

ANÁLISE DOS CUSTOS PARA A RECICLAGEM DAS FIBRAS DE PAPEL DAS EMBALAGENS TETRA PAK EM PORTO ALEGRE

Rafael Batista Zortea*

Sinopse: Atualmente, tanto as empresas como as gestões públicas estão procurando uma forma de convívio sustentável. Dentro deste convívio nas cidades, a gestão dos resíduos sólidos, entre eles as embalagens Tetra Pak, começam a receber uma certa atenção quanto ao seu reaproveitamento e a sua reciclabilidade. Baseado na idéia de processos inovadores e de busca de soluções através da pesquisa, a Empresa Tetra Pak descobriu processos de reciclabilidade para suas embalagens Longa Vida, oferecendo para as mesmas uma viabilidade tecnológica de reciclagem. Através de instrumentos como a análise do ciclo de vida, é possível verificar os custos incorporados no processo de fabricação e reciclagem das embalagens Tetra Pak, para uma posterior análise econômica. O artigo faz um estudo de alguns itens que influenciam para uma análise sobre a viabilidade econômica de reciclar as embalagens Tetra Pak. No decorrer do trabalho é demonstrado os valores da coleta domiciliar e seletiva em Porto Alegre, seus custos e variáveis que influenciam no baixo valor destas coletas na cidade. Verificam-se também os custos de obtenção e processo da reciclagem das fibras de papel das embalagens Tetra Pak comparando este com o processo normal de reciclagem do papel. A partir daí, chega-se a algumas conclusões e idéias para o destino deste processo de reciclagem.

Palavras-chave: Embalagens Tetra Pak. Coleta seletiva. Custos. Viabilidade econômica.

Abstract: Actually, the companies and the public managements are looking for a kind of sustainable live. Into these sustainable live with cities, the waste solids management; for example, the beverage cartons are starting to receive a good attention about their reuse and recyclability. Based in the idea of innovations process and seeking of solutions through of the research, the Tetra Pak Company has discovered recyclability process for their beverage cartons, these process offer a technologic viability themselves. Through tools such as life cycle assessment is possible to check costs in the manufacture and recyclability process of the beverage cartons and after doing an economic analysis. The paper carries out a study about

* Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Administração de Empresas da UFRGS. (rbzortea@ufrgs.br).

some things that influence the analysis about economic viability to recycle Tetra Pak beverage cartons. This paper shows the collect's values of household and recycling garbage of Porto Alegre City, their costs and variables that influence in the values lows these garbage collects divided. Besides, the paper checks obtaining and process costs of the waste papers fibers of Tetra Pak beverage cartons comparing these costs with the process costs of normal paper recycling. Therefore, the author presents some conclusions and ideas for the future these recycling processes.

Key words: Beverage cartons. Collect of recycling. Garbage. Economic viability.

1 INTRODUÇÃO

Em busca de um melhor fator de custo, todas 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 por qual passa 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. Portanto, o objetivo deste trabalho é o de tentar fazer um estudo comparativo do gasto realizado na reciclagem das fibras de papel desta embalagem com o custo na reciclagem do papel pós-consumo, verificando os custos envolvidos para um possível estudo de viabilidade econômica para a reciclagem da Embalagem Cartonada Longa Vida para o Município de Porto Alegre.

2 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 prensagem¹, 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).

3 MERCADO DE EMBALAGENS TETRA PAK

Com a função de envasar alimentos líquidos (leites e sucos), semilíquidos (molhos de tomate) e viscosos (maionese), 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, chegando-se a um consumo de 11 bilhões de embalagens flexíveis² no ano de 2005, conforme Tabela 1.

Tabela 1
Consumo Brasileiro de Embalagens Cartonadas Longa Vida

<i>Unidades 10⁹</i>	<i>1996</i>	<i>1997</i>	<i>1998*</i>	<i>2005*</i>
Embalagens Cartonadas Longa Vida	3	4,3	6	11

* Estimativa feita pela DATAMARK para as embalagens flexíveis.

Fonte: CEMPRE; DATAMARK.

Segundo Mattos e 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) e 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 a manter os alimentos longe de microorganismos e bactérias, possuindo também a capacidade de preservar os alimentos durante meses, sem a necessidade de refrigeração e conservantes.

¹ Este processo consiste na prensagem a altas temperaturas, produzindo chapas semelhantes à madeira, ideais para a produção de móveis e divisórias. Vide CEMPRE, 1994.

