para a comercialização das embalagens cartonadas longa vida pós-consumo. Inserindo-se estas embalagens pós-consumo no comércio informal de resíduos, pode-se estar influenciando na logística da cadeia de comercialização das embalagens cartonadas longa vida e, também a alternativa de interesse por parte do comércio informal poderia repercutir no volume de separação destas embalagens pós-consumo que hoje se encontra em índices abaixo de 10%.

## 10. SUGESTÕES

A fim de tornar a reciclagem das embalagens cartonadas longa vida pós-consumo um processo viável economicamente, sugere-se o seguinte:

- A forma de disposição e separação habitual adotada pelas pessoas e, pelas próprias prefeituras deve ser repensada, pois, atualmente as embalagens chegam nas recicladoras em níveis altos de sujeira e "mau-cheiro", fazendo com que as embalagens pós-consumo adquiram propriedades físico-mecânicas inferiores as embalagens pós-industriais. Isto faz com que processos de reciclagem como o de prensagem, não sejam indicados para as embalagens pós-consumo, restringindo-se somente então as embalagens pós-industriais.

- Motivar as prefeituras a implementarem a coleta seletiva nas cidades, pois se trata de uma nova forma de receita e geração de empregos para a região. Além disso, a implementação desse tipo de coleta acaba influenciando na oferta de resíduos (matéria-prima barata) para o mercado de embalagens;

- Incentivar toda a pesquisa que objetive encontrar soluções em termos de processo e tecnologia para ao reaproveitamento das embalagens longa vida, principalmente para o resíduo de plástico e alumínio gerado em processo já utilizados atualmente;

- Incentivos e investimentos, por parte do governo e da própria Tetra Pak para as pequenas recicladoras, no intuito de esclarecimento de variáveis de processo, abertura de mercado, linhas de crédito e solução para a disposição de resíduos (alumínio e polietileno) e tecnologias viáveis existentes.

- Criar instrumentos de divulgação a fim de educar e conscientizar a população para a separação, limpeza e disposição segura dos resíduos sólidos, com o intuito de reaproveitamento dos mesmos;

- Criar instrumentos de integração da coleta seletiva com o mercado, e destes dois com a própria reciclagem, a fim de viabilizar a utilização das embalagens pós-consumo;

- Buscar formas de estimular o comércio das embalagens longa vida, fazendo com que possam: ser criadas cooperativas de recolhedores para esse material ou ser oferecida mais uma alternativa de produto pós-consumo para as atuais cooperativas de recolhedores de papel e papelão.

Além das sugestões acima, o reaproveitamento das embalagens cartonadas longa vida pós-consumo de Porto Alegre, que atualmente são colocadas nos aterros sanitários, agregariam para o setor econômico uma redução em cerca de R$ 1.368.000,00 anuais, ao optar pela produção de papel, plástico e alumínio através da reciclagem, ao invés da utilização de matérias-primas virgens. Além dessa redução de gastos, a reciclagem desses materiais das embalagens pós-consumo ajudariam na redução da poluição do ar, da água e na diminuição do consumo de matérias-primas não renováveis como o petróleo e a bauxita (Anexo 7).

**BIBLIOGRAFIA**


AGAS – Revista do Supermercado Gaúcho. Reciclagem: lixo que vale ouro. **Revista AGAS**, abril, p.12-20, 1998.

ANUATTI, Francisco. Políticas Públicas para Reciclagem e Reutilização de Resíduos. **IV Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente**. São Paulo, 19, 20 e 21 de novembro, 1997.

APC – ASEPTIC PACKAGING COUNCIL. **Maximum Benefit, Minimum Waste – The Truth About Aseptic Packaging**. Washington, D.C. [199-]

ASSESSORIA AMBIENTAL - DMLU. **Manual de Dados da Coleta de Lixo de Porto Alegre**. Porto Alegre, DMLU, 2000.

BEAUD, Michel. **A arte da tese: como preparar e redigir uma tese de mestrado, uma monografia ou qualquer outro trabalho universitário**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1996.

BENNETT, Steven J. **Eco Empreendedor – oportunidades de negócios decorrentes da revolução ambiental**. São Paulo, Makron Books, 1992.

BETZ, Frederic. **Inovation Process**. Chapter Five, In: BETZ, p.48-58, 1987

BIANCONI, César. Economia Verde. **Revista Inovação Empresarial**. Ano IX, 111, Agosto, 1999.

BURREL, Gibson & MORGAN, Gareth. **Sociological Paradigms and Organizational Analysis**. London: Ed. Heinemann, 1979.

