



Production

ISSN: 0103-6513

production@editoracubo.com.br

Associação Brasileira de Engenharia de  
Produção  
Brasil

LOPES FRANCELINO GONÇALVES-DIAS, SYLMARA; DOS SANTOS DE SOUSA  
TEODÓSIO, ARMINDO

Estrutura da cadeia reversa: “caminhos” e “descaminhos” da embalagem PET

Production, vol. 16, núm. 3, septiembre-diciembre, 2006, pp. 429-441

Associação Brasileira de Engenharia de Produção

São Paulo, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=396742028006>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

re<sup>2</sup>alyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

---

# Estrutura da cadeia reversa: “caminhos” e “descaminhos” da embalagem PET

SYLMARA LOPES FRANCELINO GONÇALVES-DIAS  
ARMINDO DOS SANTOS DE SOUSA TEODÓSIO  
EAESP-FGV

---

## Resumo

O trabalho propõe-se a discutir as possibilidades, limites e desafios da reciclagem de PET – *Politereftalato de Etileno*. Como fundamentação teórico-conceitual, recorre à discussão sobre a natureza e o alcance da logística reversa, analisando as estratégias para estruturação da cadeia de reciclagem. A pesquisa é de caráter exploratório, com adoção de diferentes estratégias para a coleta de dados, envolvendo fontes secundárias produzidas por órgãos públicos, instituições especializadas e mídia, e ainda entrevistas semi-estruturadas com especialistas na área. Os resultados apontam que múltiplos atores estão envolvidos na estrutura da cadeia reversa do PET e que, apesar do avanço no volume de reciclagem, nenhum dos setores, seja público ou privado, consegue individualmente organizar-se para o alcance da efetividade operacional e ambiental desejável no cenário brasileiro. O alcance de bons resultados depende, sobretudo, do investimento nos dois extremos da cadeia reversa: na coleta seletiva e no mercado para o produto reciclado.

## Palavras-chave

Logística reversa, embalagem PET, cadeia reversa, meio ambiente, reciclagem.

# Structure of the reverse chain: “ways” of PET packing

## Abstract

The work discuss the possibilities, limits and challenges of the recycling of PET packing in the Brazilian case. The authors analyze the nature and the function of the reverse logistics and its strategies for articulation of the recycling chain. The research is based in the exploratory methodological approach, with adoption of different strategies for the collection of data, involving secondary sources produced by public institutions, specialized organizations and media, and still, interviews semi-structured with specialists in the area. The results point that the Brazilian public and private sectors doesn't get to organize this activity in the desirable environmental scale. Good performances in the PET packing reverse chain depends on investing in the selective collection and in the market for the recycled products.

## Key words

Reverse logistics, PET packing, reverse chain, environment, recycle.

## INTRODUÇÃO

Ativistas ecológicos, organizações não-governamentais, movimentos sociais, governos, pesquisadores, empresas e consumidores têm se mostrado cada vez mais preocupados com as posturas e práticas ambientais de indivíduos, grupos sociais e instituições, e sobre suas responsabilidades quanto aos impactos no meio ambiente. Intensos debates e controvérsias teóricas e políticas emergem nesse cenário.

Entre os diversos danos causados ao meio ambiente, um está relacionado com os resíduos plásticos. Esses resíduos, em geral, levam muito tempo para sofrerem degradação espontânea e, quando queimados, produzem gases tóxicos (MANO, BONELLI, 1994; ZANIN, MANCINI, 2004). Com o crescente uso desses materiais, principalmente na área de embalagens, cujo descarte é muito rápido, tem-se um agravamento dos problemas ambientais, prejudicando, inclusive, o tempo de vida útil dos aterros sanitários. Portanto, existe uma tendência geral ao aproveitamento desses resíduos através da reciclagem, considerando-se o imenso valor potencial dos plásticos e as implicações dos desperdícios e poluição decorrentes de não utilização desses resíduos (FORLIN, FARIA, 2002).

Uma parcela relevante da literatura focaliza a análise de tecnologias (SANTOS *et al.* 2004; SPINACÉ; PAOLI, 2005), de políticas públicas (DEMAJOROVIC, 1995; JACOB, 2006) e de grupos sociais organizados que “vivem” do lixo (BERTHIER, 2003; CARMO *et al.* 2004). Além desses estudos de natureza socioeconômica, a reciclagem tem também forte impacto nas estratégias gerenciais, exigindo novas configurações das relações que se estabelecem na cadeia de produção, consumo e reutilização de materiais, trazendo à tona a necessidade de repensar a atuação e o papel da empresa frente a este cenário.

## A inclusão da logística reversa na reflexão estratégica das organizações constitui-se em uma nova e diferenciada visão de operação empresarial.

Ao mesmo tempo em que no ambiente empresarial as iniciativas da chamada *logística reversa* parecem adquirir cada vez mais importância para as estratégias corporativas de competitividade sustentada (DAUGHERTY, *et al.* 2001; DE BRITO; DEKKER, 2002; MURPHY; POIST, 2000), percebe-se uma lacuna de estudos empíricos que analisem a estrutura da cadeia reversa. Os estudos concentram-se no espaço interno das organizações empresariais e na sua capacidade de implementar políticas de reutilização e re-

ciclagem de resíduos e/ou fatores agregados a produtos e serviços.

A maior preocupação das empresas tem sido com o trabalho logístico direto entre suas plantas fabris e o consumidor final, envolvendo complexos sistemas de planejamento, de forma que todo o processo ocorra com precisão objetivando, assim, a satisfação do cliente e a rentabilidade do negócio (DOWLATSHAHI, 2000; MEYER, 1999). O movimento inverso, ou seja, a logística reversa é considerada por muitos gestores como apenas um processo de reciclagem de embalagens que, na maioria das vezes, devido à limitação de planejamento reverso, acaba sendo um grande gerador de custos (COTTRILL, 2000; DE BRITO, 2004; HU *et al.*, 2002).

Busca-se responder ao questionamento de como e por que a cadeia reversa da embalagem PET tem se estruturado no cenário brasileiro. Assim, o presente artigo se volta à discussão dos “caminhos e descaminhos” das embalagens PET na cadeia, de forma a caracterizar e analisar a dinâmica dessa atividade de logística reversa. Na revisão da literatura apresenta-se o conceito de logística reversa como algo ainda em construção, assim como os canais reversos são estruturados. A seguir, apresentam-se as estratégias metodológicas para construção do estudo exploratório. A partir disto, pode-se discutir como o incremento do consumo da embalagem PET tem colocado importantes desafios para o entendimento da complexa cadeia reversa e para as possibilidades de avanço da gestão ambiental no cenário brasileiro.

## LOGÍSTICA REVERSA: UM CONCEITO EM CONSTRUÇÃO

Embora o conceito de logística reversa esteja presente há muito tempo, é difícil datar o surgimento deste termo com precisão (DE BRITO; DEKKER, 2002). Termos como

canais reversos e fluxos reversos aparecem na literatura científica desde os anos setenta, apesar de consistentemente relacionado, com reciclagem e aspectos ambientais (ZIKMUND, STANTON, 1971; GUILTINAN, NWOKOYE, 1974; FULLER, 1978). Entretanto, até os dias atuais as diversas definições de logística reversa revelam que o conceito ainda está

em construção face às novas possibilidades de negócios e de pesquisas (STOCK, 1992; KOPICKI, *et al.*, 1993; DE BRITO; DEKKER, 2002).

