

Embalagem e Sustentabilidade

Desafios e orientações no
contexto da Economia Circular



CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

ABRE – Associação Brasileira de Embalagem

São Paulo – SP

1ª Edição

– 2016 –

Thiago Urtado Karaski
Flávio de Miranda Ribeiro
Bruno Rufato Pereira
Luciana Pellegrino S. de Arteaga

Embalagem e Sustentabilidade

Desafios e orientações no contexto da Economia Circular

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

ABRE – Associação Brasileira de Embalagem

CETEA/ITAL – Centro de Tecnologia de Embalagem do
Instituto de Tecnologia de Alimentos, da Secretaria de Agricultura
e Abastecimento do Governo do Estado de São Paulo

A144e ABRE

Embalagem e sustentabilidade: desafios e orientações no contexto da economia circular/ABRE, CETESB, CETEA; Thiago Urtado Karaski ... [et al.]; Coordenação Bruno Pereira; Coordenação do projeto Camila Carbonelli; Colaboradores Eloísa Garcia ...[et al.] ; Ilustração Fabio Mestriner; Revisão Verbus Comunicação Editorial. – 1.ed. – São Paulo: CETESB, 2016.
52 p.: il. color.; 30 cm.

Disponível também em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/abre.org.br>.
ISBN 978-85-61405-94-6

1. Embalagem 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Impacto ambiental – minimização 4. Logística reversa 5. Reciclagem – Resíduos sólidos. 6. Tecnologia limpa. I. Karaski, Thiago Urtado. II. Ribeiro, Flávio de Miranda. III. Pereira, Bruno, Coord. IV. Arteaga, Luciana Pellegrino S. de. V. CETESB. VI. CETEA. VII. Título.

Palavra da CETESB

As leis que instituíram as políticas Estadual e Nacional de Resíduos Sólidos trouxeram importantes avanços à proteção do ambiente no País. Temas fundamentais, como o banimento dos lixões, a inclusão social dos catadores de materiais recicláveis e a logística reversa, têm ocupado a pauta das discussões no setor, gerando importantes melhorias na coleta seletiva, reciclagem e destinação final dos resíduos. Há, no entanto, muito a caminhar, principalmente no que se refere à prevenção e à redução da geração dos resíduos.

Nesse contexto, as embalagens representam uma preocupação recorrente da sociedade, em virtude de sua constante presença nos resíduos sólidos urbanos. Ainda que os sistemas para sua revalorização estejam sendo aprimorados, é essencial também avançar na redução da geração desses resíduos pós-consumo. Essa busca precisa partir da origem do problema, o excesso de consumo característico de nosso modo de vida, para então estabelecer critérios técnicos para o desenvolvimento de embalagens que cumpram suas funções com o mínimo impacto ao longo do ciclo de vida do sistema composto por embalagem e produto.

Com a preocupação de iniciar essa discussão, e a diretriz de abertura ao diálogo junto ao setor produtivo, a CETESB e a ABRE estabeleceram uma parceria – da qual a presente publicação é o primeiro resultado. Com o objetivo de motivar o setor à ação, o documento trata dos principais aspectos a observar para incorporar requisitos ambientais no desenvolvimento das embalagens, difundindo informações e trazendo reflexões e orientações básicas para que cada empresa encontre seu caminho nessa trajetória, em um ciclo de melhoria contínua ao qual esperamos colaborar.

É nesse espírito que parabenizamos a todos pelo esforço empreendido neste primeiro passo, com a certeza de estarmos contribuindo com a construção de um futuro melhor e mais limpo.

Otávio Okano – Presidente da CETESB

Nelson Bugalho – Vice-presidente da CETESB

Palavra da ABRE

A ABRE – Associação Brasileira de Embalagem, cumprindo a sua missão de promover o contínuo desenvolvimento do setor e da embalagem brasileira, objetiva, por meio deste documento, abrir as fronteiras do conhecimento e entendimento sobre o papel da embalagem em nossa sociedade.

Em um trabalho a seis mãos, inspirado pela Fundação Ellen MacArthur e reunindo o setor produtivo por meio do Comitê de Meio Ambiente e Sustentabilidade da ABRE, o Poder Público representado pela CETESB – com a qual temos firmado um *Termo de cooperação técnico-científico* – e o centro de pesquisa e desenvolvimento por meio do ITAL/CETEA, colocamos à disposição da sociedade, governo e setor produtivo esta publicação. Análise aprofundada sobre o papel da embalagem no contexto da sustentabilidade, ela considera a evolução conceitual e holística da gestão de recursos por nossa sociedade, passando de um modelo linear para o circular.

A embalagem é uma ferramenta à disposição da sociedade que deve ser usada quando traz um benefício. Ela deve aportar ganhos ambientais, sociais e econômicos para a cadeia na qual ela está inserida.

Vemos o conceito de economia circular como um catalisador de inovações em embalagens à medida que dá oportunidade para a análise científica dos sistemas atuais de produção, transporte, comercialização, comunicação, consumo, descarte e gestão dos resíduos, valorizando de fato cada produto e os recursos utilizados para a sua produção, assim como o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social.