Todavia, em consequência desta complexa composição com papel, alumínio e plástico (75%, 5% e 20%, de composição respectivamente), 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 agressor do meio ambiente vai de encontro aos atuais elementos morais e valores éticos ambientais desejados pelo consumidor. Assim, como já foi discutido na seção anterior, a Tetra Pak buscou avanços nas técnicas de reciclagem e algumas ações em cima deste tipo de embalagem. Atualmente a Embalagem Cartonada Longa Vida já possui alternativas de beneficiamento pós-consumo, entretanto as mesmas ainda são utilizadas de forma limitada para o mercado que existe atualmente.

4 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

² Segundo a definição da Datamark (Madi et al., 1998), embalagens flexíveis são as caixas assépticas para líquidos.

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.

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.

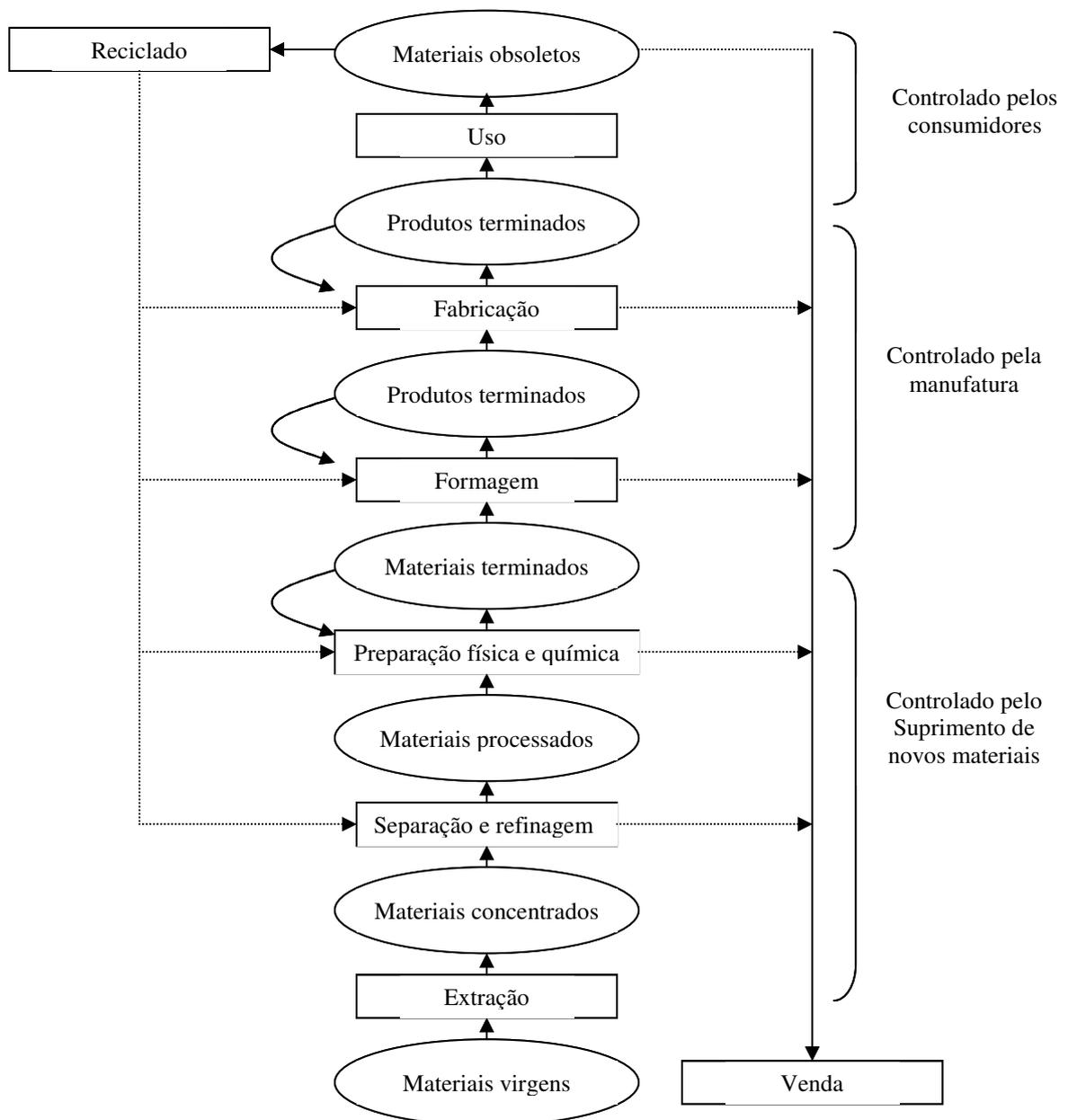


Figura 1- Ciclo Total de uma “Indústria Ecológica”

Fonte: Graedel (*apud* ROQUE, 1997).