De fato, Logística reversa é um termo bastante genérico. Em seu sentido mais amplo, significa todas as operações relacionadas com a reutilização de produtos e materiais. Neste artigo, o conceito de logística reversa se concentrará no exame dos fluxos reversos, ou seja, naqueles que fluem no sentido inverso ao da cadeia direta, a partir dos produ-

tos descartados após seu consumo, visando agregar valor de diversas naturezas, por meio da reintegração de seus componentes ou materiais constituintes ao ciclo produtivo. Portanto, o conceito utilizado neste trabalho aproxima-se da terminologia que ficou conhecida como Cadeia de Suprimento em Circuito Fechado – “*Closed-Loop Supply Chain*” (KRIKKE *et al.*, 2003). Assim, a gestão das cadeias produtivas não se encerrará com a venda e entrega do produto, mas incluirá a análise do fim da vida desses itens (GEYER, JACKSON, 2004).

Roger e Tibben-Lembke (1999) ressaltam que a inclusão da logística reversa na reflexão estratégica das organizações constitui-se em uma nova e diferenciada visão de operação empresarial, resultando em melhoria de competitividade, apreciáveis retornos financeiros e consolidação de sua imagem corporativa. Bowersox (2001) apresenta a idéia de “apoio ao ciclo de vida” como um dos objetivos operacionais da logística moderna, referindo-se ao prolongamento da logística além do fluxo direto dos materiais e à necessidade de considerar os fluxos reversos de produtos. Portanto, por trás do conceito de logística reversa está a definição de “ciclo de vida” do produto.

Alguns autores (ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, 1998; STOCK, 1998; KOPICKI *et al.*, 1993; DE BRITO, 2004), ao estudarem logística reversa, destacam as condições de organização das cadeias reversas desde a entrada dos produtos na cadeia até seu destino final. O grau de estruturação de um canal reverso é definido pelas práticas e procedimentos organizacionais envolvidos nas diversas fases de retorno dos produtos, pelo relacionamento e informações trocadas entre as empresas na cadeia e pelo nível de recursos empregados nas operações de retorno dos produtos (LEITE, *et al.* 2005).

### Compreendendo a estrutura da cadeia reversa

De Brito e Dekker (2002) descrevem três questões fundamentais para analisar a estrutura das cadeias reversas: (1) por quê: razões e forças que direcionam o retorno; (2) o quê: características do produto para retorno; e (3) como é feito o processo de recuperação.

#### Por que as embalagens retornam?

De Brito e Dekker (2002) dividem a resposta em duas partes: na perspectiva do fabricante e na do consumidor. A partir da visão do fabricante (receptor) há três forças motrizes que podem direcionar suas ações: a economia, a legislação e a responsabilidade estendida. A motivação econômica relaciona-se com todas as ações de revalorização em que a empresa se beneficia direta ou indiretamente. Diretamente através da redução de custos, diminuição do uso de materiais ou obtenção de receita com peças de reposição. Mesmo quando a lucratividade não seja clara ou imediata, o envolvimento da empresa pode se dar por causa de aspectos competitivos,

estratégicos ou de *marketing*. A responsabilidade estendida refere-se a um conjunto de valores e princípios que impulsionam a empresa no envolvimento responsável com a logística reversa, pensando o produto em todo seu ciclo de vida.

Para o consumidor (iniciador), a embalagem deve ser descartada quando se encontra no final de sua vida. De forma geral, é difícil envolver os consumidores no retorno de produto ao fabricante. De Brito e Dekker (2002) citam alguns incentivos que podem estimular o consumidor a devolver produtos ao fabricante: retribuição com taxas de depósito ou incentivo a doações para instituições carentes.

#### Tipos e características das embalagens: o que retornar?

Devem-se considerar as características do que será descartado ou retornado, não o produto em si. De Brito e Dekker (2002) listam três características importantes: composição da embalagem, padrão de uso e características de deterioração.

- Composição da embalagem: diz respeito às características intrínsecas à embalagem e são determinadas durante a fase de *design*: facilidade de desmontagem, homogeneidade dos elementos constituintes, presença de materiais perigosos e facilidade de transporte.
- Padrão de uso: afeta a coleta dos itens. Isto depende do local de uso (quanto mais locais de uso, maior a dificuldade e o custo da coleta); intensidade (uso: freqüente ou ocasional) e duração de uso (vida longa ou curta).
- Características de deterioração: O ciclo de vida dos produtos é cada vez menor, apresentando diferentes tempos, processos e terminologias relacionadas a sua deterioração, entre elas: Deterioração intrínseca: quanto tempo dura o produto?; Reparabilidade: o produto pode ser facilmente reparado ou pode ser melhorado?; Homogeneidade da deterioração: todas as partes envelhecem igualmente, ou não?; Deterioração econômica: obsolescência programada, devido à entrada de novas versões do produto no mercado.

#### Atores e processos da logística reversa: como acontece o retorno?

Busca-se entender como a logística reversa trabalha na prática, destacando os atores e os processos envolvidos na recuperação de valor do produto. Os atores podem ser diferenciados em quem devolve, recebe, coleta e processa o material. Qualquer parte da cadeia pode ser responsável pela devolução, incluindo consumidores. Os receptores podem ser encontrados ao longo da cadeia de suprimentos (fornecedores, fabricantes, atacadistas ou varejistas). Em seguida há o grupo que coleta, e que podem ser intermediários independentes, tais como: companhias específicas de recuperação, fornecedores de serviços de logística reversa, empresas coletoras de resíduos municipais, fundações públi-

cas e privadas criadas para ajudar na recuperação. Por fim, os processadores, que são responsáveis pela transformação em um novo produto que retornará ao mercado.

No geral, surgem estruturas diferentes para as várias opções de recuperação, pois cada ator tem objetivos diferentes. A reciclagem pode, por exemplo, ser feita por parceria público-privada sendo uma fundação a responsável pela organização do processo. As entidades públicas são envolvidas geralmente no primeiro estágio da coleta, sendo direcionadas por aspectos éticos e legais, enquanto as empresas privadas têm como principais motivadores os aspectos econômicos e legais. Pode-se, assim, caracterizar quatro processos logísticos reversos envolvendo a reciclagem: a coleta, o processo combinado de inspeção, seleção e triagem; o reprocessamento; e a redistribuição.

## ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS

As questões de pesquisa que se apresentam neste estudo estão relacionadas ao quadro analítico proposto por De Brito e Dekker (2002), que tentam elucidar “o que”, “como” e “por que” se manifestam diferentes processos na cadeia reversa do PET. Com isso, tenta-se avançar na compreensão dos desafios operacionais e ambientais que são enfrentados pelos diversos atores econômicos envolvidos nessa atividade dentro do cenário brasileiro. Diante de perguntas de pesquisa desta natureza, reforça-se a validade e relevância de estudos exploratórios como estratégia de pesquisa (BRUYNE, *et al.*, 1991). Além disso, cabe ressaltar que os estudos ambientais, pela própria multidimensionalidade do fenômeno, demandam construções inter, multi e transdisciplinares, reforçando a execução da pesquisa exploratória e o recurso às estratégias qualitativas de coleta de dados.

Foram realizadas três entrevistas semi-estruturadas, com informantes qualificados pertencentes a instituições que representam os interesses de empresas com atuação relacio-

nada à reciclagem de embalagens no país. O primeiro entrevistado é Diretor de Comunicação da Associação Brasileira da Indústria do PET (ABIPET), sendo denominado ao longo do texto de entrevista 1. Trata-se de uma entidade sem fins lucrativos, que reúne a cadeia produtiva do PET, discutindo assuntos ligados a industrialização, comercialização e reciclagem das embalagens PET. O segundo entrevistado (entrevista 2) representa a divisão de PET na América do Sul da PCI Associate Consulting, uma consultoria inglesa especializada em produtos de químicos. Esta divisão é responsável pela coleta e sistematização de dados do mercado de PET e sua reciclagem. O terceiro entrevistado (entrevista 3) ocupa a presidência da Compromisso Empresarial para Reciclagem (Cempre), associação sem fins lucrativos dedicada à promoção da reciclagem dentro do conceito de gerenciamento integrado do lixo, sendo mantida por empresas privadas de diversos setores.