E para que esse processo seja efetivo, e contribuindo para fortalecer o atendimento às premissas da *Política nacional de resíduos sólidos (PNRS)*, favorecendo a não geração de resíduos, o reuso e a revalorização, transformamos os conceitos apresentados neste documento em uma ferramenta de trabalho dinâmica, provocando a contínua reflexão frente ao processo de desenvolvimento das embalagens e gestão de recursos em nosso país.

Agradecemos a todos que se envolveram neste projeto e dedicaram seu tempo e conhecimento para a sua construção.

Gisela Schulzinger – Presidente da ABRE

Palavra da WPO

Como Organização Mundial da Embalagem (WPO – World Packaging Organisation), podemos afirmar que a embalagem é uma ferramenta indispensável para todas as sociedades do planeta.

A WPO entende que a embalagem contribui para a sustentabilidade, preserva o produto e, portanto, todos os esforços ambientais postos em sua produção e entrega. Mas novos desafios estão no caminho para mudar a nossa vida – e isso significa também a nossa forma de embalar as coisas: a economia circular irá substituir nossos conceitos lineares de execução de negócios neste único planeta que temos.

Falando sobre a embalagem em uma economia circular, deve-se concentrar no fato de que ela não existe por si só, é parte integrante e necessária para a disponibilidade de um produto para a sociedade. No cumprimento de sua função, as embalagens devem permitir benefícios ambientais que superem os impactos da sua produção, utilização e eliminação final.

É com grande satisfação que vemos no Brasil uma agência ambiental do governo trabalhando em conjunto com a indústria de embalagens para discutir essas questões e definir algumas medidas para identificar e divulgar boas práticas de embalagem e sustentabilidade. Assim, como WPO, só podemos ser gratos por iniciativas como essa no sentido de promover uma "melhor qualidade de vida, por meio da melhor embalagem, para mais pessoas".

**Johannes Bergmair – Vice Presidente de
Sustentabilidade e Segurança de Alimentos da WPO**

Índice

1. Introdução.	8
1.1 Propósitos e objetivos do documento.	8
1.2 O pensar holístico-sistemático sobre a embalagem..	9
1.3 Economia Circular.	9
1.4 A 'Política Nacional de Resíduos' na transição para economia circular.	11
1.5 Benefícios para a sociedade.	11
2. Otimização da função da embalagem..	12
2.1 A função da embalagem em busca de um desenvolvimento mais sustentável	13
2.2 O pensamento de Ciclo de Vida.	19
3. Otimização da embalagem na economia circular.	20
3.1 A embalagem promovendo a transição para uma economia mais circular.	20
3.2 A harmonização e evolução do sistema de coleta seletiva.	21
3.3 A simbologia do descarte seletivo e de materiais de embalagem..	23
3.4 As diferentes alternativas de revalorização disponíveis.	25
4. Otimização da embalagem em si: materiais e processos.	27
4.1 A importância dos diferentes materiais.	28
4.2 Os limites da otimização.	29
4.3 O papel da tecnologia e inovação.	31
5. Recomendações.	33
5.1 Jogo do Infinito.	33
6. Referências.	34

1. Introdução

1.1 Propósitos e objetivos do documento

A cooperação técnico-científica entre a Associação Brasileira de Embalagem (ABRE) e a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) tem como missão a identificação e divulgação de boas práticas ambientais para projetos de embalagens de bens não duráveis e duráveis, visando a apoiar o atendimento à *Política nacional de resíduos sólidos*, bem como colaborar com a discussão do papel da embalagem na economia circular. Este documento oferece um entendimento harmonizado das questões ambientais relacionadas ao desenvolvimento de embalagem apresentando diretrizes para a cadeia de embalagem e para elaboração de políticas públicas. Essas diretrizes são divididas na otimização de três grandes dimensões: (i) Função da embalagem, (ii) Otimização da embalagem e (iii) Embalagem na Economia Circular, cada qual abordada em um dos capítulos a seguir e apresentados na **Figura 1**.