CALDERONI, Sabetai. **Os Bilhões Perdidos no Lixo**. São Paulo. Humanitas Editora/FFLCH/USP, 1997.

CARR, Clay. **O Poder Competitivo da Criatividade**, São Paulo. Makron, 1997.

CAJAZEIRA, Jorge E.R. Uma reflexão sobre a empresa verde. **Banas Ambiental**. Ano II, número 8, outubro, 2000.

CEMPRE – Compromisso Empresarial para a Reciclagem. "Longa Vida" vira madeira. **CEMPRE Informa**. CEMPRE, São Paulo, n. 16, agosto, p.1, 1994.

CEMPRE – Compromisso Empresarial para a Reciclagem. **Ficha Técnica 2**. CEMPRE, São Paulo, 1997a.

CEMPRE – Compromisso Empresarial para a Reciclagem. **Ficha Técnica 10**. CEMPRE, São Paulo, 1997b.

CHARLIER, Philippe & SJÖBERG, Gösta. Recycling Aluminum Foil from Post-Consumer Beverage Cartons. **Journal of The Minerals, Metals & Materials Society.** Volume 48, Number 10, p. 12-13. October, 1995.

CLARK, Norman. **The Political Economy of Science & Technology**. Oxford, Blackwell's, 1985.

COSTA, Ana Claúdia Fernandes. **Os Caminhos dos resíduos Sólidos Urbanos na Cidade de Porto Alegre/RS: Da Origem ao destino Final**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1998.

COUTINHO, L. & FERRAZ, J.C. (orgs.). **Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira**. Campinas, Papirus/Editora da Unicamp, 1994.

D'ALESSIO, Sílvia Pimentel. Aumenta a reciclagem de embalagens "longa vida". **Revista Celulose & Papel**, nº 62. p. 27-29. 1998.

DECRETO ESTADUAL nº 38.356/98. Regulamenta a Lei Estadual 9.921/93 e dispõe sobre a gestão de resíduos sólidos. Publicado no **Diário Oficial do Estado do RS** em 02 de abril de 1998.

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

DENTON, D. Keith. **Enviro-Management: How Smart Companies Turn Environmental Costs Into Profits.** New Jersey. Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1994.

DMLU. **Site oficial do Departamento de Limpeza Urbana de Porto Alegre (DMLU)**. Capturado em 05 de outubro de 2000. Online. Disponível na Internet http://www.portoalegre.rs.gov.br/dmlu.

ELSTER, J. **Peças e engrenagens das ciências sociais**. (Trad. bras.). Rio de Janeiro: Relume-Dumará, 1994.

FAGÁ, Francisca Stella. Tetra Pak busca novos usos para os resíduos das embalagens cartonadas. **Gazeta Mercantil**, n. 20.008, p.13, Jan. 1993.

FIGUEIREDO, Paulo J. M. **A Sociedade do Lixo: os resíduos, a questão energética e a crise ambiental**. São Paulo, 2ª. ed., Ed. UNIMEP, 1995.

FOOD, Cosmetics & Drug Packaging. Recovery of paper from paperboard cartons. **Food, Cosmetics & Drug Packaging**. 1p., nov, 1991.

FOSTER, Richard. **Inovação: A Vantagem do Atacante**, São Paulo: Best Seller, 1988.

FRANÇA, Herbert . Empresário desenvolve equipamento para reciclar embalagens cartonadas. **Ambiente Global NEWS – Informativo semanal.** 10-14/jan, 2000.

FROSCH, Robert A. No caminho para o fim dos resíduos. **Revista Baiana Tecnologia**. Camaçari, v.12, n.12, mai/ago 1997.

GALLIANO, A. Guilherme. **O Método Científico: Teoria e Prática**. São Paulo. Harbra ltda, 1986.

HAYEK, Frederick. The use of knowledge in society. **American Economic Review**, vol. XXXV, no. 4, 1945.

HENRY, J. & WALKER, D. (Eds.). **Managing Innovation**. London, Sage, 1991.

HIRATUKA, Célio. Estruturas de Coordenação e Relações Interfirmas: Uma Interpretação a partir da Teoria dos Custos de Transação e da Teoria Neo-Schumpeteriana. **Economia & Empresa**, v. 4, n. 1, p. 17-32, jan./mar., São Paulo, 1997.

HIWATASHI, Erica. **O Processo de Reciclagem dos Resíduos Sólidos Inorgânicos Domiciliares em Porto Alegre**. Dissertação (Mestrado em Administração) - Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1998.

INTEGRATED WASTE MANAGEMENT. **The Alliance for Beverage Cartons and the Environment (ACE)**. Capturado em 7 de novembro de 1999. Online. Disponível na Internet http://www.ace.be/integrated_waste _management.htm.