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 conseqüentemente a 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 foi 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 1). 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 Tetra Pak 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 Tetra Pak.

5 CUSTOS FIXOS, VARIÁVEIS E SEMIVARIÁVEIS OU SEMIFIXOS

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 mesma. 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 (critério que classificará os tipos de custo a serem analisados no presente estudo) 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 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:

$CT = a + b.Q$ (I), 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) ainda 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.

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 está 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 acaba facilitando aos empresários a verificação dos volumes, custos e preços de venda necessários para que a empresa possa operar com margem de segurança.

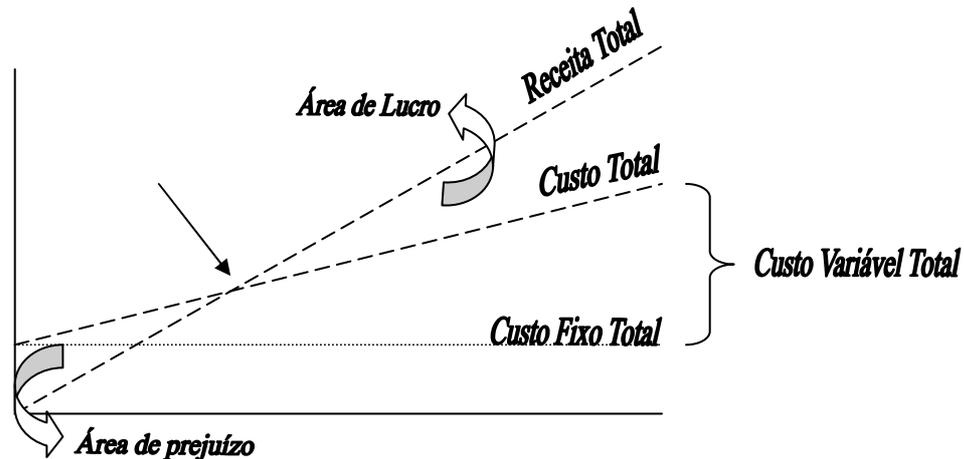


Figura 2 - Gráfico do Ponto de Equilíbrio

6 CUSTOS ENVOLVIDOS NA COLETA DO LIXO DA CIDADE DE PORTO ALEGRE

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

O primeiro tipo de coleta é a coleta comum, existente em quase todas as cidades, em que o lixo recolhido é destinado para dois Aterros Sanitários: o Aterro Sanitário da Extrema localizado na Estrada do Espigão e o Aterro Sanitário de Gravataí localizado na cidade de mesmo nome, pertencente à Região Metropolitana de Porto Alegre (Costa, 1998).

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. Em razão disso, o custo para o recolhimento deste lixo fica relativamente mais alto quando comparado ao custo de um lixão. Este tipo de coleta figura-se como uma despesa, pois ao contrário da coleta seletiva que separa materiais recicláveis, não é possível obter retorno financeiro dos mesmos. Os custos com a coleta domiciliar em Porto Alegre podem ser analisados na Tabela 2.

Tabela 2
Valores Referentes aos Gastos em Cada Etapa da Coleta Domiciliar

COLETA DOMICILIAR (Etapas)	R\$/tonelada
Coleta	31,39
Transporte p/ estação de transbordo do aterro sanitário	6,57
Operação do aterro	15,00
Operação transbordo	3,50
Total	68,48

Fonte: DMLU.

Porém, fatores como o crescente volume de lixo nos centros urbanos associados a um maior consumo de materiais de embalagem 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 consequência disto será um contínuo aumento no custo da coleta de lixo, já que 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 a 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, visto que estas áreas terão os seus custos elevados por motivo do aumento das distâncias entre os pontos de coleta com os próprios aterros (CALDERONI, 1997).

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 de 100%. 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.

Porém, 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/m³; na coleta seletiva, o lixo composto por “materiais recicláveis” possui uma relação de 60 kg/m³. 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 de materiais recicláveis. Porém, ainda se discute muito se a presença dos mesmos possui uma influência positiva ou negativa para a Coleta Seletiva. Abstendo-se desta discussão, pode-se observar que a presença destes carrinheiros e carroceiros acaba influenciando na diminuição do custo total da coleta seletiva, pois se estima que eles contribuam com o recolhimento de 125 toneladas/dia, contra as 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.