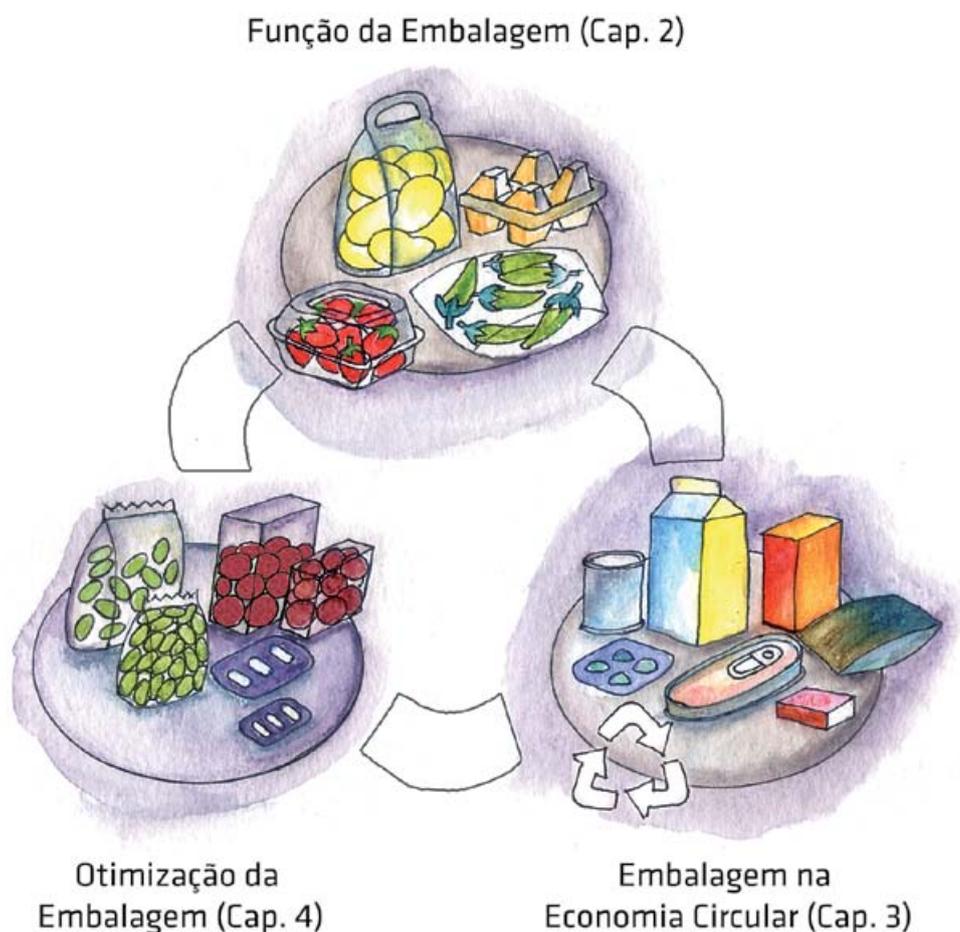


Figura 1: Dimensões do desenvolvimento da embalagem com foco na sustentabilidade.

São questões-chave desse documento:

- A otimização do ciclo de vida do produto com o mínimo consumo de recursos e geração de resíduos;
- A valorização da função da embalagem ao longo de toda a cadeia de valor do produto;
- A orientação para a especificação e projeto de embalagem visando a facilitar sua revalorização e a eficácia de seu desempenho;
- A eficiência na revalorização da embalagem, considerando os sistemas e infraestrutura atuais e futuros para sua reutilização, remanufatura e reciclagem, promovendo uma transição para o modelo de economia circular;
- A comunicação e educação ambiental do consumidor quanto ao uso do produto e destinação adequada da embalagem.

1.2 O pensar holístico-sistemático sobre a embalagem

A embalagem não existe por si só, ela é parte integrante e necessária para a disponibilização do produto à sociedade. Sua cadeia produtiva é integrada à cadeia de valor do produto. Além disso, exige uma sistemática de retorno (logística reversa) após cumprir sua função de entregar o produto ao consumo. O pensar sistemático sobre a embalagem implica olhar seu ciclo de vida desde a extração de recursos para sua produção, seu processo produtivo, seu uso, até sua revalorização ou disposição final.

O desenvolvimento das embalagens deve ser holístico, pois há muitos fatores envolvidos, desde necessidades/requerimentos de conservação e proteção do produto, consumo de recursos para sua produção (como matérias-primas, água e energia), até questões relativas às emissões associadas aos processos industriais, à distribuição e à destinação final da embalagem. São variadas as interfaces econômicas e ambientais inerentes às embalagens – e diferentes categorias de impacto ambiental devem ser consideradas no desenvolvimento de um sistema produto-embalagem.

1.3 Economia circular

O conceito de economia circular tem múltiplas origens e, portanto, não pode ser atrelado a uma única data ou autor¹. Suas aplicações práticas em sistemas econômicos modernos e processos industriais ganharam força desde o final da década de 1970 (Fundação Ellen MacArthur, UK, 2015).

A Fundação Ellen MacArthur foi constituída em 2010 com o objetivo de acelerar a transição para uma economia circular. Desde a sua criação, a fundação tornou-se uma dos líderes do pensamento global nesse tema, inserindo a economia circular na agenda de tomadores de decisão no mundo dos negócios, governo e academia (Fundação Ellen MacArthur, 2015).

A economia circular nasceu do pensamento de que pode ser economicamente vantajoso (mais barato) reutilizar e reciclar recursos o máximo de vezes possível do que extrair materiais virgens, contrapondo-se à economia linear. O modelo tradicional de economia linear é aquele que extrai recursos, produz, utiliza o produto e o encaminha para disposição final, enquanto a economia circular prevê a recuperação e reincorporação contínua de recursos e materiais, conforme ilustrado na **Figura 2** na próxima página.

No modelo circular, os recursos são mantidos em uso pelo maior tempo possível para que, com isso, o seu valor máximo seja extraído enquanto em uso, ao mesmo tempo que prevê recuperação e regeneração dos produtos e materiais no final de sua vida útil (WRAP, 2015). É uma forma de manter os recursos naturais na sua utilidade ótima para a sociedade durante o maior tempo possível.