ITC - INTERNATIONAL TRADE CENTRE UNCTAD/GATT. Fourteen Common Myths about Packaging and Solid Waste Problems. **"PACKDATA" Factsheet**. No. 15. April 1993.

IUDÍCIBUS, Sérgio de; Martins, Eliseu; Gelbcke, Ernesto R. **Manual de Contabilidade das sociedades por ações**. 4ª edição, São Paulo, Atlas, 1996.

JONES, Harry & TWISS, Brian C. **Previsão Tecnológica para Decisões de Planejamento**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1978.

KASSAI, José R.; Kassai, Sílvia; Santos, Ariovaldo de; Neto, Alexandre A. **Retorno de Investimento – Abordagem matemática e contábil do lucro empresarial**. 2ª edição, São Paulo, Atlas, 2000.

KIRKPATRICK, Neil. Selecting a waste management option using a life cycle analysis approach. **Paper 3 – Pira**. Pira International, november, 1992.

KIEHL, Edmar J. A Coleta Seletiva em Debate. **CEMPRE Informa**. n. 31, 1p., out., 1996.

LAZONICK, William. Business Organization and Competitive Advantage: capitalist transformations in the twentieth century. In: DOSI, G. et al. (Eds.). **Technology and Enterprise in a Historical Perspective**. Oxford, Oxford University Press, 1992.

LEI ESTADUAL,RS nº 9.921/93. Dispõe sobre a gestão de resíduos sólidos nos termos do §3 º do art. 247 da Constituição do Estado do Rio Grande do Sul. Publicada no **Diário Oficial do Estado do RS** em 27 de junho de 1993.

LIMA, Clarissa. Curitiba adotará processo de reciclagem inédito no mundo. **Gazeta Popular**. 22 de maio. p. 03. 2000.

LIPIETZ, A. **Será impossível um desenvolvimento ecologicamente sustentável?** Portugal, Contemporânea Editora Ltda. [199-].

LOBO, Yane R. O. LIMA, Paulo C. Avaliação do Ciclo de Vida. **Anais ENEGEP 97**. Gramado, outubro, 1997.

MACEDO, Ângela Regina P.; VALENÇA, Antônio C. de Vasconcelos. Reciclagem de Papel. **Estudos Setoriais – BNDES Setorial.** BNDES, Setorial nº 2, dezembro, 1995.

MADI, Luis; MÜLLER, Manoel; WALLIS, Graham**. Brasil Pack Trends 2005 – Tendências da indústria brasileira de embalagem na virada do milênio**. Campinas: CETEA/ITAL, 1998.

MATTOS, René Luiz Grion; VALENÇA, Antônio C. de Vasconcelos. O Segmento de Cartões para Embalagem. **Estudos Setoriais – BNDES Setorial.** BNDES, Setorial nº 9,março, 1999.

MEDEIROS, Luiz Edgar. **Análise Econômico-Financeira**. 3 ª ed. Porto Alegre. Ortiz, 1997.

MEDEIROS, Natalino H. O conceito de Empresário em Schumpeter. **A Economia em Revista**, vol.V, no. 1, 1996.

MODERN Plastics International. Tetra Pak to use glass barrier system. **Modern Plastics International**. v.24, n. 8, p.10, abril, 1994.

MOTTA, Ronaldo S. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais**. Ministério do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Brasília, 1998.

NEVES, Fernando Luiz. Reciclagem de Embalagens Cartonadas Tetra Pak. **O Papel.** Fevereiro 1999.

NEVES, Fernando Luiz; GOMES, Rodrigo. Análise do Ciclo de Vida. **E-Flash Nestlé – Edição Especial.** Março 2000.

NORTH, Klaus. **Environment Business Management**. Second Edition. Geneva, International Labour Office, 1997.

PAIVA, Paulo R. A utilização de métodos quantitativos na resolução de um problema urbano relacionado com o meio ambiente. **Congresso Brasileiro de Custos**, São Paulo, 1999.

PARQUES & CICLOVIAS (P&C), Curitiba constrói usina para reciclar embalagens longa vida. **Parques & Ciclovias**. Junho, págs.4-5, 2000.

PAULI, Gunter. **Emissão Zero: a busca de novos paradigmas: o que os negócios podem oferecer à sociedade**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1996.

POPPER, K. **A lógica da Pesquisa Científica** (Trad. bras.) São Paulo: Cultrix, 1974.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE. **Site oficial da Prefeitura Municipal de Porto Alegre/RS.** Capturado em 14 de agosto de 2000. Online. Disponível na Internet http://www.portoalegre.rs.gov.br.

