

Reciclagem de Embalagens Plásticas Flexíveis: Contribuição da Identificação Correta

Leda Coltro

Centro de Tecnologia de Embalagem, CETEA/ITAL

Leda C. Duarte

Faculdade de Engenharia Química, FEQ/UNICAMP

Resumo: As embalagens têm rotatividade alta, pois acabam se transformando em resíduo sólido urbano após o consumo do produto de interesse. Por este motivo é importante que as embalagens apresentem o símbolo de identificação do material, a fim de facilitar a cadeia de reciclagem. Muitos produtos de materiais plásticos apresentam código de identificação da resina (normalmente um número de 1 a 7 dentro de um triângulo de três setas e sob o mesmo uma abreviatura), cujo objetivo é indicar o tipo de plástico do qual o produto é feito e auxiliar sua separação e posterior reciclagem e revalorização. Ou seja, tenta-se facilitar a recuperação dos materiais plásticos descartados com o resíduo sólido urbano. O objetivo deste estudo foi efetuar um levantamento de dados sobre os símbolos de identificação de materiais em embalagens plásticas flexíveis, para avaliar se o mercado está adotando a identificação corretamente ou se ainda existe falta de informação. Foi avaliado um total de 509 embalagens plásticas flexíveis para acondicionar produtos alimentícios e não alimentícios disponíveis no mercado brasileiro. Apesar de a norma brasileira ABNT NBR 13230 já estar em sua segunda revisão, ainda existe muita heterogeneidade na identificação das embalagens plásticas. Somente cerca de 50% das embalagens avaliadas apresentaram o símbolo de identificação da resina. Além disso, em alguns casos cerca de 30% das embalagens apresentaram a identificação do material de forma incorreta. Portanto, ainda existe informação errônea no mercado brasileiro sobre o tipo de material da embalagem plástica (incluindo ausência do símbolo de identificação), bem como falta de informação sobre o símbolo correto de identificação da resina. Ambos os fatores prejudicam a cadeia de reciclagem do plástico. Assim, a fim de facilitar a separação e reciclagem de embalagens plásticas flexíveis que contêm materiais distintos, por exemplo, folha de alumínio, é proposta a inclusão da identificação destes materiais na embalagem.

Palavras-chave: Embalagem, plástico flexível, reciclagem, alimentos, higiene, limpeza.

Flexible Plastic Packaging Recycling: The Contribution of the Correct Identification

Abstract: Packages have high rotation as they become municipal solid waste just after the consumption of the product. Therefore, packages should be labeled with identification of the material they are made of in order to help the recycling chain. Many products made from plastics show a resin identification code – usually from 1 to 7 inside a three-arrow triangle above a monogram – aimed at identifying the type of plastic the product is made of, and help its separation and later recycling. In other words, one aims to facilitate recovery of plastics discarded with the municipal solid waste. In this study we collected data on the resin identification code in flexible plastic packages to assess whether the guidelines for material identification are being followed. The data collection was performed in a total of 509 flexible plastic packages used for packing food and non-food products available in the Brazilian market. Even though the NBR 13230 Brazilian standard is already in its second revision, the resin identification code in plastic packages is still used in a very heterogeneous fashion. Approximately 50% of the packages had the resin identification code. Up to 30% of some packages showed incorrect material identification code. Therefore, misinformation still occurs in the Brazilian market concerning the type of material for plastic packaging – including lack of the resin identification code and incorrect form of identification code in the plastic packaging. Both of these problems have negative effects on the plastic recycling chain. We propose that other materials used in flexible plastic packages, e.g. aluminum foil, should also be identified, in order to make the separation and recycling easier.

Keywords: Packaging, flexible plastic, recycling, food, household, personal products.

Introdução

A indústria de embalagens é uma grande consumidora de plásticos. Em 2008, a indústria brasileira de embalagens foi avaliada em US\$ 24.636 milhões, correspondendo a um total de 7,5 milhões de toneladas, sendo equivalente a 1,6% do produto interno bruto. Deste montante, as embalagens plásticas representaram 22%, em massa, e 25%, em valor. Os polímeros mais utilizados em embalagens plásticas são o poli(tereftalato de etileno) – PET, polipropileno – PP, polietileno de baixa densidade – PEBD e polietileno de alta densidade – PEAD (em massa), porém quando se considera a contribuição em valor a ordem de importância é alterada para PEBD, PP, PET e PEAD, conforme apresentado na Tabela 1. Além disso, o

consumo de embalagens plásticas tem crescido de 4 a 7% ao ano^[1].

A principal aplicação das embalagens plásticas é o setor alimentício (65%), que apresentou um consumo de 1.085.003 t, em 2008, no qual os segmentos de bebidas não-alcoólicas (531.286 t), laticínios e gorduras (196.683 t), carnes e vegetais (157.521 t) são os mais expressivos. No setor não-alimentício (582.531 t), os segmentos de química e agricultura (237.381 t), produtos de limpeza (187.242 t), higiene e beleza (141.039 t) são os principais usuários das embalagens plásticas^[1].