Assim, após esta breve discussão, podem-se comparar os custos da coleta domiciliar (Tabela 2) com os custos da coleta seletiva na cidade de Porto Alegre (Tabela 3).

Tabela 3
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: DMLU.

De posse dos dados dos custos das coletas domiciliar e seletiva, 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 incorpora as outras etapas (transporte para estação de transbordo do aterro sanitário, operação do aterro e operação transbordo) necessárias para se efetivar uma 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. Nota-se aqui que o levantamento de custos não se aprofunda quanto aos gastos e retorno financeiro envolvido nos Centros de Triagem.

Um fato que se torna importante para a análise dos custos envolvidos nas coletas domiciliar e, principalmente, seletiva é referente à parcela de material encaminhado para os Centros de Triagem e que, automaticamente, é devolvido para os Aterros Sanitários. Esta parcela encontra-se por volta dos 20% da coleta seletiva e este material acaba tornando-se uma fração onerosa na coleta da cidade, pois a mesma acaba tendo um custo de R\$ 146,59 por

tonelada recolhida. Isto ocorre, uma vez que a população em geral acaba separando uma parcela não aproveitada, devido ao entendimento que se trate de materiais recicláveis. Reforçando esta parcela de materiais devolvidos, jogam-se no lixo resíduos recicláveis, porém sujos e úmidos, fazendo com que estes também se tornem resíduos devolvidos por não possuírem mercado e reaproveitamento no estado em que se encontram. Com o objetivo de minimizar este problema 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.

Pensando deste modo, verifica-se que os carrinheiros e carroceiros acabam beneficiando a minimização destes custos para o DMLU. Supõe-se isto, já que o lixo recolhido por eles acaba sendo de sua própria responsabilidade, ou seja, o não reaproveitamento destes materiais acarreta numa perda monetária para os mesmos, somado o esforço dispendido na separação e carregamento dos mesmos.

7 A COLETA DAS EMBALAGENS TETRA PAK PÓS-CONSUMO EM PORTO ALEGRE

Apresentando, a princípio, três processos de beneficiamento pós-consumo (prensagem, incineração com reaproveitamento de energia e reciclagem das fibras de papel) que têm como objetivo a reutilização das embalagens Tetra Pak de uma forma diferente, 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 pode ser visto na Figura 2.

A idéia de viabilidade técnica para a reciclagem das embalagens Tetra Pak 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 Recicladores de Porto Alegre que estas embalagens começaram a ser separadas para a venda em 1998, mas somente a partir do segundo semestre de 1999 a procura começou a ser realizada com freqüência. Este fato pode ser comprovado ao se analisar a Tabela 4.



Figura 3 - Desenho Esquemático da Reciclagem das Embalagens Tetra Pak

Fonte: Tetra Pak (1999)

Tabela 4
Quantidade de Embalagens Tetra Pak Recolhidas na
Coleta Seletiva no Ano 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	s/q	s/q	s/q	s/q	s/q	s/q	s/q	114744*

* Total até o mês de maio do mesmo ano, pois nos demais meses ainda não se obteve as quantidades (s/q).

Fonte: DMLU.

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

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

PMV = preço médio de venda do material separado nos Centros de Triagem

PCTcav = preço obtido no Centro de Triagem Cavanhada

PCTvp = preço obtido no Centro de Triagem Vila Pinto

PCTout = preço médio obtido pelos outros galpões de Triagem.

Usou-se esta estimativa, porque os galpões da Cavanhada e Vila Pinto são responsáveis por cerca de 60% do material coletado, sendo que os volumes de coleta de cada um deles praticamente se equivalem. Enquanto que os demais galpões completariam a quantidade restante. Assim, os preços médio de venda estimados para o mercado de Porto Alegre apresenta os valores calculados pela fórmula (II) na Tabela 5.

Tabela 5

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 Cavallhada	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

Os preços estão em R\$/kg.

Fonte: DMLU.

Utilizou-se este preço médio, pois, como pode ser notado na Tabela 5, os materiais possuem os preços um pouco diferenciados em cada Centro de Triagem. Isto ocorre porque a qualidade de separação destes materiais influencia na estimativa do preço de venda, 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 observado pelas próprias pessoas que trabalham lá, que o lixo recebido da coleta seletiva provém de bairros de uma situação econômica favorável, 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 Tetra Pak pós-consumo freqüente com quantidades crescentes e de já existir processos de reciclagem tecnicamente viáveis, fatores que facilitam a sua comercialização, o seu reaproveitamento ainda se encontram um pouco distante do ideal, já que se verifica que o material ainda é comercializado a preços um pouco 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, visto que 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.