REIS, Mariza F. P. Segregação na Origem: Uma solução para a qualificação do composto produzido em unidade de triagem e compostagem de resíduos sólidos domiciliares. **Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária**. PUC, Porto Alegre, 2000.

ROBERTS, Edward. B. Managing Invention and Innovation. **Research Technology Management**. jan/fev, p.11-29, 1988.

ROESH, Sylvia M. A. **Projetos de Estágio e de Pesquisa em Administração**. Ed. Atlas. 2ª edição, 1999.

ROLIM, Aline M. **A Reciclagem de Resíduos Plásticos Pós-Consumo em Oito Empresas do Rio Grande do Sul**. Dissertação (Mestrado em Administração) - Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2000.

ROQUE, Vânia F.; Moura Júnior, Armando N. C. Análise de Ciclo de Vida como Ferramenta para se para se alcançar Emissão Zero. **Anais ENEGEP 97**. Gramado, outubro, 1997.

RS – UMA VOCAÇÃO PLÁSTICA, **Perfil de Oportunidades de Investimento: Fábrica de Plásticos Reciclados**. Porto Alegre: Informativo SEBRAE, 2000.

SANTOS, A. F. A malha técnico-científica. Uma reflexão pós-popperiana. **Série Documentos para estudo**, PPGA/UFRGS, nr. 05/98, 1998a.

SANTOS, A. F. A decisão empresarial: aspectos subjetivos e coletivos da "razoabilidade criativa". Mais uma lição de feitas para durar. **Anais do 22º ENANPAD**. CD-Rom, 07-07, 1998b.

SANVICENTE, Antônio Z. **Administração Financeira**. São Paulo: Editora Atlas, 3ª edição, 1987.

SETI – Secretária da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Paraná. Reciclagem de Embalagens Longa Vida. **Site Oficial do SETI**. Capturado em 27 março de 2000. Online: Disponível na Internet http://www.seti.gov.br.

SELLIERS, B. de. Beverage Cartons Valorisation. **DAVOS RECYCLE'92 International Forum and Exposition.** Davos, 1992.

SHTUB, A. **Project Management: engineering technology, and implementation**. Ed. Prentice-Hall, 1994

TETRA PAK. **Site oficial da Tetra Pak do Brasil Ltda**. Capturado em 23 de outubro de 1999. Online. Disponível na Internet http://www.tetrapak.com.br.

TETRA PAK. A Embalagem e o Ambiente. **Política Ambiental da Tetra Pak**. Monte Mor, 1998.

VILHENA, André T. & HEMAIS, Carlos A. Reciclagem de Resíduos Sólidos como Forma de Geração de Empregos. **IV Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente**. São Paulo, 19, 20 e 21 de novembro, 1997.

WOILER, Sansão; MATHIAS, Washington F. **Projetos: planejamento, elaboração, análise**. São Paulo: Atlas, 1996.

ZUBEN, Fernando Von. Reciclagem de Embalagens Longa Vida Tetra Pak. **III Seminário Internacional de Reciclagem do Alumínio**. Coletânea de Trabalhos. São Paulo. 1996.

ZUBEN, Fernando Von; NEVES, Fernando Luiz. Reciclagem do Alumínio e Polietileno presentes nas Embalagens Cartonadas Tetra Pak. **Coletânea de Trabalhos – Tetra Pak**. São Paulo. 1999.

## ANEXO 1

Questionário aplicado nas recicladoras

**ROTEIRO DE ENTREVISTA - EMPRESAS RECICLADORAS**

**DADOS DA EMPRESA**

Razão Social:

Endereço:

Tel./Fax:

Entrevistado:

Cargo/Função:

Número de funcionários:

Receita mensal (R$):

Ano de início das atividades:

**MATÉRIA-PRIMA**

1) A empresa recicla embalagem cartonada desde quando? Houve ajuda da Tetra Pak quanto a parte técnica ou em relação a Financiamento para investimento em novos equipamentos? Quais os juros negociados?

2) Quais os resíduos de embalagem cartonada (tipos de produtos descartados pelos consumidores) são possíveis de serem reciclados? Existem limitantes?

3) Quais resíduos de embalagem cartonada não são? Por quê? Em que condições seriam reciclados?

4) Quais foram às motivações para a reciclagem?

5) Qual é a quantidade de resíduos de embalagem cartonada pós-consumo/mês reciclados? Vocês trabalham com resíduo de embalagem cartonada pós-industrial? Quanto?

6) Quem são os principais fornecedores de resíduos de embalagem cartonada pós-consumo (intermediários, catadores, galpões de reciclagem)?

7) Qual o critério para a escolha dos fornecedores?