As embalagens têm rotatividade alta, pois acabam se transformando em resíduo sólido urbano após o consumo do

Tabela 1. Contribuição dos diversos materiais para o mercado de embalagens plásticas^[1].

Polímero*	Massa (10 ³ t)		Valor (10 ⁶ US\$)	
	2007	2008	2007	2008
PEBD	339	353	1.479	1.575
PEAD	292	309	1.114	1.178
PS	47	49	421	512
PVC	38	38	150	164
PP	389	404	1.295	1.442
PET	497	514	1.599	1.281
PC	1	1	6	7
Total	1.602	1.667	6.065	6.160

*PEBD – polietileno de baixa densidade; PEAD – polietileno de alta densidade; PS – poliestireno; PVC – poli(cloreto de vinila); PP – polipropileno; PET – poli(tereftalato de etileno); PC – policarbonato.

produto de interesse. A geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil em 2010 foi da ordem de 60,7 milhões de toneladas, um aumento de 6,8% em relação ao volume gerado em 2009^[2].

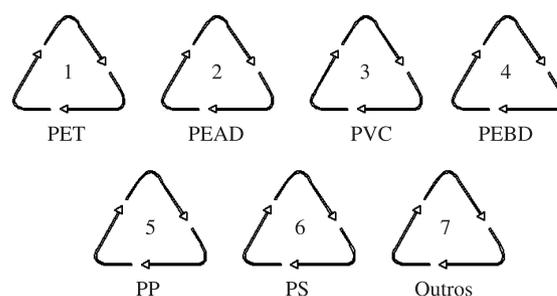
Em relação aos plásticos, em 2007 foram recicladas 962 mil toneladas no Brasil. Considerando somente o plástico pós-consumo, foram recicladas mecanicamente 592 mil toneladas de plástico, sendo 289 mil t de PET, 112 mil t de PEBD/PELDB (PELDB – polietileno linear de baixa densidade), 72 mil t de PEAD, 53 mil t de PP, 31 mil t de PS, 22 mil t de PVC e 13 mil t de outros plásticos. Portanto, em 2007 a reciclagem mecânica do plástico pós-consumo representou 61% do plástico reciclado no Brasil. Um fator determinante para impulsionar a reciclagem mecânica dos plásticos é a coleta seletiva, a qual ocorre em apenas 7% dos mais de 5500 municípios brasileiros^[3].

Com a finalidade de propiciar a reciclagem, muitos produtos feitos de materiais plásticos apresentam um código de identificação da resina, normalmente um número de 1 a 7 dentro de um triângulo de três setas e sob o mesmo uma abreviatura, cujo objetivo é indicar o tipo particular de plástico do qual o produto é feito. Este código normalmente é colocado na base do frasco ou, no caso de material flexível, no verso da embalagem que contém o produto. Os códigos de identificação têm por objetivo facilitar a recuperação das embalagens plásticas descartadas com o resíduo sólido urbano, uma vez que auxiliam sua separação e posterior reciclagem e revalorização.

Uma vez que os programas de reciclagem municipal tradicionalmente têm a embalagem como meta, o sistema de códigos empregado nas embalagens plásticas propicia um meio de identificação do tipo de resina das embalagens normalmente encontradas no resíduo sólido urbano. O sistema de códigos impulsiona o controle de qualidade na linha de separação de materiais plásticos nos recicladores, assegurando que o plástico reciclado seja o mais homogêneo possível.

A norma da ABNT NBR 13230 – “Embalagens e acondicionamentos plásticos recicláveis – identificação e simbologia”^[4] trata dos símbolos de identificação dos materiais plásticos (Figura 1). Os seis materiais identificados pelos símbolos são os plásticos que predominam no resíduo sólido urbano.

No caso de embalagens fabricadas com uma mistura de resinas, coextrusão e/ou coinjeção, os componentes principais da mistura devem ser indicados, por exemplo, PEAD/PEBD (sob o triângulo de três setas) e 2/4 (dentro do triângulo de três setas), conforme apresentado na Figura 2a. No caso de embalagens fabricadas por uma mistura de resinas em que pelo menos uma das resinas não esteja contemplada por um dos códigos de 1 a 6, a norma recomenda o uso do número 7 dentro do triângulo de três setas e a identificação



- 1 - PET - Polietileno tereftalato
- 2 - PEAD - Polietileno de alta densidade
- 3 - PVC - Policloreto de vinila
- 4 - PEBD - Polietileno de baixa densidade
- 5 - PP - Polipropileno
- 6 - PS - Poliestireno
- 7 - Outros

Figura 1. Símbolos de identificação dos materiais plásticos segundo a norma ABNT NBR 13230^[4].

dos tipos de resina por suas abreviaturas abaixo do triângulo de três setas (Figura 2b)^[4].

No caso de embalagens com dimensões reduzidas, que não permitam a gravação do símbolo completo, pode-se eliminar a gravação da abreviatura e mantêm-se o triângulo de três setas com a numeração adequada em seu interior (Figura 2c). Porém, quando o código é 7 a eliminação da abreviatura das resinas não se aplica, uma vez que o código 7 por si só não traz informação sobre o tipo de resina.