No lugar da extração de recursos naturais, que são utilizados uma única vez e encaminhados para disposição final, por exemplo, em aterros, essa nova visão prevê um modelo econômico diferente. Numa economia circular, a reutilização, a recuperação e a reciclagem tornam-se regra, promovendo inovações em mercados de materiais reciclados, estimulando novos modelos empresariais, o *Design for Environment*² entre outras iniciativas (European Commission, 2015).

O desenvolvimento de uma economia circular tem como objetivo a eficiência na utilização de materiais e energia, assegurando um crescimento econômico menos dependente dos recursos naturais e a diminuição, ou até mesmo a eliminação, da geração de resíduos. Entretanto, para que a economia tenda a ser circular é necessária a introdução de mudanças em políticas públicas, nos modelos de negócios, na economia e no grau de conscientização e participação dos cidadãos.

1 Alguns dos autores responsáveis por conceitos aplicados à economia circular: Walter Stahel, Michael Braungart, Bill McDonogh, Janine Benyus, Gunter Pauli, John T. Lyle (Ellen McArthur Foundation, 2015).

2 *Design for Environment* ou *Ecodesign* é a integração de aspectos ambientais no desenvolvimento de produtos, com o objetivo de reduzir impactos ambientais ao longo de seu ciclo de vida (ISO/TR 14062, 2002).

O desenvolvimento de embalagem pode ter como inspiração a economia circular, sem deixar de considerar todo o ciclo de vida do produto e da embalagem, bem como as diferentes categorias de impacto envolvidas – desse modo, a eficiência total do sistema produto-embalagem³ é avaliada.

Esboço de uma Economia Circular

Princípio 1

1

Preservar e valorizar o capital natural, controlando estoques finitos e equilibrando os fluxos de recursos renováveis

Alavancas de reSOLUÇÃO: regenerar, virtualizar, trocar

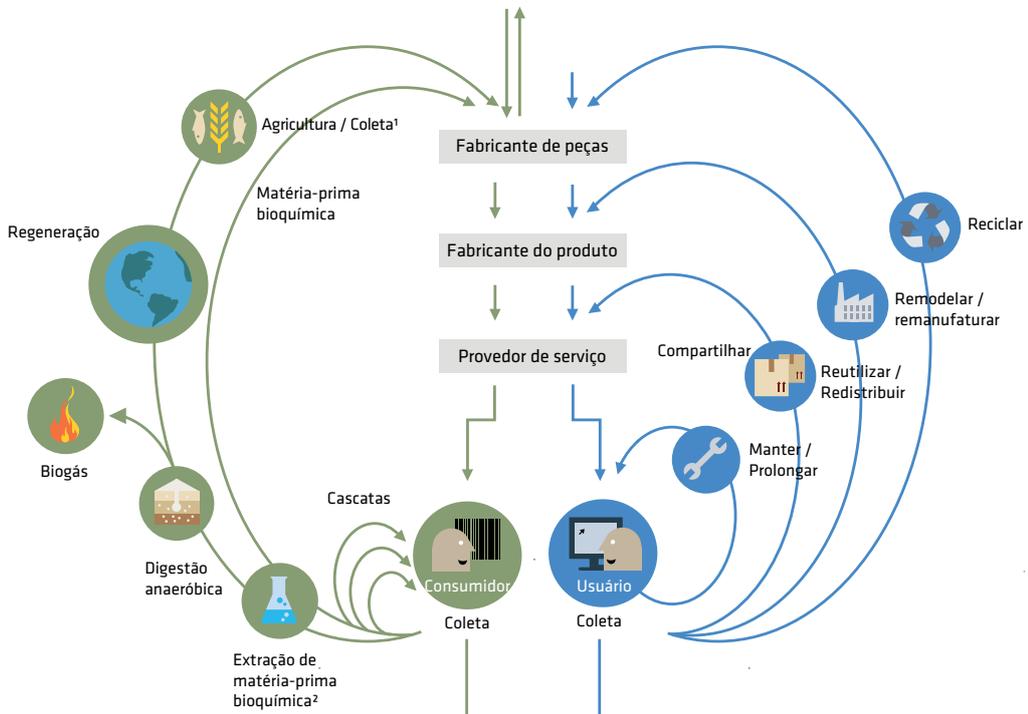


Princípio 2

2

Otimizar os rendimentos de recursos circulando produtos, componentes e materiais em uso no utilitário mais alto, a todo momento, tanto nos ciclos técnicos quanto biológicos

Alavancas de reSOLUÇÃO: regenerar, compartilhar, otimizar, fechar o ciclo



Princípio 3

3

Fomentar a eficácia do sistema, revelando e projetando externalidades negativas

Todas as alavancas de reSOLUÇÃO

Minimizar o vazamento sistemático e as externalidades negativas

2. Pode ter como insumo tanto resíduos pós-colheita quanto pós-consumo

1. Caça e pesca

Fonte: World Economic Forum, Ellen MacArthur Foundation and McKinsey & Company, The New Plastics Economy – Rethinking the future of plastics (2016, www.ellenmacarthurfoundation.org/publications)

Figura 2. Economia circular

3 Utiliza-se o binômio sistema produto-embalagem, pois a embalagem está indissociavelmente conectada com o produto que contém. A contabilização do desempenho ambiental da embalagem deve considerar os seus impactos potenciais (positivos ou negativos) no ciclo de vida do produto.