O roteiro de entrevista procurou explorar em profundidade questões relacionadas ao grau de estruturação do canal reverso do PET, especialmente “por que”, “o que” e “como” acontecem os processos dentro da cadeia. Foram contemplados temas como: estrutura atual da cadeia e sua evolução histórica; estratégias gerenciais adotadas pelos diferentes atores econômicos para fazer frente a demandas de qualidade, confiabilidade, produtividade e eco-eficiência, com destaque para três grandes segmentos (empresas privadas, governo e catadores e/ou suas associações); inovações tecnológicas desenvolvidas nas diversas etapas da cadeia; evolução do mercado consumidor final de produtos reciclados de PET; e tendências de evolução da reciclagem. A coleta e a análise dos dados se processaram a partir do marco teórico já referenciado, conforme as estratégias descritas no Quadro 1.

A partir destas colocações pode-se desvelar a complexidade do mercado de reciclagem de PET no Brasil, marcada por pressões sociais e legais cada vez mais intensas e pela

**Quadro 1: Estratégias de coleta de dados.**

FONTE DOS DADOS	TÉCNICA DE COLETA	ALVO DA COLETA
Primários	Entrevista pessoal semi-estruturada	Três informantes qualificados, selecionados dentre grupos representantes de empresas recicladoras de PET.
Secundários	Pesquisa Bibliográfica	Literatura sobre gestão ambiental, logística reversa, com destaque para processos de reciclagem do lixo urbano
	Análise Documental	- Documentos e estudos, disponíveis em portais de Internet, produzidos por órgãos governamentais (IBGE, 2000; LIMPURB, 2004; Diretiva 94/62/EC) e instituições de representação dos interesses de empresas e organizações envolvidas com a reciclagem de PET (ABIPET, CEMPRE, NAPCOR, PLASTIVIDA) - Notícias em jornais de interesse geral e de negócios



presença de múltiplos atores, com motivações, concepções e capacidades gerenciais diferenciadas para lidar com a questão ambiental.

## DESVENDANDO A ESTRUTURA DA CADEIA REVERSA DA EMBALAGEM PET NO BRASIL

A embalagem PET foi introduzida no Brasil em 1988, e desde seu lançamento a curva de produção nacional é crescente. Atualmente, quatro empresas (Mossi & Ghisolfi, Braskem, Ledervin e Vicunha) produzem o PET grau garrafa no Brasil. No ano de 2004, a produção nacional foi de 360 mil toneladas, o que coloca o Brasil como o terceiro maior consumidor mundial de PET grau garrafa (ABIPET, s.d.a).

Mesmo representando apenas 10% do mercado brasileiro de plásticos destinado ao setor de embalagens, o PET constitui o centro da atenção dos recicladores. Entre os fatores que cooperam para este quadro estão: custo da resina virgem, competitividade dos processos de reciclagem mecânica, valor agregado do reciclado cujo desempenho depende da tecnologia aplicada, podendo ser similar ao da resina virgem. Seu mercado é altamente especializado, sendo destinado basicamente ao setor de bebidas carbonatadas (SANTOS, *et al.* 2004). Em 2004, aproximadamente 68% dos refrigerantes foram embalados com esta resina (TOMRA, s. d.). Embora pareça que a tendência de crescimento do mercado de embalagens para refrigerantes esteja chegando ao limite, o PET vem sendo consumido em novos segmentos, tais como para embalagem de óleo, sucos, água e outros (FORLIN; FARIA, 2002).

Esses dados conduzem ao questionamento do que acontece com as embalagens PET após o consumo no Brasil. O Cempre (s.d.a) afirma que somente as regiões metropolitanas brasileiras, com 15 milhões de domicílios e 50 milhões de pessoas, consumiram 6 bilhões de embalagens PET em 2004. Para o entrevistado desta instituição, o correto equacionamento da logística reversa das embalagens é que vai viabilizar a reciclagem de diversos materiais, inclusive o PET.

Apesar da reciclagem de PET ser uma atividade industrial recente no Brasil – cerca de 10 anos (ABIPET, 2005 b) – e seus fluxos inversos não estarem consolidados como a cadeia da latinha de alumínio (CZAPSKI, 2003), seu índice é crescente. Dados divulgados pela ABIPET (2005 b) mostram que em 2004 foram reciclados 47% do volume de embalagens produzidas em PET. Este indicador coloca o Brasil à frente dos Estados Unidos, que reciclou 21,6% das embalagens PET produzidas em 2004 (NAPCOR, 2005) e da Europa, cujo índice foi de 24% (APME, *apud* ABIPET, 2005 b).

A Cadeia em Circuito Fechado (*Closed-loop chain*) da embalagem PET no contexto brasileiro está representada na

Figura 1, ênfase é dada à cadeia reversa, foco deste estudo, mostrando os “caminhos” e “descaminhos” que a embalagem PET pode fazer após o consumo.

As embalagens não recicladas, no conceito de *one way* (via única), caracterizam o “descaminho” na medida em que permanecem em aterros, lixões, praias, ruas e rios. Já aquelas que voltam ao ciclo produtivo através da reciclagem constituem o “caminho” correto, fechando o circuito. “Na minha visão, reciclar PET é outro jeito de fabricar PET. Você pode fabricar PET a partir de matéria-prima virgem ou você pode fabricar PET a partir do próprio PET” (entrevistado 2). Para que a embalagem PET volte ao ciclo ou ao “caminho” são necessárias três fases: (1) Recuperação: que vai do descarte até a composição de fardos de PET; (2) Revalorização: que se finaliza com a moagem em flocos ou o beneficiamento em grãos; (3) Transformação: que resulta na aplicação do PET reciclado em produtos finais.

**R**eciclagem é primariamente um problema de canais de distribuição, porque o maior custo da reciclagem do lixo é sua coleta, seleção e transporte.

Seguindo-se a estrutura de análise de De Brito e Dekker (2002) sobre por que, o que e como acontecem os processos dentro da estrutura cadeia reversa, apresenta-se a seguir o fluxo reverso da embalagem PET no Brasil.

### Embalagem PET: por que reciclar?

A indústria de reciclagem do PET brasileira “nasceu da necessidade das produtoras de resina e engarrafadoras de refrigerante responderem às pressões da sociedade quanto ao destino das embalagens pós-consumo” (entrevista 3). Em relação ao fabricante, há três forças motrizes que podem direcionar suas ações a favor da reciclagem: a economia, a legislação e a responsabilidade estendida.

O PET tem sido considerado um vilão ambiental por demorar séculos para se degradar e ocupar grande parte do volume dos aterros sanitários, interferindo de forma negativa nos processos de compostagem e de estabilização biológica (FORLIN; FARIA, 2002; SANTOS *et al.* 2004). Apesar de representarem apenas 4% a 7% em massa do lixo urbano, os plásticos ocupam de 15% a 20% do seu volume (LIMPURB, 2004; PLASTIVIDA, s.d.). Além disto, os resíduos plásticos, quando descartados em lugares inadequados, causam um impacto ainda maior ao meio ambiente. Portanto, a reciclagem tem sido o “caminho” de tratamento de resíduo