O símbolo “7 – Outros” normalmente é empregado para produtos plásticos fabricados com policarbonato – PC, poliamida – PA etc. ou uma combinação de diversas resinas e/ou materiais. Alternativamente pode-se substituir o termo “Outros” pela abreviatura do nome da resina que compõe o material, por exemplo, no caso de policarbonato, a norma sugere que se utilize o triângulo de três setas contendo o número 7 e que a palavra “Outros” seja substituída pela sigla que representa a resina abaixo do símbolo, neste caso PC (Figura 2d)^[4].

As dimensões dos símbolos apresentados na norma ABNT NBR 13230^[4] são apenas orientativas, porém as proporções estabelecidas na norma devem ser obedecidas. Vale ressaltar que as dimensões devem facilitar ao máximo a leitura do mesmo e a consequente separação do material na linha de triagem.

A norma não faz referência específica aos plásticos flexíveis, porém as embalagens flexíveis também devem adotar a simbologia

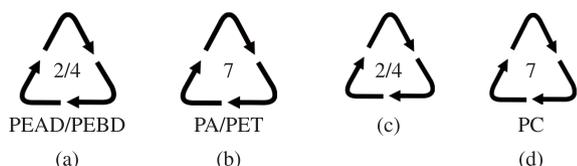


Figura 2. Embalagens fabricadas por mistura de resinas: a) resinas com símbolo normalizado, b) uma das resinas com código não definido pela norma, c) resinas com símbolo normalizado em embalagem com dimensões reduzidas e d) resina com código não definido pela norma^[4].

desta norma. No caso de laminação e/ou coextrusão de diversos materiais para a fabricação da embalagem flexível deve-se indicar os componentes principais da estrutura. A identificação das resinas auxilia na reciclagem mecânica destas embalagens, pois algumas embalagens multicamadas, tais como BOPP/BOPP (BOPP – polipropileno biorientado), PEBD/adesivo/PA/adesivo/PEBD, PP/adesivo/EVOH/adesivo/PP (EVOH – copolímero de etileno e álcool vinílico), PET/adesivo/PEBD, PA/adesivo/PP, PVC/PE, PS/PE, etc. são viáveis para a reciclagem mecânica em processos específicos sem a necessidade de separação prévia das camadas da estrutura^[5].

No entanto, estruturas que contêm PVdC/OPP (PVdC/OPP – poli(cloreto de vinilideno) / polipropileno orientado) ou EVOH/PA apresentam dificuldades técnicas para a reciclagem mecânica devido à instabilidade térmica do PVdC e do EVOH frente aos respectivos componentes das estruturas. Por estes motivos é muito importante que as resinas sejam identificadas na embalagem. Nestes casos, o símbolo mais indicado é o “7 – abreviatura das resinas” devido à combinação de muitas resinas e/ou materiais distintos (alumínio, por exemplo).

A princípio todos os plásticos podem tecnicamente ser submetidos à reciclagem mecânica, mas os plásticos que de fato são reciclados variam dependendo da área de utilização. Esta “seleção” dos materiais está relacionada com o valor econômico e o volume de material disponível para reciclagem.

A recuperação e reciclagem do resíduo sólido plástico podem ser classificadas em quatro rotas principais, ou seja, re-extrusão, mecânica, química e recuperação energética. Uma das preocupações principais na reciclagem mecânica de plásticos é a qualidade do produto obtido^[6,7]. Neste sentido existem estudos de re-estabilização do material plástico de modo que o produto reciclado tenha características adequadas ao uso^[8]. Além disso, também têm sido desenvolvidos novos materiais a partir de filmes multicamada usados em embalagem^[9].

A adequação da resina reciclada para uma determinada aplicação depende da demanda desta aplicação e da natureza da contaminação resultante do uso anterior da embalagem. Enquanto as resinas virgens são fabricadas com propriedades específicas de acordo com as necessidades da aplicação final, o mercado de material reciclado deve ser tolerante a variações nas propriedades que ocorrem entre os diferentes *grades* de uma mesma resina que estão misturados no resíduo sólido urbano.

A reciclagem energética (aproveitamento do valor calorífico do resíduo plástico) é uma opção de revalorização quando a reciclagem mecânica não é viável na prática (por motivos técnicos e/ou econômicos)^[10-12]. Estudos de avaliação do ciclo de vida – ACV demonstraram que a reciclagem pode reduzir significativamente o impacto ambiental das embalagens plásticas^[13-15].

A Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, dispendo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos. Dentre seus princípios

constam: a prevenção e a precaução; o poluidor-pagador e o protetor-recebedor; o desenvolvimento sustentável; a ecoeficiência; a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos; o reconhecimento do resíduo reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor da cidadania, entre outros. Assim, a logística reversa, a coleta seletiva e demais ferramentas voltadas à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos são alguns dos instrumentos da PNRS, sendo prevista a ampliação da obrigatoriedade da logística reversa, hoje existente para apenas alguns poucos produtos^[16].