1.4 A ‘Política Nacional de Resíduos’ na transição para economia circular

Para que a economia tenda à circularidade, todos os setores da sociedade devem estar conscientes e envolvidos, sendo necessário o desenvolvimento de políticas públicas sólidas que incentivem esse pensamento, assim como mudanças nos modelos de negócios. Alguns exemplos de instrumentos aplicáveis a esse conceito podem ser:

- Linhas de fomento à pesquisa e desenvolvimento para, entre outros, o diagnóstico das potencialidades e entraves da circularidade para as cadeias produtivas e de consumo; e tecnologias que viabilizem a economia circular, como, por exemplo, a reciclagem ou recuperação de materiais;
- Exploração de novos modelos de negócios norteados pela ecoeficiência e circularidade;
- Incentivos fiscais para transição dos modelos de negócio, a exemplo da utilização de matérias-primas recicladas;
- Política de compras públicas baseada na aquisição de bens produzidos focando a circularidade;
- Educação e sensibilização da população para a economia circular;
- Alinhamento de programas e planos ambientais (por exemplo, o *Plano de ação para produção e consumo sustentáveis*) aos conceitos da economia circular.

No caso brasileiro, a própria implementação da *Política nacional de resíduos sólidos (PNRS)* – estabelecida por meio da *Lei Federal nº 12.305*, de 2 de agosto de 2010, é um instrumento para a promoção da economia circular, uma vez que apresenta entre seus princípios:

- A cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade;
- A responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, abrangendo a sociedade como um todo – cidadãos, governos, setor privado e sociedade civil organizada – com responsabilidades individualizadas e encadeadas pela gestão ambientalmente correta das etapas do ciclo de vida dos resíduos sólidos;
- O reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social;
- Princípios já consolidados como do poluidor-pagador, protetor-recebedor, ecoeficiência e desenvolvimento sustentável.

Dentre as responsabilidades estabelecidas na *PNRS*, o cidadão é responsável não só pelo encaminhamento correto dos resíduos que gera, mas também tem a oportunidade de promover mudanças ao exercer o seu papel como consumidor. O setor privado, por sua vez, fica responsável por criar meios para a reincorporação dos resíduos nas cadeias produtivas, incluindo os sistemas de logística reversa, mas podendo também explorar um campo fértil de inovações em produtos e serviços ou até mesmo novos negócios que tragam benefícios socioambientais. Incumbe aos governos federal, estaduais e municipais a elaboração e implementação de planos de gestão de resíduos sólidos, assim como de outros instrumentos previstos na *Política nacional*: por exemplo, o fomento da melhoria na gestão dos resíduos sólidos, do *Design for Environment* e da ecoeficiência no uso de recursos naturais.

Especificamente em relação às embalagens, a *PNRS* reforça, em seu *Art. 32*, que estas devem ser fabricadas com materiais que propiciem sua reutilização ou a reciclagem, sempre que técnica e economicamente viáveis, e serem restritas em volume e peso às dimensões requeridas à proteção do produto. Nos capítulos seguintes são abordadas questões entendidas como fundamentais nessa discussão, com vistas a orientar os desenvolvedores de embalagens no atendimento das novas responsabilidades trazidas pela *PNRS*.

1.5 Benefícios para a sociedade

Ao exercer a sua função de proteger o produto até seu consumo, a embalagem deve permitir ganhos ambientais superiores aos impactos de sua produção, uso e disposição final, o que pode ser viabilizado por meio de um projeto adequado. Projeto esse que considera todos os aspectos do ciclo de vida dessa embalagem, desde as matérias-primas usadas em sua fabricação, seu uso e destinação final. Embora o resíduo de embalagem ainda componha percentual significativo no resíduo sólido urbano, é perceptível que o valor agregado desse resíduo possui um grande potencial para uma economia circular.

2. Otimização da função da embalagem

Embalagens acompanham a humanidade desde o dia em que se descobriu a necessidade de transportar e proteger mercadorias [...] Já houve quem apontasse a própria natureza como a primeira inventora das embalagens, providenciando a vagem para proteger o feijão e a ervilha, a palha para envolver a espiga do milho, a casca do ovo e da noz. O homem começou por lançar mão das folhas de plantas, do couro, do chifre e da bexiga dos animais, passou para a cerâmica e o vidro, para os tecidos e a madeira, chegou ao papel, ao papelão e à folha-de-flandres, até atingir a atualidade do alumínio e do plástico nas suas várias modalidades (A História da Embalagem no Brasil, Cavalcanti; Chagas, 2006).

A embalagem evoluiu atendendo as demandas que surgiram do desenvolvimento da sociedade e dos diversos bens de consumo. Qualidades antigas, como viabilizar a proteção e o transporte, continuam essenciais, mas são agora complementadas por outras também importantes. A embalagem exerce papel fundamental na maneira de viver urbano-contemporânea e também permite a entrega de produtos na zona rural e áreas de difícil acesso, protegendo e promovendo o produto, informando o consumidor, facilitando o uso, o consumo e o manuseio adequado e otimizando o transporte e a logística.