8) Qual o preço do resíduo de embalagem cartonada pós-consumo? E do pós-industrial?

9) Quais as vantagens e desvantagens apresentadas pelos resíduos das embalagens Longa Vida pós-consumo para a reciclagem quando comparados aos resíduos de papel misto?

10) Como é a oferta de resíduos pós-consumo? Regularidade de fornecimento? Qualidade? Grau de contaminação?

11) Sugestões da empresa de medidas a serem adotadas pelos fornecedores para melhorar a reciclagem das embalagens cartonadas.

**PROCESSO**

12) Como é o processo de reciclagem utilizado pela empresa? Quais as etapas realizadas? Quais os equipamentos utilizados?

13) Foi modificada alguma fase do processo de reciclagem em relação à reciclagem do papel misto?

14) Foi necessário adicionar algum equipamento? Qual foi o custo?

15) Foi necessário acrescentar alguma instalação industrial (distribuição de água e de energia)?

16) Foi necessário contratar novos funcionários? Quantos? Qual é o gasto?

17) Em comparação com a reciclagem do papel misto, existe diferencial no gasto de energia? E de água?

18) A empresa introduziu alguma inovação? Qual?

19) Qual a produção mensal?

20) Quais são os resíduos gerados pela empresa?

21) Os resíduos gerados no processo de reciclagem são reaproveitados pela empresa?

22) A partir de que volume de papel torna-se viável a operação de uma recicladora?

23) Quais são os custos envolvidos na reciclagem de resíduos pós-consumo (energia, água, salários,...)? Quais são as despesas com a manutenção e conservação?

**PRODUTO FINAL**

24) Qual a forma de venda do produto reciclado? Existe mercado para a fração de plástico com Alumínio? Qual o preço obtido?

25) Quais as possíveis aplicações do resíduo de embalagem cartonada reciclado?

26) Qual o mercado atingido pela empresa?

27) A que segmentos de empresas de transformação que o resíduo de embalagem cartonada reciclado se destina?

28) Quem são os principais clientes (empresas)?

29) Como é a demanda pelo resíduo de embalagem cartonada reciclado?

30) Quais são as vendas deste produto reciclado da empresa?

31) Quais os problemas que a empresa enfrenta na comercialização do resíduo de embalagem cartonada reciclado?

32) Qual o preço de venda dos resíduos de embalagem cartonada reciclado pela empresa?

**TENDÊNCIAS**

33) Quais são os planos futuros da empresa?

34) Quando a empresa implantar estes planos, quais as barreiras/ dificuldades poderá encontrar?

35) Quais as potencialidades da reciclagem de resíduos de embalagens cartonadas pós-consumo?

36) Sugestões para o aumento das atividades de reciclagem de embalagens cartonadas pós-consumo.

## ANEXO 2

Questionário aplicado no DMLU

**ROTEIRO DE ENTREVISTA – SERVIÇO DE LIMPEZA URBANA DE PORTO ALEGRE E AFINS**

1) Qual é o Custo Médio da Coleta Normal?

2) Qual é o Custo Médio da Coleta Seletiva?

3) Qual é a densidade do lixo orgânico e do lixo seco?

4) Qual é a Composição do lixo orgânico?

5) Qual é a Composição do lixo seco?

6) Existem registrados Recicladores de Papel na região metropolitana? Quantos?

7) Existem intermediários nas vendas das embalagens cartonadas longa vida?

8) Quando as Embalagens Cartonadas começaram a ser separadas para venda?

9) Qual é Massa de Embalagens Cartonadas Separadas pela Coleta Seletiva?

## ANEXO 3

Questionário aplicado nos intermediários

**ROTEIRO DE ENTREVISTA – INTERMEDIÁRIOS NA VENDA DE EMBALAGENS CARTONADAS LONGA VIDA**

1) Quais são as empresas que compram para reciclar (nome, telefone, ...) ?

2) Já existiu outra empresa comprando?

3) Como funciona o frete? Quantos fardos cabem numa leva de um caminhão ? Qual é a empresa? Quanto custa? Quem paga?

4) Existe volume mínimo para venda (quilos, fardos, ...)?

## ANEXO 4

Correspondência dirigida as recicladoras de embalagem Tetra Pak

Porto Alegre, 11 de Agosto

Prezado Senhor

O mestrando Rafael Batista Zortea, aluno do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul está desenvolvendo a Dissertação de Mestrado: “Estudo de Viabilidade Tecnológica e Econômica para a reciclagem das Embalagens Longa Vida para Porto Alegre”.