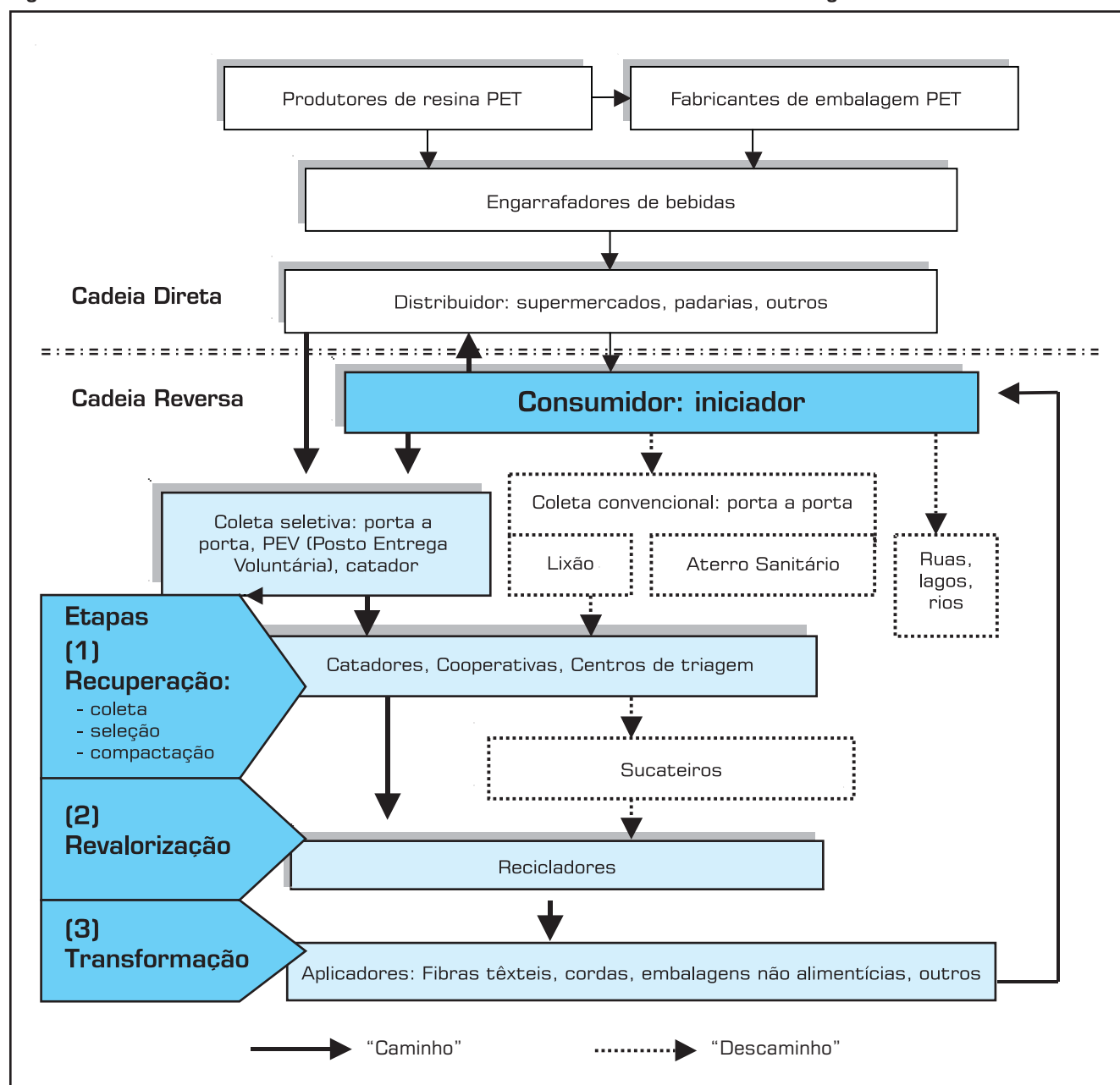
plástico que mais tem concentrado esforços no âmbito das estratégias empresariais e governamentais.

Um importante vetor de expansão para reciclagem do PET tem sido “a crescente demanda dos processadores, quer seja por motivações econômicas ou ecológicas. No caso do PET, existem maiores estímulos oriundos da indústria transformadora” (entrevista 1). A evolução da cadeia e os avanços tecnológicos têm impulsionado novas aplicações para o PET reciclado, das cordas e fibras têxteis aos carpetes,

bandejas de frutas e até mesmo novas garrafas. “Somente os associados da ABIPET consomem cerca de 80% da sucata de PET pós-consumo” (entrevista 1).

No caso das embalagens PET, as motivações econômicas são: aumento de vida útil dos aterros, geração de empregos, reinserção social dos catadores, economia de energia e matéria-prima, redução dos custos de coleta, transporte e disposição final do lixo, reutilização adequada dos resíduos e proteção do meio ambiente (SPINACÉ, PAOLI, 2005,

Figura 1: Cadeia em Circuito Fechado: “caminhos” e “descaminhos” das embalagens PET no Brasil.



PLASTIVIDA, s. d.). As embalagens de PET, “quando devidamente separadas, proporcionam para os trabalhadores o segundo melhor rendimento no comércio de sucata” (entrevista 1). Sua reciclagem, além de utilizar apenas 30% da energia necessária para a produção da resina virgem, pode ser feita várias vezes sem prejudicar a qualidade do produto final (ABIPET, s.d. a).

Um ponto crítico para as legislações locais é a distribuição de responsabilidades pelas embalagens ao longo da cadeia produtiva: o processador da resina, o engarrafador e o distribuidor (SANTOS, *et al.* 2004). Na União Européia, foram estabelecidas por lei metas de recuperação e reciclagem para o setor de embalagens (Diretiva 94/62/EC). No Brasil, a gestão de resíduos urbanos é atribuição dos governos municipais, mas inexistente legislação nacional específica sobre o manejo dos resíduos sólidos. Com base justamente na Diretiva Européia, tramita no Congresso Nacional Brasileiro um projeto de lei – Política Nacional de Resíduos Sólidos (2002) – que atribui à cadeia produtiva responsabilidade pela recuperação e reciclagem das embalagens descartadas pelo consumidor. “Sendo a lei aprovada, as empresas terão de mobilizar a cadeia produtiva no sentido de recuperar as embalagens usadas” (entrevista 3).

Do ponto de vista tributário, há outro entrave, o resíduo de PET pós-consumo é taxado em 15% de IPI e os demais polímeros, em 5%, segundo decreto 4.544 e tabela do IPI (decreto 4.542), ambos de 26/12/2002 (SPINACE; PAOLLI, 2005).

Nessa cadeia, a participação do consumidor é sempre requisitada como parte fundamental do sistema de coleta. Sua ação no descarte da embalagem pode inviabilizar o processo de reciclagem, o que amplia a necessidade de aumento de informações sobre a reciclagem de materiais. Alguns incentivos ao “caminho” correto já implementados no Brasil foram dois projetos do Grupo Pão de Açúcar (2006). O primeiro com a instalação de máquinas receptoras na rede de Supermercados Extra, projeto denominado “Recicle e Ganhe Extra”, cujo depósito da embalagem PET ou alumínio equivale a cupons de troca na loja. O outro projeto é a “Estação de Reciclagem Pão de Açúcar-Unilever”, uma parceria dessas empresas na qual “Postos de Entrega Voluntária” recebem materiais recicláveis, que são doados a cooperativas de catadores. Em cinco anos foram instalados postos em 100 lojas, abrangendo 17 municípios, o que resultou na coleta de 9 mil toneladas.

### Características da embalagem PET: o que

Três características são importantes para reciclabilidade: a composição da embalagem, o padrão de uso e as caracte-

rísticas de deterioração. Os resíduos plásticos possuem certas peculiaridades quanto a densidade e composição que dificultam a organização de uma infra-estrutura de coleta (FORLIM; FARIA, 2002). O PET é um polímero termoplástico que pode ser utilizado numa variada gama de aplicações e tem a vantagem de ser 100% reaproveitável. “Um material de embalagem não deve ser apenas reciclável, deve ser, de fato, reciclado” (ABIPET, 2005 c). Entretanto, existem restrições que devem ser consideradas desde a concepção da embalagem.

**A**s embalagens plásticas são os artefatos mais facilmente encontrados no lixo. Isso porque esses materiais apresentam uma duração de vida útil muito pequena.