8 A RECICLAGEM DAS EMBALAGENS TETRA PAK E A SUA VIABILIDADE

De posse dos preços de venda de cada componente das embalagens, assim como o próprio preço de venda da embalagem pós-consumo, este trabalho visa analisar os custos e os benefícios incluídos nas embalagens Tetra Pak, utilizando as mesmas como matéria-prima para os recicladores de papel misto³.

Ao se reciclar as embalagens Tetra Pak, obtém-se uma eficiência de 87% das fibras (ZUBEN, 1996) conforme Figura 3.

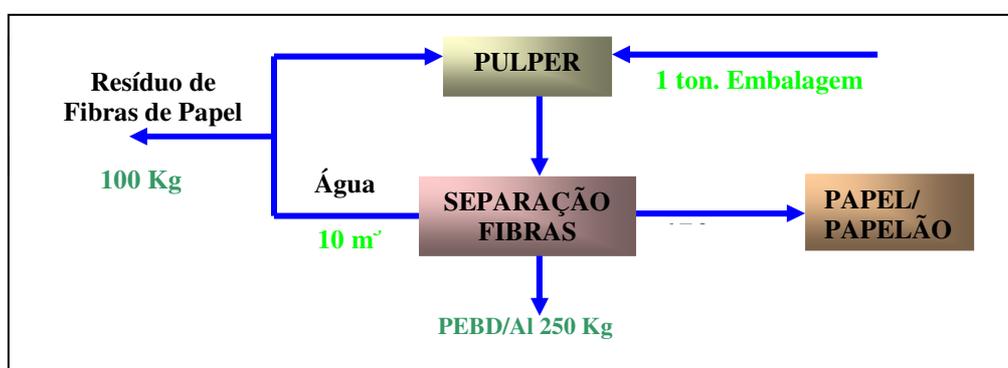


Figura 4 - Balanço de Massa do Processo de Reciclagem das Embalagens Tetra Pak

Fonte: Zuben (1996).

Assim, supondo que ao optar-se pela utilização das fibras das embalagens Tetra Pak em substituição ao papel misto separado nos Centros de Triagem, o reciclador trabalhará com as quantidades e custos, mostradas na Tabela 6.

Tabela 6

Quantidades e Custos para a Obtenção de uma Tonelada de Fibras de Papel na Reciclagem das Embalagens Tetra Pak

	Tetra Pak	Papel	Plástico/Alumínio	Resíduo Papel
Kg	1538,5	1000,0	384,6	153,8
R\$	76,92		(61,54)	
Número de Embalagens:		54945		

³ Em Porto Alegre, os papéis em geral são classificados em papelão, papel jornal, papel branco e papel misto. Para a produção do papel Kraft (papel produzido através das fibras recicladas das embalagens Tetra Pak), os recicladores utilizam o papel misto.

Conforme pode-se ver na Tabela 6, para que um reciclador disponha de uma tonelada de fibras de papel para a reciclagem, serão necessárias 54.945 embalagens de Tetra Pak o que equivale a 1.538 kg deste insumo. Porém, ao se efetuar este processo de reciclagem, serão geradas 384,6 kg de Plástico/Alumínio. Segundo Zuben & Neves (1999), o plástico com alumínio separado das embalagens pode ser encaminhado para recicladores de plástico, onde o material pode ser extrusado e injetado para confecção de peças plásticas. Este material, conforme Tabela 5, possui um valor de mercado em Porto Alegre em torno de R\$ 0,16/kg. Portanto, isso gera um retorno de R\$ 61,54 para o reciclador de papel que gasta R\$ 76,92 na compra das embalagens Tetra Pak, rendendo para o reciclador um custo final de R\$ 15,38.

Para efeito de comparação, este mesmo reciclador ao efetuar a compra de uma tonelada de papel misto, gastará R\$ 60,00, conforme se verifica na Tabela 5.

Cabe ressaltar aqui, que ao se fazer uma análise do balanço de massa demonstrado na Figura 3, observa-se que são gerados 100 kg de resíduos de fibras de papel. Segundo Zuben (1996), este resíduo pode ser usado como combustível nas caldeiras das fábricas de papel, não gerando, a princípio, nenhum custo adicional.