O objetivo desta pesquisa é apresentar os casos de reciclagem das embalagens longa vida existentes no Brasil, analisando os aspectos tecnológicos e econômicos para este processo de reciclagem.

Solicitamos o seu apoio para a realização desta pesquisa permitindo uma visita na fábrica e fornecendo as informações solicitadas no questionário. Gostaríamos de ressaltar que a pesquisa possui cunho acadêmico e que o nome da empresa só será divulgado se houver a concordância desta.

Desde já, agradecemos a sua colaboração.

Atenciosamente

Prof. Dr. Luis Felipe Nascimento
Orientador da Pesquisa

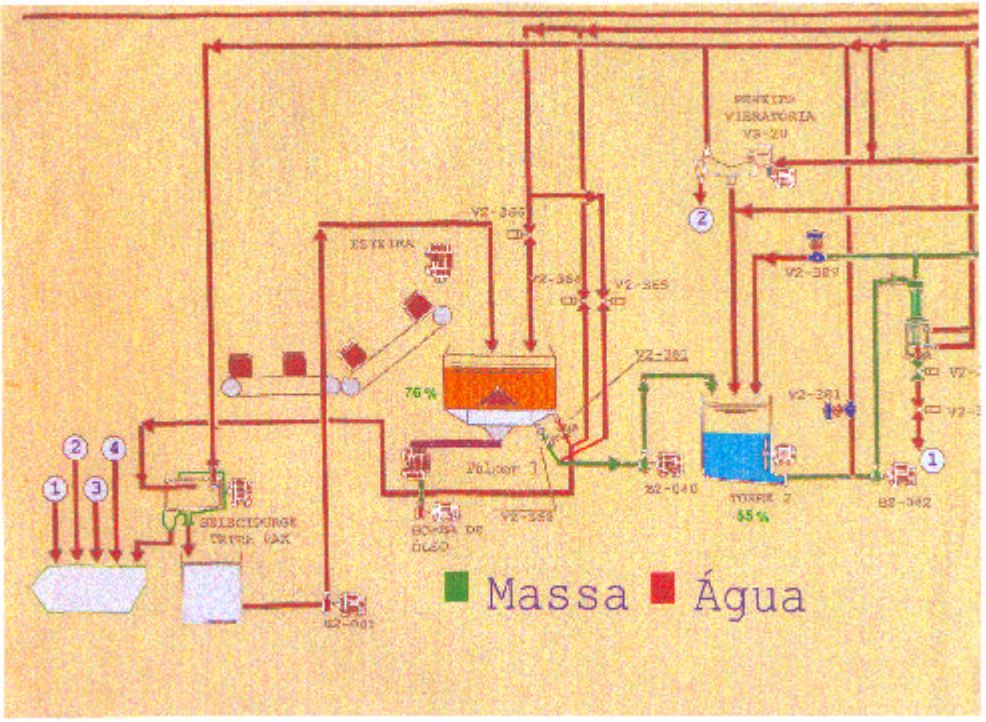
## ANEXO 5

PLANILHA DE VALORES DE COMERCIALIZAÇÃO (fonte: Assessoria Ambiental – DMLU)