A logística reversa é a área da logística empresarial que tem a preocupação com os aspectos logísticos do retorno dos produtos, materiais e embalagens ao ciclo produtivo, sendo, portanto, uma etapa importante para o processo de reciclagem, uma vez que os materiais pós-consumo retornam aos diferentes centros produtivos na forma de matéria-prima. Portanto, a identificação dos materiais de embalagem é muito importante, pois viabiliza a separação correta dos materiais no pós-consumo e o retorno destes para os centros produtivos.

Embora a reciclagem do PET no Brasil, em 2007, tenha representado cerca de 50% do volume total de plástico reciclado pós-consumo^[3], de acordo com estudo desenvolvido por Coelho, Castro e Gobbo Junior^[17] ainda é necessário educar as pessoas envolvidas direta e indiretamente com o processo de reciclagem, estruturar a cadeia reversa do pós-consumo e engajar os setores industriais e governamentais através de políticas públicas para dar suporte a tecnologias mais limpas ao longo da cadeia de produção das garrafas de PET. Além disso, o estágio da logística reversa afeta a economia e os benefícios ambientais da reciclagem.

Assim, o objetivo deste estudo foi efetuar um levantamento de dados sobre os símbolos de identificação de materiais em embalagens plásticas flexíveis, com a finalidade de avaliar se o mercado está adotando a identificação corretamente ou se ainda existe falta de informação.

Experimental

Foi feito um levantamento de dados sobre os símbolos de identificação dos materiais plásticos em um total de 509 embalagens plásticas flexíveis disponíveis no mercado brasileiro empregadas para o acondicionamento de diversos produtos alimentícios (67% das amostras) e não alimentícios (higiene pessoal, limpeza doméstica, produtos descartáveis, materiais de escritório etc.) (33% das amostras), de um total de 170 fabricantes. Este levantamento de dados foi feito no varejo em Campinas, avaliando-se também a presença ou não do símbolo de descarte adequado das embalagens. A seleção das embalagens plásticas flexíveis para o levantamento de dados tomou por base o tipo de produto acondicionado e a representatividade do produto acondicionado no mercado brasileiro.

Os símbolos de identificação dos materiais observados nas embalagens foram confrontados com bancos de dados disponíveis no CETEA sobre materiais utilizados em embalagens plásticas flexíveis de produtos diversos. Quando necessário, o material das embalagens foi confirmado por espectroscopia no infravermelho e/ou calorimetria diferencial de varredura.

Resultados e Discussões

Do mesmo modo que foi observado em levantamento feito anteriormente sobre símbolo de reciclagem em embalagens

plásticas rígidas^[18], atualmente ainda existem empresas utilizando símbolos errados para a identificação das embalagens plásticas flexíveis disponíveis no mercado brasileiro (círculo ou triângulo/círculo, 4% e 2% das embalagens avaliadas respectivamente). Além do uso de símbolos não normalizados, também existem muitas embalagens plásticas flexíveis sem a identificação da resina (48% das embalagens avaliadas), somente com o triângulo de três setas indicativo de material reciclável, ponto verde (símbolo de material coletado pelo sistema alemão – DSD), além daquelas nas quais a localização do símbolo de identificação da resina é de difícil visibilidade e acesso, como por exemplo, sob a termossoldagem da embalagem (Figura 3).

Também foi observado que algumas embalagens apresentavam autodeclarações, tais como “Embalagem reciclável”, associada ou não à identificação do material (neste último caso, não contribuindo em nada para a cadeia de reciclagem, uma vez que não apresentava a identificação da resina), “Alumínio é 100% reciclável”, “Plástico reciclável”, “É reciclável”, “O plástico é reciclável”, “Laminado reciclável” etc. Ou seja, ainda existe confusão entre a identificação do material para a reciclagem (ABNT NBR 13230) e a rotulagem ambiental (série de normas ISO 14020). As autodeclarações ambientais são rótulos ambientais do Tipo II e os termos empregados são padronizados (reciclável, conteúdo reciclável, material reciclado, material recuperado (reaproveitado), material pré-consumo, material pós-consumo etc.), além da necessidade de atender aos requisitos estabelecidos na norma ABNT NBR ISO 14021^[19].

Vale ressaltar que a rotulagem ambiental do Tipo II deve ser verdadeira e verificável, ou seja, pelo Código de Defesa do Consumidor as empresas são obrigadas a fornecer informações publicitárias não enganosas ou abusivas de modo que, se for solicitado, a empresa deve informar onde e como é feita a reciclagem da respectiva embalagem^[20].

Os resultados obtidos no levantamento de dados sobre a identificação da resina em embalagens plásticas flexíveis para produtos alimentícios disponíveis no mercado são apresentados na Tabela 2. Foi observado que 59% das embalagens plásticas flexíveis avaliadas apresentaram identificação da resina, sendo que 30% estavam identificadas de acordo com a norma ABNT NBR 13230 e 29% de modo incorreto.