Outro fator que deve ser analisado, no caso de se optar pelas embalagens Tetra Pak pós-consumo para reciclagem das fibras de papel, é quanto ao custo de frete. Como já foi dito anteriormente, estas embalagens, apesar de estarem sendo separadas, não possuem processos de reciclagem no Estado do Rio Grande do Sul, tendo de ser levadas em sua totalidade para o Estado do Paraná, onde aí sim serão recicladas e separadas para reaproveitamento. Neste caso, dentro do processo de reciclagem fica incluído o custo de frete. Este custo está em torno de R\$ 30,00 por tonelada tendo que obrigatoriamente ter uma quantidade mínima de 25 toneladas.

Ao se observar os valores da tabela 4, referentes ao primeiro semestre de 1999, concluí-se que, neste período, só havia quantidade suficiente para a realização de um frete, sendo que, durante o segundo semestre deste mesmo ano, a quantidade elevou-se dando condições para a realização de mais cinco fretes, totalizando seis fretes de embalagens para reciclagem fora do estado. Apesar do baixo número de fretes, esta operação sofreu um custo por volta de R\$ 4.500,00. Este custo deve ser analisado, pois a quantidade de embalagens Tetra Pak pós-consumo separadas pela coleta seletiva no ano 2000 está crescendo, como pode ser observado na mesma Tabela 4.

Se o processo de reciclagem das fibras de papel das embalagens Tetra Pak for também analisado em termos de custos com equipamentos e pessoal, comparativamente ao processo de reciclagem do papel, verifica-se que se caso um reciclador opte por fazer a reciclagem das

fibras de papel das embalagens Tetra Pak, ele terá que incorporar, segundo Neves (1999), uma chapa perfurada para a separação das fibras de papel com um custo médio de R\$ 150,00 e uma Peneira Cilíndrica Rotativa para separar e lavar o plástico e o alumínio com um custo em torno de R\$ 8.000,00.

Além disso, com a aquisição de uma Peneira Cilíndrica Rotativa pode-se levantar a hipótese de contratação de mais um funcionário que, somando seu salário e benefícios trabalhistas, traria um custo por volta de R\$ 500,00 mensais para o empresário.

9 ANÁLISE DOS CUSTOS E COMPARAÇÃO DAS MATÉRIAS-PRIMAS

Com base no que foi investigado, faz-se uma análise dos custos que a Prefeitura de Porto Alegre dispende, e da receita gerada pelos Centros de Triagem, tendo o objetivo de verificar as vantagens da reciclagem de uma tonelada de papel com o intuito de comparar os gastos analisados com a coleta domiciliar, levanta-se também o custo da mesma para a coleta de uma tonelada de material. É importante ressaltar que, no caso da embalagem Tetra Pak, a quantidade trabalhada é de 1.538,5 kg, pois se trata da quantidade necessária para a reciclagem de uma tonelada de fibras de papel.

Tabela 7

Custos de Coleta e de Venda para os Resíduos em Porto Alegre

Material	Quantidade (kg)	Custos (R\$)	Receitas (R\$)	Saldo (R\$)
Papel	1000	(76,67)	60,00	(16,67)
Tetra Pak	1538,5	(117,96)	76,93	(41,03)
Lixo Domiciliar	1000	(68,48)	0,00	(68,48)

Conforme a tabela 2, observa-se que, em nível de Gestão Pública, a Coleta Seletiva dos materiais, ainda repercute em custos. Porém, observa-se que o lixo seco por oportunizar um posterior aproveitamento, gera uma renda que acaba minimizando esses custos quando se compara com o custo da coleta domiciliar.

Além de se verificar os custos que a prefeitura possui, deve-se analisar o lado dos empresários da reciclagem, ou seja, quais os custos que eles possuem e qual a viabilidade dos seus negócios.

Para termos de exemplificação, e somente como exemplificação, far-se-á uma análise comparativa para dois recicladores de papel, em que o primeiro trabalha com uma matéria-

prima de papel misto na sua totalidade e o segundo com 25% de embalagem Tetra Pak e 75% de papel misto como matéria-prima. Chamam-se as recicladoras de Planta 1 (100% papel) e Planta 2 (75% papel e 25% Tetra Pak).