As engarrafadoras têm um papel fundamental no desenho de projetos que facilitem a separação dos diferentes componentes da embalagem, evitando mistura de materiais, adesivos, aditivos e rótulos (SANTOS *et al.* 2004). Por outro lado, a pesquisa e o planejamento de embalagens com componentes que favoreçam a sua degradação ambiental é um desafio e um dilema, pois envolvem itens que se contrapõem à função primordial da embalagem, de proteção e manutenção da estabilidade de alimentos (FORLIM; FARIA, 2002).

Uma meta importante seria tornar as embalagens mais amigáveis do ponto de vista ambiental. Pode-se dizer que neste quesito houve avanços nos últimos anos. As embalagens de refrigerante atualmente não apresentam a *base-cup* (feita de PEAD, polietileno de alta densidade), não utilizam anel metálico nas tampas e os rótulos não levam cola (ABIPET, 2005 c).

A reciclagem de embalagens pós-consumo caracteriza-se por um elevado nível de contaminação (orgânica e inorgânica), heterogeneidade de materiais, baixo valor relativo de reciclabilidade e alto impacto sanitário-ambiental (FORLIM; FARIA, 2002). “O custo ambiental e econômico da separação e limpeza destes materiais para a reciclagem mecânica é alto” (entrevista 2). “Se a coleta seletiva fosse bem estruturada, conseguir-se-ia mais PET com menos contaminação” (entrevista 3).

As principais dificuldades com a coleta de PET dizem respeito à separação por coloração e tipo, devido aos seus múltiplos usos e aplicações, e à contaminação por outros materiais plásticos, além de cola e sujeira. A presença de materiais estranhos, como cola, outros plásticos, como o PVC (Policloreto de Vinila), metais, areia, terra e ferrugem constituem-se contaminantes na reciclagem de embalagens



PET (CEMPRE/ ABIPET,1997.). “Uma garrafa de PVC, por exemplo, pode inviabilizar a reciclagem de 20 mil garrafas de PET” (entrevista 1). “Quanto melhor for a separação dos diferentes tipos de materiais, maior será a qualidade de cada um e, conseqüentemente, o seu valor de mercado” (entrevista 3). A fim de facilitar a separação de materiais plásticos no processo de reciclagem, o PET é facilmente identificado pelo número 1 no triângulo (ABI-PET, 2005 c).

Após a seleção, faz-se necessária a prensagem e o enfardamento da sucata. “É recomendável a retirada de tampas e rótulos, seguindo do amassamento primários com o pé” (entrevista 1). No caso do PET, os recicladores recomendam a apresentação em fardos de 100 kg, com no máximo 2% de outros plásticos, e isentos de impurezas, para maximizar o valor comercial do produto (CEMPRE, 2005 b).

Os plásticos são considerados substratos inertes, com índices de decomposição variáveis (quase desprezíveis) por elementos ambientais, tais como luz, umidade, calor e microrganismos. Quando degradados, podem originar substâncias não inócuas, de prolongada persistência e restrito controle ambiental. A não degradabilidade no ambiente tem sido um dos fatores a respeito dos quais ambientalistas têm centrado suas campanhas, muitas vezes em detrimento das vantagens e dos avanços obtidos na utilização de resinas plásticas para o desenvolvimento de embalagens para alimentos (FORLIM; FARIA, 2002).

### Atores e processos da cadeia reversa do PET

Os principais atores do processo de reciclagem do PET são a sociedade, o poder público e o poder privado. O consumidor é aquele que inicia o processo, sendo o responsável por colocar a embalagem PET no “caminho” da reciclagem, selecionando-a na origem (casa). No caso de coleta seletiva, os programas brasileiros apresentam duas modalidades básicas de coleta seletiva (GRIMBERG; BLAUTH, 1998): (1) porta a porta; ou (2) em Postos de Entrega Voluntária em locais de grande fluxo de pessoas. Na primeira modalidade, o esforço é das prefeituras ou de catadores. Já na segunda, o consumidor é quem deve encaminhar o material reciclável aos postos de coleta.

O sistema de coleta seletiva proporciona material mais livre de contaminações. Conseqüentemente, a sucata assim coletada tem maior valor. Outro benefício desse sistema de coleta é tirar os catadores dos lixões, trazendo-os para cooperativas organizadas. Apesar de um pequeno número de prefeituras declararem ter programas de coleta seletiva (em torno de 400), os catadores estão presentes em pelo menos 1.900 cidades brasileiras (IBGE, 2000). Sob a lógica da sustentabilidade, deve-se investir em política pública para educação da população, com vistas à mudança de atitudes e valores, e não em gastos elevados com a disposição de re-

síduos. No caso de coleta convencional, a embalagem entra no circuito do “descaminho”, indo para aterros sanitários ou lixões, onde perde seu valor ou é resgatada por catadores.

O governo pode ser um dos protagonistas na implementação de boas práticas de coleta seletiva, de incentivos à organização de cooperativas de catadores e de redução de tributos. Uma vez que o sistema de coleta de material constitui o primeiro passo para viabilizar as atividades recicladoras, a oneração do setor público pode ser evitada, tornando o setor produtivo responsável por seus resíduos (SANTOS *et al.* 2004). A indústria também pode colaborar evitando a descontinuidade de compra, incentivando a capacitação de catadores, reduzindo intermediários e aumentando o valor do produto (entrevista 3).

Algumas entidades têm sido criadas para fomentar a reciclagem no país: a ABIPET, órgão ligado à cadeia produtiva do PET, o CEMPRES, responsável pelo incremento da atividade de reciclagem de todos os materiais, e a Plastivida Instituto Socioambiental dos Plásticos, associação criada pela Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUIM).

Tais esforços a favor da reciclagem têm estimulado o surgimento de uma variedade de tecnologias e centros de pesquisa e desenvolvimento voltados para o setor. Zanin e Mancini (2005) listam 28 universidades e centros de pesquisa brasileiros que desenvolvem investigações relacionadas a reciclagem e reutilização de resíduos, sobretudo com o foco no desenvolvimento tecnológico.

A reciclagem mecânica de plásticos é o modo mais convencional, no Brasil, de se recuperar o valor agregado à embalagem PET. Como qualquer outro processo industrial, a reciclagem mecânica deve ser economicamente viável, requerendo, entre outros fatores, garantia de fornecimento contínuo de material reciclável, tecnologias apropriadas para os diferentes produtos e valor de comercialização para os novos produtos que compense os investimentos aplicados no processo (SPINACÉ; PAOLI, 2005). Na reciclagem do PET, o processo envolve três fases: (1) recuperação, (2) revalorização e (3) transformação.

### Recuperação da sucata:

Nesta fase, as embalagens que são atiradas no lixo comum (descaminho) voltam a ser de matéria-prima (caminho). A recuperação de sucatas no Brasil apresenta um perfil semelhante para os diferentes tipos de materiais recicláveis (plástico, papel, vidro e metais, dentre outros). No primeiro nível, os catadores coletam os materiais recicláveis em diversas fontes: ruas, condomínios, escritórios e comércio, dentre outras. O ciclo do reaproveitamento começa nas mãos dos catadores, muitas vezes passa por atravessadores, e vai para as fábricas de reciclagem e indústrias de transformação.

Uma característica peculiar do Brasil é a presença de catadores que usufruem da atividade de coleta de resíduos

recicláveis, fazendo do país um dos maiores recicladores mundiais (SANTOS, *et al.*, 2004). A maior parte do suprimento de resíduos ao setor produtivo é proveniente da atividade de catadores (SANTOS, *et al.* 2004). Em 2003, 80% da coleta PET para reciclagem dependia do trabalho dos catadores (CZAPSKI, 2003). Famílias que sobrevivem dos lixões vivem situações análogas à escravidão, e uma profusão de intermediários minimiza ganhos de quem está na base (CZAPSKI, 2005).