As embalagens plásticas flexíveis para produtos alimentícios que apresentaram maior número de embalagens com o símbolo de identificação do material de acordo com a norma ABNT NBR 13230 foram aquelas fabricadas em PEBD (42%) e as multicamadas (Outros – 39%), enquanto as embalagens de PP foram aquelas com maior número de embalagens com símbolo de identificação incorreto (45%), conforme apresentado na Figura 4.

No caso dos produtos não alimentícios acondicionados em embalagens plásticas flexíveis disponíveis no mercado, os resultados

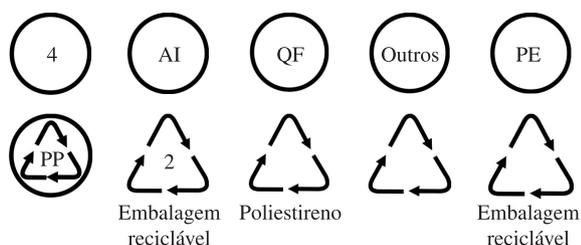


Figura 3. Símbolos de identificação (não normalizados) observados em algumas embalagens plásticas flexíveis disponíveis no mercado brasileiro.

obtidos no levantamento de dados sobre a identificação da resina mostraram que somente 40% das embalagens apresentaram identificação da resina, sendo que apenas 13% estavam identificadas de acordo com a norma ABNT NBR 13230 e 27% de modo incorreto (Tabela 3).

Portanto, quase metade das embalagens plásticas flexíveis avaliadas dificilmente poderia ser reciclada, ou pelo menos apresentariam sérias dificuldades para o processo de separação dos materiais, uma vez que não apresentavam a identificação do plástico utilizado em sua composição.

A norma ABNT NBR 13230 recomenda que, no caso das embalagens fabricadas com polietileno linear de baixa densidade (PELBD) seja adotado o mesmo símbolo do PEBD (número 4), uma vez que estes materiais podem ser reciclados em um mesmo processo, sem separação prévia dos mesmos. Esta prática foi observada em algumas embalagens avaliadas, enquanto outras apresentaram a identificação PELBD sob o triângulo de três setas. Os filmes de PE oferecem boa barreira ao vapor d'água, baixo custo, ampla disponibilidade, boa resistência mecânica e bom desempenho em máquinas automáticas de acondicionamento, o que os tornam ideais para o acondicionamento de açúcar, arroz, farinhas e grãos, o que explica o emprego de misturas de PEBD e PELBD (em diversas proporções), bem como PELBD puro para o acondicionamento destes produtos^[21].

Há uma grande diversidade de combinação de materiais para a composição das embalagens plásticas flexíveis, laminadas e/ou coextrudadas, de modo que as mesmas atendam aos requisitos de proteção dos produtos acondicionados. Por exemplo, os diversos tipos de *snacks* variam quanto à suscetibilidade à oxidação, sendo a batata frita o produto mais crítico devido ao maior teor de gordura. A embalagem adequada para salgadinhos fritos deve proporcionar barreira ao oxigênio, à umidade e à luz, além de ter uma termossoldagem íntegra que impeça trocas gasosas com o ambiente. Assim, as batatas fritas normalmente são acondicionadas em embalagens flexíveis de BOPP/BOPP metalizado, as batatas palha em embalagens flexíveis do tipo auto-sustentáveis (*stand-up pouch*) de PET/PETmet/PE, além de *snacks* em estruturas laminadas de BOPP/BOPPmet/cold seal, BOPPmet/PE/BOPPmet, PET/PE/BOPPmet, PET/BOPPmet/PE etc^[21].

Já o café torrado e moído é suscetível à perda de qualidade pela exposição ao oxigênio do ambiente, intensificada pela absorção de umidade. Assim, as embalagens para café à vácuo compensado devem apresentar baixa permeabilidade ao oxigênio e ao vapor

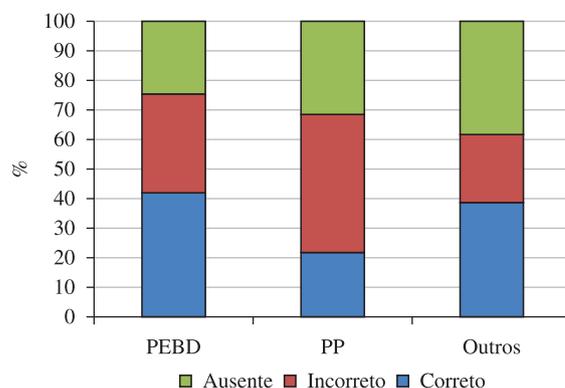
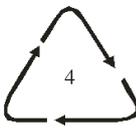
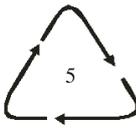
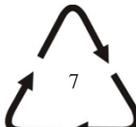


Figura 4. Porcentagem de PRODUTOS ALIMENTÍCIOS com símbolo de identificação do material de acordo com a norma ABNT NBR 13230 – correto, incorreto e/ou ausente na embalagem em função do tipo de resina plástica.

Tabela 2. Símbolos de identificação utilizados em embalagens plásticas flexíveis para PRODUTOS ALIMENTÍCIOS disponíveis no mercado.