As Recicladoras têm uma capacidade de 80 toneladas/mês e seus investimentos em equipamentos são em torno de

- Planta 1: R\$ 100.000,00
- Planta 2: R\$ 108.150,00

Os Custos de Produção para as Plantas 1 e 2 apresentam-se na Tabela 8:

Tabela 8

Quadro Comparativo dos Custos Existentes para as Recicladoras Exemplificadas

Capacidade: 50 toneladas/mês

Custos	Tipo de Custo	Planta 1	Planta 2
Matéria-Prima	Variável	(4.800,00)	(3.907,60)
Mão-de-Obra	Fixo	(6.000,00)	(6.500,00)
Água e Energia	Semi-fixo	a levantar	a levantar
Custos totais		(10.800,00)	(10.407,60)

Diferença de Custos (mês) [Planta 1 - Planta 2]	392,40
Diferença de Investimentos [Planta 1 - Planta 2]	8.150,00
<i>Payback</i>	1,73 anos

Conforme pode se verificar na tabela acima, apesar da impossibilidade de levantamento dos gastos de energia e água para estes dois tipos de recicladoras, observa-se que os investimentos feitos a mais na Planta 2 são retornados no prazo de 1,73 anos, visto que a geração do insumo plástico/alumínio no processo de reciclagem das embalagens Tetra Pak acaba gera um rendimento que acaba barateando o preço de compra destas embalagens como já foi discutido em seção anterior. Porém deve-se dar atenção para o fato da inexistência de valores de consumo de água e energia, pois estes, no entendimento do autor acabarão apresentando valores maiores para a Planta 2, o que repercutirá num maior prazo de retorno do investimento diferencial feito nesta planta.

Outra análise que seria de boa verificação, seria a análise de sensibilidade em relação às variáveis produção e proporção de papel misto com as embalagens Tetra Pak. Fica a cargo do leitor verificar como se modificam os custos quando se aumenta ou diminui a produção total, assim como ficariam os mesmos custos ao se aumentar ou diminuir a proporção de embalagens Tetra Pak em relação ao papel misto, porém sem ter a posse dos valores de gasto de energia e água, qualquer tipo de análise ficaria um tanto descaracterizada.

10 CONCLUSÃO

A intenção deste trabalho não é a de convencer os empresários da área de reciclagem de papel em trocar sua matéria-prima atual pelas embalagens Tetra Pak, até mesmo porque este tipo de embalagem ainda é separado numa quantidade reduzida, como pode-se observar na Tabela 4. O objetivo foi de demonstrar que estas embalagens devem receber uma atenção especial destes recicladores, uma vez que este tipo de resíduo em nada modifica o atual processo de reciclagem do papel, a não ser pela inclusão de uma peneira, e além disso, verifica-se que o custo de obtenção deste tipo de resíduo fica abaixo dos preços de mercado do papel misto.

Todavia, a idéia de agregar a reciclagem do papel junto com a reciclagem das embalagens Tetra Pak ainda merece alguns estudos, visto que variáveis de processo como gasto de energia e de água não foram medidas a fim de poder fazer uma análise comparativa com o processo de reciclagem do papel.

Além disso, é importante ressaltar que, apesar de já existirem recicladoras para esta embalagem nos estados de São Paulo e do Paraná, isto não leva a crer que este tipo de processo seja um investimento de fácil e simples retorno, pois, ao se entrar em contato com uma recicladora de papel do Estado de Santa Catarina, obtiveram-se informações de que este mesmo tipo de embalagem havia sido usado como experiência, porém não havia tido condições de uso em relação à reciclagem. Todavia, o problema de viabilidade tecnológica, segundo a literatura pesquisada e diante da existência de recicladores, já entende-se como superado.

Além de uma análise da viabilidade tecnológica e econômica, a reciclagem destas embalagens só será viável se estiver totalmente integrada com a coleta seletiva e com o mercado, ou seja, sem a existência de um mercado para os produtos reciclados e sem uma forma de recolhimento economicamente competitivo, os produtos recicláveis perdem a sua viabilidade em relação aos produtos provenientes de matérias-primas.

No caso do custo do frete, mantendo a reciclagem destas embalagens com recicladores de papel da Região Metropolitana de Porto Alegre ou das proximidades, teria uma economia de R\$0,03 por quilo de embalagem. Ao ter este custo eliminado, cabe então verificar para onde será deslocado este valor dentro da cadeia de vendas, quem se beneficiará pela eliminação deste custo, ou simplesmente se o mesmo será diluído dentro da cadeia beneficiando a todos. Acredita-se que, por se tratar de uma concorrência onde os recicladores

possuem o poder de barganha, estes acabarão incorporando este valor de R\$0,03 por quilo no seu proveito, não beneficiando o preço de venda empregado pelos Centros de Triagem e intermediários destas embalagens, a menos que esta deixe de ser separada por não apresentar mais viabilidade econômica para os outros membros da cadeia.