A legalização, o incentivo e a profissionalização dos catadores pela formação de cooperativas, além de inserir socialmente essa parcela da população, podem contribuir para a viabilização da coleta seletiva (SANTOS, *et al.* 2004, JACOBI, 2006). Algumas experiências de organização dos catadores apresentam características gerenciais e de estruturação interna muito interessantes. Em alguns casos, como em Porto Alegre, Belo Horizonte, São Paulo, o poder público municipal aliou-se aos catadores na busca de um arranjo institucional que pudesse viabilizar um sistema de coleta (JACOBI, 2006). “*As cooperativas proporcionam ao catador maiores ganhos no comércio de sucatas, através dos princípios de solidariedade, organização do trabalho e aumento na quantidade de material*” (entrevistado 3).

Entretanto, ainda atuam concomitantemente na cadeia catadores cooperados e autônomos, estes últimos atuando em condições mais precárias e submetidos ao domínio dos “sucateiros”. Os recicláveis são comprados por pequenos sucateiros e ferros-velhos, que são proprietários de área na qual são acumulados estes materiais (CEMPRE, 2005 b). Após uma pré-seleção, os recicláveis são revendidos a grandes sucateiros, que possuem grandes depósitos, nos quais ocorre uma separação manual ou mecânica para seleção dos diferentes tipos, retirada de impurezas em excesso e, em muitos casos, um pré-beneficiamento (CEMPRE, 2005 b). São então vendidos para as indústrias recicladoras, visando o reaproveitamento final. Cabe destacar que “*o sucateiro, apesar de fragilizar a remuneração dos catadores, não onera o preço para os elos subsequentes da cadeia, pois o poder de barganha das grandes indústrias recicladoras e transformadoras é significativo*” (entrevistado 1).

#### Revalorização:

As empresas recicladoras são responsáveis pelo re-processamento da embalagem PET, transformando-a em dois subprodutos: flocos (*flake*) e grãos (*pellets*). São encontrados três padrões de especialização neste elo da cadeia (entrevista 1): produção de *flakes*; produção de grãos, a partir da embalagem; produção de grãos a partir do *flake*.

A partir desta especialização se estabelecem diferentes interações entre estas empresas, podendo-se encontrar empresas fornecedores de *flake* para beneficiadores de grãos ou para transformadores.

Os recicladores especializados na produção de *flake* no Brasil, em sua maioria (56%), são de micro ou pequeno porte, com a existência de algumas empresas de médio porte (ABIPET, 2005 b). Elas beneficiam os resíduos, através de separação manual, moagem, lavagem com água e secagem. Neste caso, há necessidade de grande quantidade de resíduos plásticos coletados, em média 150 toneladas/mês, para tornar a atividade lucrativa, limitando a região geográfica para implantação da empresa (entrevista 1).

**S**omente nas regiões metropolitanas do Brasil são 15 milhões de domicílios, 50 milhões de pessoas e 6 bilhões de embalagens PET todo ano.

Outros condicionantes da lucratividade do empreendimento estão ligados ao grande aporte de recursos necessários para que a reciclagem seja realizada com níveis de pureza exigidos pelo processo produtivo e pelo mercado. Atualmente, é encontrada uma dezena de empresas desta magnitude, o que representa 11% dos recicladores que processam acima de 500 toneladas/mês (ABIPET, 2005 b). “*Multiplicam-se plantas de baixo investimento (em torno de 200 mil reais), que se restringem a produzir o flake de qualidade duvidosa*” (entrevistado 1). Essas empresas ficam submetidas a um beneficiador ou transformador que aprimore a qualidade de seu *flake*.

As empresas que reciclam PET estão concentradas nas regiões Sudeste e Sul. De acordo com a Plastivida (*s.d.*), existem atualmente no Brasil 126 recicladoras de PET, distribuídas por diferentes regiões do país, com destaque para o Sudeste, alcançando 61% do total de empresas. Com um perfil reativo desde suas origens e caracterizada por pequenos empreendedores, esta indústria tem sido pouco inovadora dentro da cadeia reversa, apesar de se beneficiar de toda a capilaridade da estrutura de catação já estabelecida para coleta de papéis e latas de alumínio.

#### A indústria de transformação

A maioria das empresas transformadoras produz flocos ou fibras para diversas aplicações, que vão de fibras a artefatos plásticos. De acordo com a ABIPET (2005b), em sua maioria, são empresas de grande porte (45%) ou de médio (35%). As fibras têxteis são o principal destino do PET reciclado no Brasil, 37,1% em 2004 (ABIPET, 2005 b), assim como no mundo. Nos Estados Unidos, por exemplo, 54,6% do PET reciclado foi empregado pelo setor têxtil (NAPCOR,

2005). A legislação brasileira (Resolução nº 105, ANVISA 1999) veta a utilização de materiais plásticos procedentes de embalagens, fragmentos de objetos, materiais reciclados, ou já utilizados, à exceção do PET. Contudo, disponibiliza a utilização, em dependência de regulamentação de processos tecnológicos específicos para a obtenção destes materiais (FORLIN; FARIA, 2002; SANTOS, *et al.*, 2004). Para este fim foram desenvolvidas tecnologias conhecidas como “*bottle-to-bottle*”, que envolvem etapas de lavagem, descontaminação, cristalização, pós-condensação no estado sólido e extrusão do PET. (SPINACÉ, PAOLI, 2005).

No Brasil “*já existem três plantas industriais produzindo com este sistema, porém somente para embalagens destinadas ao segmento de higiene e limpeza*” (entrevistado 1). Mesmo que a legislação fosse favorável, “*várias especificidades da realidade brasileira trazem sérios obstáculos à utilização do PET reciclado para embalagens alimentícias: dificuldades de fiscalização, falta de coleta seletiva, catação em lixões e mistura do lixo seco e úmido na sua origem*” (entrevista 1). A necessidade de regulamentação advém da probabilidade de absorção de produtos químicos tóxicos (armazenamento de pesticidas, produtos automotivos, solventes e ação microbiológica de resquícios de alimentos, dentre outros) durante a reutilização das embalagens para outros fins (SANTOS *et al.* 2004). Alguns países da Europa, EUA e Canadá já possuem tecnologias regulamentadas para a utilização de resinas recuperadas de materiais plásticos em embalagens de alimentos, especialmente os fabricados com PET. Nos Estados Unidos, esta utilização já representa 14,3% do PET reciclado (NAPCOR, 2005).

## A reciclagem de PET no Brasil é marcada por pressões sociais e legais cada vez mais intensas e pela presença de múltiplos atores.

Ademais, “*é um tema que exige cuidados, pois de um lado estão os produtores da resina virgem que desejam barrar este processo, e de outro as engarrafadoras com interesses de redução de custos e melhoria de sua imagem de responsabilidade ambiental*” (entrevista 2). Os fabricantes brasileiros de embalagem PET sustentam que um aumento expressivo nos índices de reciclagem do setor demandaria a disseminação do chamado processo *bottle-to-bottle*, que consiste no uso de garrafas usadas para a produção de novas garrafas de bebida (entrevistado 1).

Parece claro que a reciclagem do PET precisa avançar em termos de qualidade e confiabilidade, de modo a

vencer barreiras técnicas que possibilitem a aplicação dos plásticos nos mais variados segmentos, inclusive no contato direto com alimentos. A reciclagem garrafa a garrafa é um desafio para o mercado de PET que, se vencidas as barreiras legais, técnicas e operacionais, fecha o ciclo de vida da resina.