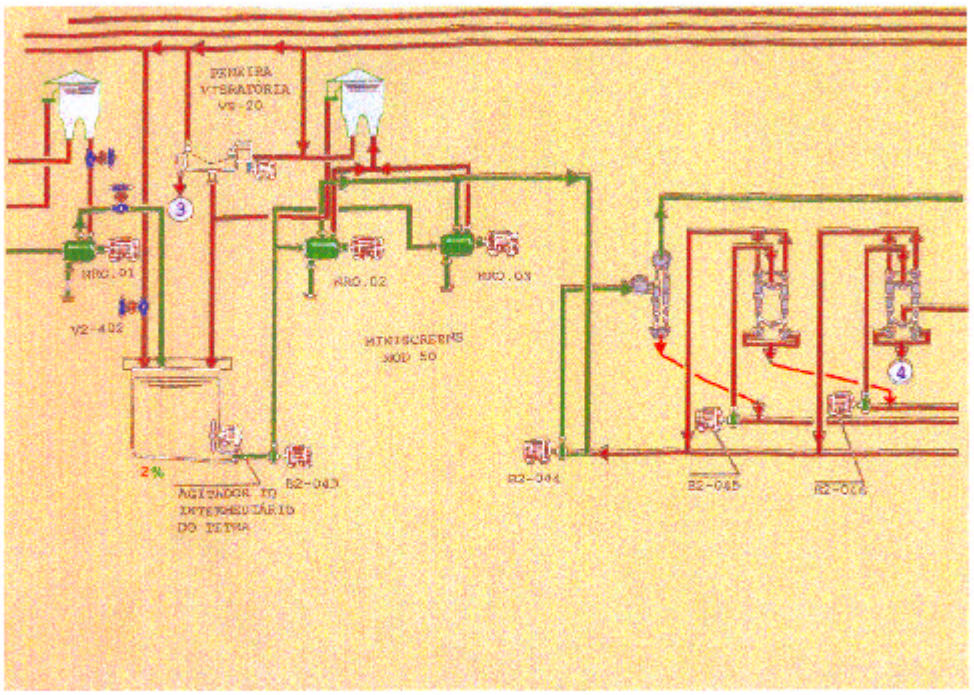
| MATERIAL | UNIDADE | ATERRO | WENC. | CAV. | REST. | TUCA | SANT. | PINTO | ILHA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PAPEL BRANCO | TONELADA | R$250,00 | R$170,00 | R$160,00 | R$280,00 | R$280,00 | R$250,00 | R$230,00 | R$180,00 |
| PAPEL JORNAL | TONELADA | R$120,00 | R$60,00 | R$80,00 | R$140,00 | R$150,00 | R$115,00 | R$130,00 | R$80,00 |
| PAPEL MISTO | TONELADA | R$80,00 | R$40,00 | R$40,00 | R$100,00 | R$100,00 | R$90,00 | R$90,00 | R$60,00 |
| PAPEL KRAFT | TONELADA | | | | R$140,00 | | | R$140,00 | |
| PAPELÃO | TONELADA | R$160,00 | R$90,00 | R$80,00 | R$160,00 | R$160,00 | R$150,00 | R$140,00 | R$120,00 |
| MULTICAMADA | TONELADA | R$40,00 | R$40,00 | R$40,00 | R$50,00 | R$50,00 | R$65,00 | R$50,00 | R$40,00 |
| ALUMÍNIO PANELAS | TONELADA | R$1250,00 | R$650,00 | R$700,00 | R$1400,00 | R$1400,00 | R$1400,00 | R$1400,00 | R$1200,00 |
| ALUMÍNIO BANDEJAS | TONELADA | R$400,00 | R$200,00 | R$400,00 | R$500,00 | R$400,00 | R$200,00 | R$400,00 | R$700,00 |
| ALUMÍNIO LATAS | TONELADA | R$1200,00 | R$560,00 | R$700,00 | R$1500,00 | R$1400,00 | R$1300,00 | R$1450,00 | R$1200,00 |
| PLÁSTICO MISTO | TONELADA | R$230,00 | | R$140,00 | R$230,00 | R$130,00 | R$150,00 | R$180,00 | R$180,00 |
| PLÁSTICO MOLE – SAQ. | TONELADA | R$220,00 | R$150,00 | | R$220,00 | R$130,00 | R$150,00 | R$170,00 | R$150,00 |
| COPINHOS (PS) | TONELADA | | R$150,00 | | | | | | R$170,00 |
| TAMPINHAS (PP) | TONELADA | R$400,00 | R$200,00 | R$260,00 | R$400,00 | R$250,00 | R$250,00 | R$380,00 | |
| LEITE GARRAF. PLÁST. | TONELADA | | R$500,00 | | | | | | |

**ANEXO 6**

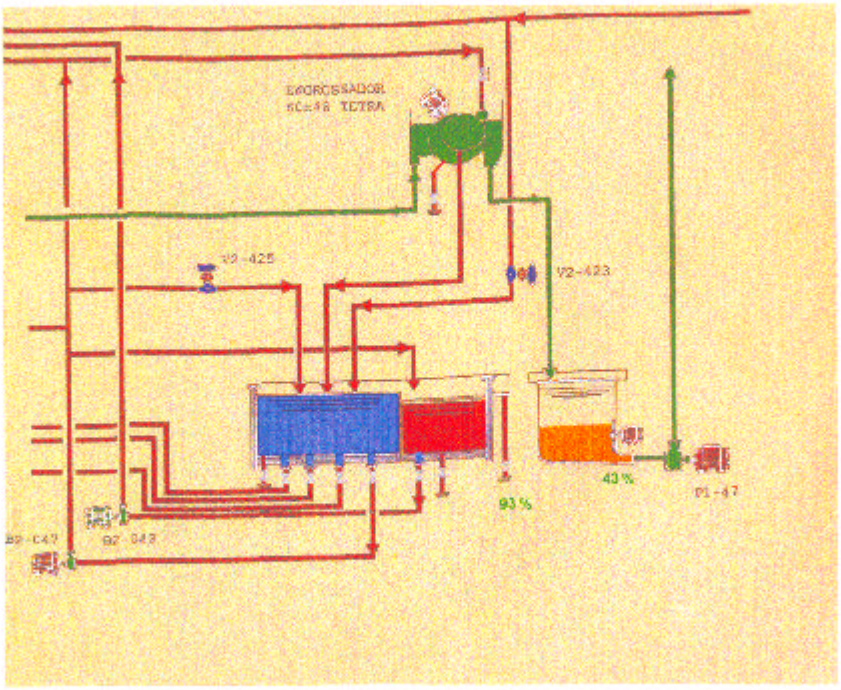
Desenho esquemático e detalhado da planta de reciclagem das fibras de papel das embalagens Longa Vida situada na unidade de Piracicaba das Indústrias Klabin.