Símbolo	Produto	Capacidade	Amostra		Identificação			
			M	F	C(%)	I(%)	A(%)	 (%)
 PEBD	Açúcar	500-5000 g	9	4	45	33	22	0
	Arroz	1-5 kg	31	13	10	48	42	13
	Curau de milho	200 g	1	1	0	0	100	0
	Feijão	500-1000 g	17	9	29	53	18	12
	Fubá mimoso, pré-cozido	500-1000 g	3	3	67	33	0	0
	Milho para pipoca	500 g	2	2	50	0	50	0
	Pão de forma	300-500 g	4	3	50	25	25	0
	Sal	0,5-1 kg	7	3	40	30	30	17
	Amendoim cru, Canjica de milho, Canjiquinha, Canjica, Farinhas (mandioca, milho, rosca, trigo), Trigo para quibe, Lentilha, Sagu, Tapioca, Polvilho (doce e azedo)	500-1000 g	19	17	100	0	0	5
 PP	Balas, Gomas de mascar	20-150 g	11	4	0	75	25	75
	Biscoitos	180-500 g	7	5	30	15	55	30
	Bisnaguinha	300 g	4	2	75	25	0	25
	Chocolate	40-500 g	15	7	27	40	33	87
	Torradas	140-160 g	4	3	0	75	25	25
 Outros	Amendoim	90-500 g	7	5	15	30	55	30
	Balas e pirulitos	110-150 g	4	3	0	100	0	100
	Batata palha	135-300 g	4	4	25	50	25	75
	Bolos	250-300 g	5	4	20	20	60	20
	Café	250-1000 g	13	12	0	15	85	40
	Café solúvel	50-100 g	3	3	0	33	67	33
	Castanha de caju	200-500 g	1	1	0	0	100	0
	Chocolate	100-240 g	3	3	33	67	0	100
	Ervilha	500 g	1	1	100	0	0	0
	Farinha de milho	500 g	2	2	50	50	0	0
	Farofa pronta	250-500 g	5	4	20	20	60	20
	Feijão, Lentilha, Massa p/ pizza de frigideira, Pipoca para microondas	100-500 g	4	4	100	0	0	0
	Mistura para bolo	400-450 g	4	4	25	0	75	25
	Pão (queijo, sírio e sueco)	180-500 g	3	3	33	33	33	66
	Polenta	500-1000 g	2	1	0	100	0	0
	Purê de batata	180-200 g	2	2	50	0	50	50
	Snacks	60-200 g	17	7	6	18	76	88
	Refresco em pó	8-45 g	9	6	78	11	11	78
	Temperos	30-50 g	8	7	38	12	50	0
	Ração para cães	1-20 kg	21	4	86	14	0	24
	Ração para gatos	500-3000 g	5	3	100	0	0	60
	Petiscos para cães	65-1000 g	14	10	30	30	40	20
	Material não identificado	Farinha de milho, Geléia de frutas, Marrom glacê, Geléia de mocotó, Paçoca, Torrone, Doces (amendoim, banana, leite)	90-500 g	15	15	0	0	100
Balas		150-540 g	21	6	0	67	33	80
Goiabada		180-400 g	3	3	0	33	66	0
Grão de bico		500 g	2	2	0	50	50	0
Ovinhos de amendoim		150 g	1	1	0	100	0	100
Ração para cães		1-20 kg	18	7	0	0	100	22
Ração para gatos	400-10000 g	8	6	0	13	87	25	

M/F = número de Marcas comerciais e de Fabricantes dos produtos avaliados; C/I/A = identificação do material Correta, Incorreta e Ausente, respectivamente;  = símbolo de descarte adequado das embalagens.

d'água, além de permitir soldagem hermética. Para atender estes requisitos de proteção são normalmente utilizados filmes metalizados laminados, tais como PETmet/PE, BOPPmet/BOPPcoex e BOPP/BOPPmet/PE. Já o café torrado e moído e embalado à vácuo é acondicionado em estruturas flexíveis laminadas com folha de alumínio, sendo a embalagem flexível típica composta por PET/Al/PE, mas podendo ser empregadas outras estruturas, tais como PET/Al/PA/PE e PET/BOPP/Al/PELBD^[21].

Em todos os casos citados anteriormente, o símbolo de identificação para as embalagens laminadas de BOPP deve ser o mesmo do PP, uma vez que o BOPP é reciclado como PP. Além disso, no caso das embalagens metalizadas o mais adequado é a identificação somente das resinas presentes na estrutura (Figura 5a, b), uma vez que a camada de metalização é insignificante em relação aos polímeros presentes na embalagem e por isso não interfere na reciclagem da estrutura^[22]. No caso de embalagens plásticas flexíveis metalizadas e/ou multicamada com dimensões reduzidas e, portanto, com pouco espaço para impressão, o que é bastante comum neste segmento, também é proposto que seja utilizada somente a identificação das resinas presentes na estrutura sob o triângulo de três setas vazias (Figura 5c) com a finalidade de facilitar a leitura dos símbolos de identificação dos materiais.