Outro fator limitador é a suposta resistência do consumidor frente a produtos reciclados (entrevistado 1). Ao contrário do setor papelheiro, que fez do papel reciclado uma *grife*, sinônimo de responsabilidade social, no mundo dos poliésteres, as indústrias ainda temem a rejeição do público, que poderia imaginar que a fibra reciclada de PET deve ser mais barata e, portanto, de pior qualidade e/ou danosa à saúde. “*Todos receiam que o público pense que os produtos são de baixa qualidade por usar algo que vem do lixo*” (CZAPSKI, 2003, p. 20).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Empresas que incorporam o desempenho ambiental dentro de uma visão estratégica de recuperação de seus produtos terão uma vantagem distinta frente à concorrência. Para que isso ocorra, elas precisam considerar a gestão logística articulada com a gestão do fim da vida não como uma forma de disposição organizada do produto, mas como um “circuito fechado”, isto é, como estratégia de recuperação do valor econômico e ambiental. Obviamente, as estratégias de fluxo fechado necessitam de uma organização logística importante, ainda que seja apenas pela obrigação de manter uma relação direta com os clientes e atender à legislação cada vez mais rigorosa. Todavia as vantagens e as oportunidades comerciais são múltiplas.

A reciclagem no Brasil enfrenta grandes dilemas e, por essa razão, apesar do seu rápido crescimento na última década, precisa superar alguns desafios de forma a atingir níveis mais avançados em direção à sustentabilidade. O dilema de compatibilizar a função intrínseca do sistema de embalagem com os problemas ambientais decorrentes do descarte pós-consumo sem critério é um desafio para as entidades de pesquisa, empresas fabricantes de embalagens e sociedade.

As principais dificuldades com a coleta de PET dizem respeito à separação e à contaminação por outros materiais plásticos, além de cola e sujeira. Além disso, a presença de atravessadores, os chamados “sucateiros”, dificulta o avanço da qualidade do processo produtivo, quer seja na qualidade e confiabilidade de entrega da coleta, quer seja pela precarização da força de trabalho envolvida (catadores), com nítidos obstáculos à sua maior profissionalização. Somam-se a isso as poucas iniciativas de coleta seletiva, em comparação com o universo urbano no país. Por fim, é urgente uma revisão

das políticas públicas tanto em termos tributários, quanto da gestão dos resíduos urbanos, nas três esferas de governo.

Apesar destas dificuldades, a reciclagem do PET tem fortes apelos nas dimensões ecológica e econômica, além do seu papel social no Brasil. A capilaridade dos catadores como agentes da reversão das embalagens dos produtos consumidos torna mais amplo o alcance e a viabilidade dos volumes reciclados. Além disso, sua presença cotidiana nas metrópoles traz importantes desdobramentos quanto à educação e à ampliação da consciência ambiental.

Desta forma, é necessário maior investimento em informação e tecnologia. Levar ao grande público o conhecimento sobre a reciclabilidade dos materiais, instruindo sobre como proceder para o correto descarte das embalagens também parece ser uma medida fundamental. Desenvolver tecnologias que permitam materiais mais fáceis de reciclar, inofensivos e inertes, para proteção do meio ambiente é outra importante frente de ação.

Sendo a reciclagem mecânica o principal processo utilizado no Brasil na cadeia reversa do PET, destaca-se como principal vantagem a acessibilidade a pequenas e médias empresas. Isto se deve ao fato de ser uma tecnologia de fácil absorção, marcada pela baixa intensidade tecnológica, à menor necessidade de mão-de-obra qualificada e ao pequeno aporte de investimento demandado. Além disso, a reciclagem mecânica permite a reutilização do PET para um número variado de produtos, voltado a um mercado consumidor de amplo espectro, indo de baldes e vassouras até roupas e materiais construtivos, que por sua vez apresentam um ciclo de vida mais longo do que as embalagens.

No âmbito da indústria de transformação, uma das dificuldades é o tabu quanto à utilização do material reciclado, dificultando a abertura de novas oportunidades de compra

entre empresas aplicadoras que utilizam o PET para produtos de uso final. Além disso, a baixa confiabilidade da origem do reciclado, a indiferença entre matéria-prima virgem e reciclada e a pouca preocupação com o *design* das embalagens pelas engarrafadoras são obstáculos adicionais à expansão da cadeia.

Ademais, o sucesso na reciclagem de embalagem PET pós-consumo está estreitamente relacionado: a fatores culturais, políticos e socioeconômicos da população; à implementação de empresas recicladoras; à existência de programas de coleta seletiva, numa perspectiva de gestão compartilhada dos resíduos (JACOBI, 2006); à disponibilidade contínua de volumes recicláveis; ao desenvolvimento de tecnologias e equipamentos compatíveis para os “caminhos” de reciclagem econômicos e tecnicamente viáveis; à programas de fomento para projetos de embalagem; a redução de tributação ou isenção fiscal para a comercialização de produtos reciclados; e a sanções legais para ações ou agentes não integrados com sistemas de reciclagem na cadeia produção-utilização-consumo de embalagens (FORLIN; FARIA, 2002)

Múltiplos atores são envolvidos na estrutura da cadeia reversa do PET e nenhum dos setores, seja público ou privado, conseguirá individualmente organizar-se para o alcance da escala desejável. O alcance de bons resultados nesse setor, também, depende de se investir em etapas anteriores e posteriores à reciclagem, ou seja, na coleta seletiva e no mercado para o produto reciclado. A atuação conjunta do governo, universidades, organizações não-governamentais e empresas pode criar incentivos para o avanço da reciclagem no país. Numa outra lógica, os resíduos têm um ciclo de vida a cumprir, o que implica entrar no “caminho” da cadeia produtiva da reutilização e da reciclagem. Geração de trabalho, renda e economia de recursos são desdobramentos naturais da lógica do não-desperdício.

Artigo recebido em 21/06/2006

Aprovado para publicação em 24/11/2006

---

#### ■ Agradecimento

À CAPES pelo fomento através de Bolsa de Pesquisa, à Prof. Dra. Maria Cecília Loschiavo dos Santos (PROCAM-USP e FAU-USP) pela orientação da pesquisa.