Um exemplo da sua relevância são as embalagens para medicamentos, conforme a **Figura 3**. Sob outro aspecto, pode-se imaginar como aumentariam as perdas durante o transporte de produtos frágeis, como ovos, ou como estariam disponíveis produtos em aerossóis como cosméticos ou inseticidas sem o uso de embalagem?



Figura 3. Embalagem cumprindo sua função.

Dado que a sociedade necessita de produtos e serviços, a embalagem, como integrante do sistema produto-embalagem, cumpre várias funções, conforme as apresentadas na **Tabela 1**.

Tabela 1. Funções da embalagem (adaptado de EUROPEN, 2009).

Funções	Atributos
Proteção	Previne danos mecânicos, deterioração do produto (barreira a gases, umidade, luminosidade, aromas etc.), contaminação externa e adulteração; e aumenta a vida de prateleira do produto.
Promoção	Proporciona estética e apelo de venda; apresenta e descreve o produto e suas características; e é instrumento de propaganda e <i>marketing</i> .
Informação	Identifica o produto; descreve seu modo de preparo e uso; lista ingredientes; e apresenta informações nutricionais e instruções para armazenamento, abertura, de segurança e de descarte, tanto do produto como da própria embalagem.
Logística e manuseio	Viabiliza o transporte eficiente do produtor até o varejista e a exposição no ponto de venda.
Conveniência e individualização	Facilita o preparo, armazenamento, porcionamento (compra individualizada) e consumo.
Sustentabilidade	Reduz a perda de produto e pode permitir a reutilização da embalagem; auxilia e orienta o descarte do produto e da embalagem; protege o produto e permite a estocagem adequada, garantindo sua maior durabilidade; viabiliza um transporte eficiente; apresenta oportunidades no uso de matérias-primas alternativas e renováveis e projeto otimizado, entre outros.

2.1 A função da embalagem em busca de um desenvolvimento mais sustentável

O desenvolvimento sustentável é “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas necessidades” (Brundtland Commission et al., 1987).

O atendimento às necessidades humanas que envolvem o consumo de produtos ou serviços implica, invariavelmente, impactos ambientais. A discussão da relação entre embalagem e sustentabilidade proposta nesse documento se restringe a compreender como a embalagem pode participar no atendimento às necessidades da sociedade com menor impacto ambiental possível.

As decisões relacionadas ao desenvolvimento da embalagem (tamanho, material, formato etc.) e suas interações ao longo de todo o ciclo de vida (proteção do produto, modo de consumo, forma de descarte etc.) podem minimizar os impactos ambientais do sistema embalagem-produto, como, por exemplo:

• Proteção na medida certa

Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2011), globalmente 1/3 dos alimentos produzidos não é efetivamente consumido – ele se perde no campo, nas etapas de transporte e no varejo e é desperdiçado nas residências e restaurantes. A perda e o desperdício de alimentos implicam impactos econômicos e ambientais volumosos. Em 2012, essas perdas foram estimadas em 936 bilhões de dólares – valor este próximo aos PIBs (Produto Interno Bruto) de países como a Indonésia ou a Holanda – e ainda representaram a emissão de 4,4 GtCO₂, equivalente em 2011, ou 8% do total de emissões antropogênicas de gases de efeito estufa. Quando comparados às emissões totais de países, a perda e o desperdício de alimentos estariam em 3º lugar, perdendo apenas para as emissões de gases de efeito estufa da China e Estados Unidos, como apresentado no **Gráfico 1** (FAO, 2015).

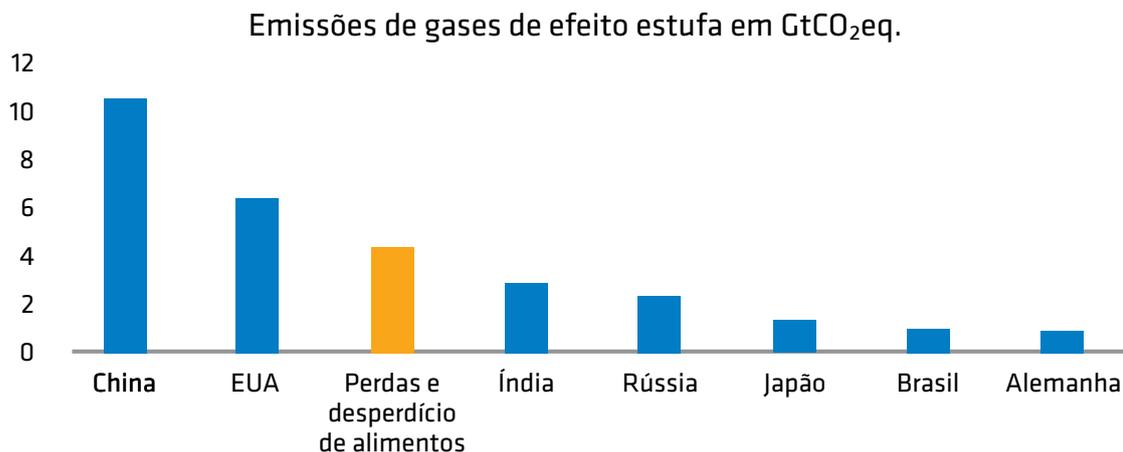


Gráfico 1. Os sete maiores países emissores de gases de efeito estufa versus emissões advindas da perda e desperdício de alimentos em GtCO₂eq (ano base 2011) (CAIT, 2016).