Já no caso das demais estruturas, o uso do símbolo com a descrição "Outros" só informa que o material deve ser separado

das demais resinas, porém não oferece alternativa para uma possível reciclagem. Assim, mesmo que haja a presença de material distinto na estrutura, por exemplo, o alumínio, o mais adequado é a identificação dos diversos materiais que compõem a estrutura da embalagem empregando a identificação das resinas por suas respectivas siglas e inclusive do alumínio, conforme proposto na Figura 5d.

Desse modo a separação das embalagens para a reciclagem seria muito facilitada, o que contribuiria para o aumento da reciclagem das embalagens plásticas presentes no resíduo sólido urbano e também do resíduo pós-industrial.

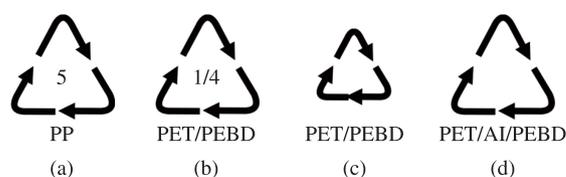


Figura 5. Propostas de símbolos de identificação dos diversos materiais que compõem a estrutura das embalagens plásticas flexíveis para facilitar a reciclagem: a) identificação de embalagem metalizada de BOPP/BOPPmet, b) identificação de embalagem metalizada de PET/PETmet/PE, c) identificação de embalagem metalizada e/ou multicamada com dimensões muito reduzidas, d) identificação de embalagem laminada com folha de alumínio.

Tabela 3. Símbolos de identificação utilizados em embalagens plásticas flexíveis para PRODUTOS NÃO ALIMENTÍCIOS disponíveis no mercado.

Símbolo	Produto	Capacidade	Amostra		Identificação				
			M	F	C(%)	I(%)	A(%)	(%)	
PEBD	Absorvente	8-40 u	9	5	33	45	22	0	
	Algodão	30-100 g	9	4	0	45	55	10	
	Copos plásticos	40-100 u	2	2	0	100	0	0	
	Fita adesiva	1 u	1	1	100	0	0	100	
	Fralda descartável	8-32 u	8	7	25	50	25	0	
	Papel higiênico	4-8 u	10	5	10	40	50	0	
	Papel toalha	2 u	4	4	25	25	50	0	
	Prato descartável	10 u	2	2	50	0	50	0	
	Sabão em pó	1 kg	2	2	50	0	50	0	
	Saco para lixo	5-25 u	4	2	0	75	25	75	
PP	Esponja para pia	1-4 u	6	4	67	0	33	33	
	Fita adesiva	1 u	1	1	0	100	0	0	
	Flanela	2-5 u	2	2	100	0	0	0	
	Guardanapo	20-50 u	9	5	11	11	78	0	
	Sabonete	90-180 g	14	7	0	7	93	15	
	Material não identificado	Algodão p/ polimento, Caneta, Espuma de vedação, Estojo para escova de dente, Estopa, Fita adesiva, Aparelho de barbear, Lápis, Lenços (de limpeza e umedecidos), Papel manteiga, Produtos p/ Piscina, Régua escolar	1-75 u	35	23	0	0	100	0
		Bolsas herméticas, Branquinho, Cola, Compressa de gaze	1-15 u	4	4	0	100	0	0
		Esponja de banho	1 u	10	4	0	20	80	20
		Esponja de aço	60 g	4	3	25	50	25	50
		Flanela	1-5 u	6	4	0	33	66	0
Folha de alumínio		1 u	2	2	0	50	50	0	
Pó descolorante		50 g	3	1	0	66	33	66	
Sabão em pedra		0,2-3 kg	7	6	0	58	42	43	

M/F = número de Marcas comerciais e de Fabricantes dos produtos avaliados; C/I/A = identificação do material Correta, Incorreta e Ausente, respectivamente;

= símbolo de descarte adequado das embalagens.

Conclusões

Os resultados obtidos mostraram que cerca de metade das embalagens plásticas flexíveis avaliadas dificilmente poderia ser reciclada, ou pelo menos apresentaria sérias dificuldades para o processo de separação dos materiais, uma vez que as embalagens não apresentavam a identificação do plástico utilizado em sua composição. Além disso, em alguns casos cerca de 30% das embalagens apresentaram a identificação do material de forma incorreta.

Dois fatores dificultam o processo de logística reversa das embalagens plásticas e, portanto, prejudicam a cadeia de reciclagem do plástico no Brasil:

- Ainda existe falta de informação no mercado brasileiro sobre o tipo de resina que compõe a embalagem plástica, ou seja, ausência do símbolo de identificação; e
- Falta informação sobre o símbolo correto de identificação do material da embalagem.

A falta de padronização do mercado dificulta grandemente a cadeia de reciclagem do plástico no Brasil. Assim, antes de imprimir qualquer símbolo de identificação da resina plástica na embalagem deve-se consultar a norma ABNT NBR 13230 e adotar aquele que for mais adequado ao material plástico em questão.

As Associações e Instituições que trabalham com embalagens plásticas devem constantemente divulgar a norma ABNT NBR 13230 visando à máxima adequação deste setor e, assim, auxiliando a etapa de separação e posterior reciclagem das embalagens plásticas.