## Referências Bibliográficas

- ABIPET. Associação Brasileira da Indústria de PET. Site corporativo. Disponível em: <www.abipet.org.br>. Acesso em: 24 out. 2005 a.
- \_\_\_\_\_. 1<sup>o</sup>. *Censo da Reciclagem de PET no Brasil*. São Paulo: ABIPET, outubro 2005. Disponível em: <www.abipet.org.br>. Acesso em: 24 jun. 2006 b.
- \_\_\_\_\_. Diretrizes para o projeto de garrafas de PET. São Paulo: ABIPET, novembro de 2005. Disponível em: <www.abipet.org.br>. Acesso em: 24 jun. 2006 c.
- APME – Association of Plastic Manufacture in Europe. In: ABIPET. 1<sup>a</sup> *Censo da Reciclagem de PET no Brasil*. São Paulo: ABIPET, outubro 2005. Disponível em: <www.abipet.org.br>. Acesso em: 24 jun. 2006.
- BERTHIER, H.C. Garbage, work and society. *Resources, Conservation and Recycling*, n. 39, p. 193-210, 2003.
- BRASIL. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento Técnico - Disposições Gerais para Embalagens e Equipamentos Plásticos em Contato com Alimentos. Resolução n. 105, de 19 de maio de 1999. In: *Diário Oficial da União*, 20 de maio (1999).
- BRASIL. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico PNSB- 2000*. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Rio de Janeiro, 2002, 397 p.
- BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos. *Relatório Preliminar: minuta final*. Ministério do Meio Ambiente: Brasília, versão II, 2002. Disponível em: <www.mma.gov.br>. Acesso em: 05 abr. 2005.
- BRUYNE, P.; HERMAN, J.; SCHOUTHEETE, M. *Dinâmica da Pesquisa em Ciências Sociais*. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1991.
- CARMO, M. S. F.; OLIVEIRA, J. A. P.; MIGUELES, C. P. A semântica do lixo, o estímulo à reciclagem e o trabalho dos catadores do Rio de Janeiro: um estudo entre significado e ação econômica. ENGEMA – Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. In: *Anais ...* São Paulo: EAESP/FGV, FEA/USP, 2003.
- CEMPRE – Compromisso Empresarial para a Reciclagem. *Reciclagem de PET no Brasil*. Disponível em: <http://www.ambientebrasil.com.br/>. Acesso em: 17 set. 2004 a.
- \_\_\_\_\_. O sucateiro e a coleta seletiva. *Reciclagem & Negócios – Mercado de Sucatas*, CEMPRES, São Paulo, 2005 b
- CEMPRE/ABIPET – Enfardamento e valorização de sucatas de PET. *Reciclagem & Negócios, PET*. São Paulo, 1997.
- COTTRILL, K. Return to sender. *Traffic World*. v. 262, n. 7, p. 17-18, 2000.
- CZAPSKI, S. Pet reciclado ainda é alvo de rejeição: indústria teme reação do público a fibras reaproveitadas. *Valor Econômico: Valor online, Empresa & Comunidade*, ano 4, n. 911, quarta-feira, 17 dezembro 2003.
- \_\_\_\_\_. Catadores vão gerenciar indústria de reciclagem. *Valor Econômico: Valor online*, 25, abril 2005.
- DAUGHERTY, P.J.; AUTRY, C.W.; ELLINGER A. E. Reverse logistics: the relationship between resource commitment and program performance. *Journal of Business Logistics*, v. 22, n. 1, p. 107-123, 2001.
- DE BRITO, M. P.; DEKKER, R. Reverse logistics: a framework. *Econometric Institute. Report EI 2002-38*, Erasmus University Rotterdam, The Netherlands, 2002.
- \_\_\_\_\_. Managing reverse logistics or reversing logistics management? *Econometric Institute*. Rotterdam, Erasmus University Rotterdam, 2004.
- DEMAJOROVIC, J. Da política tradicional de tratamento do lixo à política de gestão de resíduos sólidos. *Revista de Administração de Empresas*. São Paulo: EAESP, FGV, v. 35, n. 3, p. 88-93, mai./jun. 1995.
- DOWLATSHAHI, S. Developing a theory of reverse logistics. *Interfaces*, v. 30, n. 3, p. 143-155, 2000.
- EUROPEAN COMMUNITIES COUNCIL. Diretiva 94/62/EC: on Packaging and Packaging Waste. *Official Journal of the European Communities*, n. L349, p. 26 Brussels (1994).
- FORLIN, F. J.; FARIA, J. Considerações sobre a reciclagem de embalagens plásticas. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, v. 12, n. 1, p. 1-10, 2002.
- FULLER, D. A. Recycling consumer solid waste: a commentary on selected channel alternatives. *Journal of Business Research*, v. 6, n. 1, p. 41-43, January, 1978.
- GEYER, R. JACKSON, T. Supply loops and their constraints: the industrial ecology of recycling and reuse. *California Management Review*, v. 46, n. 2, Winter, 2004.
- GRIMBERG, E.; BLAUTH, P. *Coleta Seletiva: reciclando materiais, reciclando valores*. Polis: estudos, formação e assessoria em políticas sociais, n. 31, 1998.
- GRUPO PÃO DE AÇÚCAR. Meio Ambiente. Disponível em: <www.grupopaodeacucar.com.br/meioambiente>. Acesso em: 25 jun. 2006.
- GUILTINAN, J. P.; NWOKOYE, N. Reverse channels for recycling: an analysis of alternatives and public policy implications. *American Marketing Association Proceedings*, n. 36, p. 341-346, Spring and Fall, 1974.
- HU, T. L.; SHEU, J. B.; HAUNG, K. H. A reverse logistics cost minimization model for the treatment of hazardous wastes. *Transportation Research Part E*, v. 38, p. 457-473, 2002.
- JACOBI, P. Apresentação. In: JACOBI, P. (org.) *Gestão compartilhada dos resíduos sólidos no Brasil: inovação com inclusão social*. São Paulo: Annablume, 2006.
- KOPICKI, R.; BERG, M.; LEGG, L. L. *Reuse and recycling: reverse logistics opportunities*. Illinois: Oak Brook, Council of Logistics Management, 1993.
- KRIKKE, H. R. et al. Concurrent Product and Closed-Loop Supply Chain Design with an Application to Refrigerators. *International Journal of Production Research* 41(16), p. 3689-3719, 2003.
- LEITE, P. R.; BRITO, E. B. P.; MACAU, F. R.; POVOA, A. C. Determinantes da estruturação dos canais reversos: O papel dos ganhos econômicos e de imagem corporativa. ENCONTRO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 29. In: *Anais... ANPAD*, Brasília, 2005.
- MANO, E. B.; BONELLI, C. M. C. A Reciclagem de plásticos pós-consumidos. *Rev. Química. Industrial.*, Rio de Janeiro, n. 698, p. 18-22, 1994.
- MEYER, H. Many happy returns. *Journal of Business Strategy*. v. 20, n. 4, p. 27-31, 1999.
- MURPHY, P. R.; POIST, R. F. Green Logistics Strategies: an analysis of usage patterns. *Transportation Journal*, winter, p. 5-16, 2000
- NAPCOR – National Association for PET Container Resources. *A PET bottle recycling status report- 2005*. Disponível em: <www.napcor.com>. Acesso em: 20 maio 2006
- Plastivida. *Reciclagem*. Disponível em: <www.plastivida.org.br>. Acesso em: 06 set. 2005.
- PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. LIMPURB – Departamento de Limpeza Urbana. *Caracterização do Resíduos Sólidos Domiciliares do Município de São Paulo*. São Paulo: Secretaria de Serviços e Obras, 2004.
- ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R. S. *Going backwards: reverse logistics trends and practices*. University of Nevada, Reno, 1999.
- SANTOS, A. S. F.; AGNELLI, J. M.; MANRICH, S. Tendências e desafios da reciclagem de embalagens plásticas. *Polímeros – Ciência e Tecnologia*, v. 4, n. 5, p. 307-312, 2004.
- SPINACÉ, M. A. S.; PAOLI, M. A. Tecnologia da Reciclagem de Polímeros. *Química Nova*, v. 28, n. 1, p. 65-72, 2005.
- STOCK, J. R. *Reverse Logistics*. Illinois: Oak Brook, Council of Logistics Management, 1992.
- TOMRA. *Reciclagem: garrafas de plástico (PET)*. Disponível em: <www.tomra.com.br>. Acesso em: 10 set. 2004.
- ZANIN, M.; MANCINI, S. D. Resíduos Plásticos e reciclagem: aspectos gerais e tecnologia. São Carlos: Eduscar, 2004.
- ZIKMUND, WILLIAM G.; STANTON, W. T. Recycling solid wastes: a channel of distribution problem. *Journal of Marketing*, v. 35, n. 3, July, 1971, p. 34-39.



## ■ Sobre os autores

---

### **Sylmara Lopes Francelino Gonçalves-Dias**

Doutoranda

Escola de Administração de Empresas de São Paulo – Fundação Getúlio Vargas (EAESP-FGV)

Programa de Ciências Ambientais – Universidade de São Paulo (PROCAM-USP)

End.: Rua Ribeiro do Vale, 1058 – Brooklin – São Paulo, SP – 04568-003

Tel.: (11) 5535-2131 / (11) 8103-5651

E-mail: sdias@gvmail.br

### **Armindo dos Santos de Sousa Teodósio**

Doutorando

Professor de Graduação e Pós Lato-Sensu

Escola de Administração de Empresas de São Paulo – Fundação Getúlio Vargas (EAESP-FGV)

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

End.: Rua Campestre, 416 - 701 – Sagrada Família – Belo Horizonte – MG – 31030-140

Tel.: (31) 3468-9564 / (31) 8794-9564

E-mail: teodosio@pobox.com