Diante de todas as conclusões feitas, a idéia do trabalho é discutir a idéia da gestão de resíduos e o aproveitamento econômico que se pode retirar dos resíduos, tentando encontrar processos que viabilizem tecnologicamente o seu reaproveitamento em substituição ao descarte, o que repercute no seu desperdício.

REFERÊNCIAS

ASEPTIC PACKAGING COUNCIL (s.d.). **Maximum benefit, minimum waste: the truth about aseptic packaging.** Washington, D.C.

BIANCONI, C. Economia verde. **Revista Inovação Empresarial**, ano IX, 111, ago. 1999.

CALDERONI, S. **Os bilhões perdidos no lixo.** São Paulo: Humanitas/Editora/FFLCH/USP, 1997.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM. “Longa Vida” vira madeira. **CEMPRE Informa**, São Paulo: CEMPRE, n. 16, . p. 1, ago. 1994.

_____. **Ficha técnica 2.** São Paulo: CEMPRE, 1997a.

_____. **Ficha técnica 10.** São Paulo: CEMPRE, 1997b.

COSTA, A. C. F. **Os caminhos dos resíduos sólidos urbanos na cidade de Porto Alegre/RS: da origem ao destino final.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.

D’ALESSIO, S. P. Aumenta a reciclagem de embalagens “longa vida”. **Revista Celulose & Papel**, n. 62. p. 27-29, 1998.

DENTON, D. K. **Enviro-management: how smart companies turn environmental costs into profits.** New Jersey: Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1994.

FAGÁ, F. S. Tetra Pak busca novos usos para os resíduos das embalagens cartonadas. **Gazeta Mercantil**, n. 20.008, p.13, jan. 1993.

FIGUEIREDO, P. J. M. **A sociedade do lixo: os resíduos, a questão energética e a crise ambiental**. 2. ed. São Paulo: UNIMEP, 1995.

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

FRANÇA, H. Empresário desenvolve equipamento para reciclar embalagens cartonadas. **Ambiente Global NEWS**, 10-14 jan. 2000. (Informativo semanal).

HENRY, J.; WALKER, D. (Eds.). **Managing innovation**. London: Sage, 1991.

HIWATASHI, E. **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), 1999. Disponível em:
<http://www.ace.be/integrated_waste_management.htm>. Acesso em: 7 nov. 1999.

IUDÍCIBUS, S.; MARTINS, E.; GELBCKE, E. R. **Manual de contabilidade das sociedades por ações**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1996.

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

MADI, L.; MÜLLER, M.; WALLIS, G. **Brasil Pack Trends 2005: tendências da indústria brasileira de embalagem na virada do milênio**. Campinas: CETEA/ITAL, 1998.

MATTOS, R. L. G.; VALENÇA, A. C. V. O segmento de cartões para embalagem. **Estudos Setoriais: BNDES Setorial**, n. 9, mar. 1999.

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

NEVES, F. L. Reciclagem de embalagens cartonadas Tetra Pak. **O Papel**, Fev. 1999.

NORTH, K. **Environment business banagement**. Second Edition. Geneva: International Labour Office, 1997.

PAIVA, P. R. A utilização de métodos quantitativos na resolução de um problema urbano relacionado com o meio ambiente. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, São Paulo. 1999. **Anais...** São Paulo, 1999.

ROQUE, V. F.; MOURA JÚNIOR, A. N. C. Análise de ciclo de vida como ferramenta para se para se alcançar emissão zero. In: ENEGEP, Gramado, 1997. **Anais...** Gramado, 1997.

SANVICENTE, A. Z. **Administração financeira**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1987.

TETRA PAK. Site oficial da Tetra Pak do Brasil Ltda. 1999. Disponível em: <<http://www.tetrapak.com.br>>. Acesso em: 23 out. 1999.

ZUBEN, F. V. Reciclagem de embalagens longa vida Tetra Pak. In: III SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE RECICLAGEM DO ALUMÍNIO, 3., São Paulo, 1996. (Coletânea de Trabalhos).

ZUBEN, F. V.; NEVES, F. L. **Reciclagem do alumínio e polietileno presentes nas embalagens cartonadas Tetra Pak**. São Paulo, 1999. (Coletânea de Trabalhos Tetra Pak).