A logística reversa e a reciclagem das embalagens pós-consumo é uma das premissas da Política Nacional de Resíduos Sólidos publicada em 2010. Assim, as taxas de reciclagem que devem ser estabelecidas aplicam-se a todo o setor de embalagens plásticas, tanto rígidas quanto flexíveis. Portanto, contribuir, ou pelo menos não confundir, a cadeia de reciclagem dos materiais plásticos é fundamental para todo o setor envolvido.

Agradecimentos

As autoras agradecem ao CNPq/PIBIC pela bolsa concedida.

Referências Bibliográficas

1. Datamark. - "Dados de Embalagem", Relatório Brazil Pack 2009. Disponível em: <http://www.datamark.com.br/newdatamark/ASP/FS/fs_pk_p.asp>. Acesso em: 26 maio 2011.
2. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE. - "Panorama dos resíduos sólidos no Brasil", 201p. (2010).
3. Esmeraldo, F. A. - "Monitoramento dos índices de reciclagem mecânica de plástico no Brasil (IrmP)", São Paulo (2008). Palestra. PMID:18455008.
4. Associação Brasileira de Norma Técnicas – ABNT. - "NBR 13230: Embalagens e acondicionamentos plásticos recicláveis – identificação e simbologia", Rio de Janeiro, 8p. (2008).
5. Coltro, L. - "Embalagens Plásticas Flexíveis vs Meio Ambiente: Problema ou Solução?", in: Curso "Embalagens Plásticas Flexíveis: Propriedades e Avaliação da Qualidade", CETEA/ITAL, Campinas (2002). Palestra.
6. Al-Salem, S. M.; Lettieri, P. & Baeyens, J. - Waste Manag., **29**, p.2625 (2009). PMID:19577459. <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2009.06.004>
7. Sadat-Shojai, M. & Balchshandeh, G-R. - Polym. Degrad. Stabil., **96**, p.404 (2011). <http://dx.doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2010.12.001>
8. Kartalis, C. N.; Papaspyrides, C. D. & Pfaendner, R. - Polym. Degrad. Stabil., **70**, p.189 (2000). [http://dx.doi.org/10.1016/S0141-3910\(00\)00106-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0141-3910(00)00106-3)
9. Tartakowski, Z. - Resour. Conserv. Recy., **55**, p.167 (2010).
10. Al-Salem, S. M.; Lettieri, P. & Baeyens, J. - Prog. Energ. Combust., **36**, p.103 (2010). <http://dx.doi.org/10.1016/j.pecs.2009.09.001>
11. Sadat-Shojai, M. & Bakhshandeh, G. R. - Polym. Degrad. Stabil., **96**, p.404(2011).<http://dx.doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2010.12.001>
12. Achilias, D. S.; Roupakias, C.; Megalokonomos, P.; Lappas, A. A. & Antonakou, E. V. - J. Hazard. Mater., **149**, p.536 (2007). PMID:17681427. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2007.06.076>
13. Ross, S. & Evans, D. - J. Clean. Prod., **11**, p.561 (2003). [http://dx.doi.org/10.1016/S0959-6526\(02\)00089-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0959-6526(02)00089-6)
14. Chilton, T.; Burnley, S. & Nesaratnam, S. - Resour. Conserv. Recy., **54**, p.1241 (2010). <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2010.04.002>
15. Shen, L.; Worrell, E. & Patel, M. K. - Resour. Conserv. Recy., **55**, p.34 (2010). <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2010.06.014>
16. Garcia, E. E. C. - "Política Nacional de Resíduos Sólidos", in: Curso "Sustentabilidade na cadeia produtiva de embalagem", CETEA/ITAL, Campinas (2011). Palestra.
17. Coelho, T. M.; Castro, R. & Gobbo Junior, J. A. - Resour. Conserv. Recy., **55**, p.291 (2011). <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2010.10.010>
18. Coltro, L.; Gasparino, B. F. & Queiroz, G. C. - Polímeros, **18**, p.119 (2008).
19. Associação Brasileira de Norma Técnicas – ABNT. - "NBR ISO 14021: Rótulos e declarações ambientais – autodeclarações ambientais (Rotulagem do tipo II)", Rio de Janeiro, 26p. (2004).
20. Brasil. "Código de Defesa do Consumidor. Lei 8.078/1990, de 11 de setembro de 1990. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências", Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 12 set. 1990, Seção 3 (1990).
21. Sarantópoulos, C. I. G. L., Oliveira, L. M. & Canavesi, E. - "Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis", CETEA/ITAL, Campinas (2001).
22. Coltro, L. - "Simbologia de reciclagem para laminados de BOPP", Relatório CETEA A219-1/08 – Final. CETEA/ITAL, Campinas (2009). Disponível em: <<http://bagarai.com.br/wp-content/uploads/2010/07/Laudo-Cetea.pdf>>. Acesso em 23 jan. 2012.

Enviado: 10/06/11
Reenviado: 10/02/12
Aceito: 23/03/12