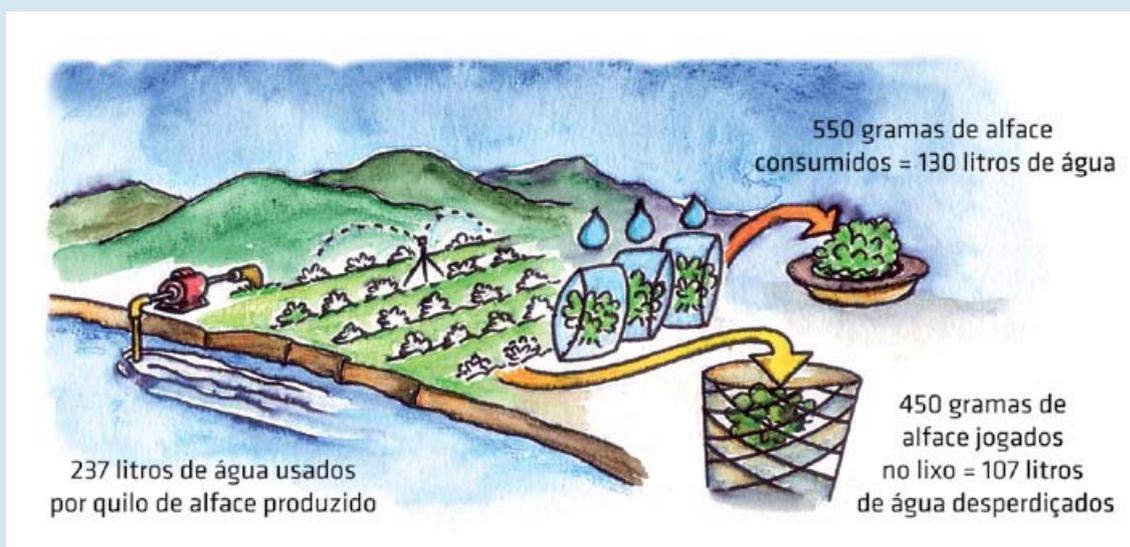
Um projeto otimizado da embalagem pode garantir a proteção desejada ao produto, sem o consumo excessivo de material, ou seja, oferecendo a proteção na medida certa. A embalagem tem o potencial de exercer relevante papel na redução de perdas à medida que oferece proteção adequada ao produto, prolongando sua vida útil.

Caso: A embalagem reduzindo o impacto ambiental da produção de alimentos.

Considerando a quantidade média mundial de água que é utilizada e poluída em todas as etapas da produção e de processamento de alface (pegada hídrica) como 237 litros/kg (WATER FOOTPRINT NETWORK, 2015) e conhecendo que o índice de perda e desperdício desse produto no Brasil pós-colheita é de 45% (SOARES, s.d.), verifica-se que a cada quilo do produto desperdiçado, além dos nutrientes característicos e fibras, perdem-se também, aproximadamente, 107 litros de água. Aplicando esse desperdício à estimativa de consumo anual da alface no País, obtêm-se quase 19 bilhões de litros de água desperdiçada devido às perdas pós-colheita somente em 2008. Esse volume de água seria capaz de abastecer uma cidade de, aproximadamente, 340 mil habitantes por um ano. Algumas dessas perdas poderiam ser evitadas por meio, por exemplo, de embalagens de transporte mais adequadas, armazenamento em condições apropriadas e utilização de embalagens (filmes) que reduziriam trocas gasosas e perda de umidade, prolongando a conservação e a vida de prateleira da alface.

População brasileira em 2008 ¹	Consumo <i>per capita</i> de alface em 2008 ² (kg/pessoa/ano)	Pegada hídrica da alface ³ (litros/kg)	Índice de perdas pós-colheita ⁴ (%)	Total de água desperdiçada em 2008 (litros)	Consumo médio <i>per capita</i> de água ⁵ (l/hab./dia)	Consumo de água por litro/hab./ano	Número de habitantes abastecidos por um ano
194.769.696	0,91	237	45	18.902.691.151	151,2	55.339	341.579

¹THE WORLD BANK (2015); ²SILVEIRA *et al.* (2011); ³WATER FOOTPRINT NETWORK (2015); ⁴SOARES (s.d.); ⁵SINIS (2010)