Processo (Primeira Etapa)




Processo (Segunda Etapa)




**Processo (Terceira etapa)**

## ANEXO 7

Planilha de Cálculo Comparativo em Relação aos Ganhos ou Perdas Econômicas da Reciclagem e Reaproveitamento dos Materiais Componentes das Embalagens Longa Vida Pós-Consumo

| Gastos com reaproveitamento das embalagens longa vida (para 1 tonelada) | Gastos sem reaproveitamento das embalagens longa vida (para 1 tonelada) |
|---|---|
| Custo da coleta seletiva = **R$ 76,67*** <br> Custo 1 = R$ 76,67/t x 250 t = **R$ 19.167,50** | Custo da Coleta Domiciliar = **R$ 68,48*** <br> Custo 1 = R$ 68,48/t x 250 t = **R$ 17.120,00** |
| Gasto de energia elétrica na produção de papel através da reciclagem = **1,47 MWh**** <br> Custo 2 = 0,75 x 1,47 MWh/t x R$ 95/MWh x 250 t = **R$ 26.184,38** | Gasto de energia elétrica na produção de papel através da matéria-prima virgem= **4,98 MWh**** <br> Custo 2 = 0,75 x 4,98 MWh/t x R$ 95/MWh x 250 t = **R$ 88.706,25** |
| Gasto de Energia Elétrica na produção de plástico através da reciclagem = **1,44 MWh**** <br> Custo 3 = 0,20 x 1,44 MWh/t x R$ 95/MWh x 250 t = **R$ 6.840,00** | Gasto de Energia Elétrica na produção de plástico através da matéria-prima virgem = **6,74 MWh**** <br> Custo 3 = 0,20 x 6,74 MWh/t x R$ 95/MWh x 250 t = **R$ 32.015,00** |
| Gasto de energia elétrica na produção de alumínio através da reciclagem = **0,7 MWh**** <br> Custo 4 = 0,05 x 0,7 MWh/t x R$ 95/MWh x 250 t = **R$ 831,25** | Gasto de Energia Elétrica na produção de alumínio através da matéria-prima virgem = **17,6 MWh**** <br> Custo 4 = 0,05 x 17,6 MWh/t x R$ 95/MWh x 250 t = **R$ 20.900,00** |
| Consumo de água na produção de papel através da reciclagem = **27,1 $m^3$***** <br> Custo 5 = 0,75 x 27,1 $m^3$/t x R$ 1,50/$m^3$ x 250 t = **R$7.621,88** | Consumo de água na produção de papel através da matéria-prima virgem = **56,3 $m^3$******** <br> Custo 5 = 0,75 x 56,3 $m^3$/t x R$ 1,50/$m^3$ x 250 t = **R$15.834,38** |
| **Custo Total = R$ 60.645,01** | **Custo Total = R$ 174.575,63** |
| **Outras observações** | **Diferença = R$ 113.930,62** |
| Redução na poluição da água na produção do papel através da reciclagem = **35%**** <br> Redução na poluição do ar na produção do papel através da reciclagem = **74%**** <br> Redução na poluição da água na produção do alumínio através da reciclagem = **97%**** <br> Redução na poluição do ar na produção do alumínio através da reciclagem = **95%**** | **Outras observações** <br> Consumo de bauxita por tonelada de alumínio = 5 t ⇒ 0,2 x 5t/t x 250 t = 250 t de bauxita |

* DMLU – Assessoria Ambiental
** Calderoni, 1997
*** Santa Clara Papéis

Considerações:

1) Para efeito de cálculo considera-se que 100% do material componente das embalagens longa vida é separado e reaproveitado;

2) Composição da embalagem (75% papel, 20% plástico e 5% alumínio);

3) Preço do Mwh = R$ 95 (CEEE);

4) Preço do $m^3$ de água = R$ 1,50 (DMAE);

5) Quantidade de embalagens longa vida não recicladas em Porto Alegre: ±250 toneladas por mês.