• Orientações para o consumidor

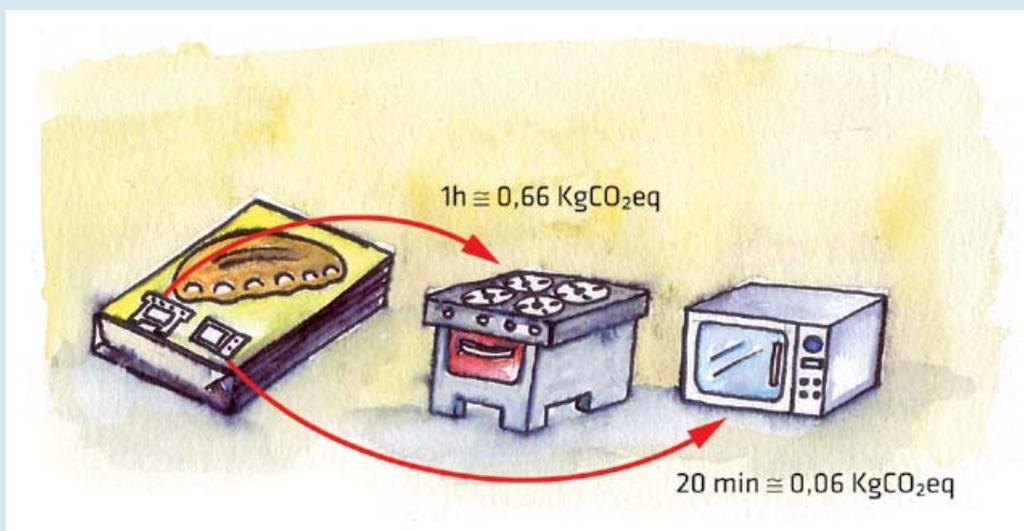
A embalagem é uma boa oportunidade para disseminar o consumo consciente. Ela pode orientar a compra quanto à dose/porção mais adequada para o momento de consumo, evitando desperdícios domésticos. Pode também indicar a forma de preparo e como o produto deve ser armazenado, informar como o produto deve ser consumido para otimizar o seu uso (como no caso de produtos concentrados que exigem diluição para sua utilização), ou, ainda, possuir dosadores que evitam o desperdício do produto. Por fim, a embalagem também pode trazer informações para orientar o consumidor quanto ao descarte adequado, tanto de sobras do produto como da própria embalagem.

Caso: A embalagem reduzindo impactos por meio da orientação ao consumidor.

Em um exemplo hipotético, em que o consumidor tem a opção de preparar seu alimento congelado no forno convencional (fogão a gás) ou no forno micro-ondas, qual das duas opções emitiria menor quantidade de gases de efeito estufa? Assumindo, de modo simplista, que no forno convencional o aquecimento demoraria 1 hora e consumiria 0,225 kg de GLP/h¹ (gás liquefeito de petróleo) obtem-se a emissão de 0,66 kgCO₂eq para o preparo do alimento. Por outro lado, o preparo em um forno micro-ondas com potência de 1.300 W, operando por 20 minutos, emitiria 0,06 kgCO₂eq, ou seja, uma emissão mais de 11 vezes menor do que o forno convencional. Isso levando-se em consideração apenas as emissões decorrentes do uso do equipamento e os fatores de emissão de CO₂ publicados pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (BRASIL, 2014) e o *Programa Brasileiro GHG Protocol* (2014).

O rótulo da embalagem, ao conter esse tipo de informação, poderia orientar o consumidor quanto às opções de preparo e aos seus respectivos impactos ambientais, contribuindo para a educação ambiental acima de tudo.

¹LIQUIGÁS (2016)



• Comunicação responsável

A embalagem também é uma ferramenta para comunicar ao consumidor os ganhos em eficiência ambiental de um produto e de sua embalagem. A rotulagem ambiental é voluntária e há cuidados a serem tomados para que a informação seja verificável, transparente e fidedigna. Por isso, foram elaboradas algumas normas para orientar essa comunicação, como apresentado na **Tabela 2**.

Tabela 2. Classificação da rotulagem ambiental (adaptado de Coltro, 2007).

ABNT NBR ISO 14024:2004 Rotulagem do Tipo I	ABNT NBR ISO 14021:2013 Rotulagem do Tipo II	ABNT NBR ISO 14025:2015 Rotulagem do Tipo III
Sistema de premiação aprova/reprova	Declaração na forma de texto e/ou logo	Declaração ambiental de produto, informação quantificada sobre o perfil ambiental do produto
Licença concedida por terceira parte para uso no rótulo (normalmente um logo ou selo)	Melhorias devem ser quantificáveis	Pode ser apresentado de diversas formas: por exemplo, texto, gráfico e ilustração
Voluntário	Voluntário	Voluntário
Utiliza múltiplos critérios, baseados em impactos do ciclo de vida do produto	Normalmente, baseia-se em critério único, mas pode ser de múltiplos critérios	Critérios múltiplos, baseados em estudo de avaliação do ciclo de vida do produto
Conjunto de critérios e avaliação do produto determinados por terceira parte	Autodeclaração, sem envolvimento de terceira parte	Conjunto de dados ambientais quantitativos verificados por terceira parte independente.

Exemplos



Exemplos



“Feito com percentual de material reciclado”

Exemplo

Declaração Ambiental do Produto		
Quantidade por Unidade	Total	
Demanda acumulada de energia (MJ)	12,4	
Consumo de água doce (l)	1000	
Potencial de aquecimento Global (kg CO ₂ eq)	0,96	
Destruição da Camada de Ozônio (kg CFC-11eq)	1,80E-08	
Potencial de Acidificação (kg SO ₂ eq)	1,20E-02	
Potencial de Eutroficação (kg PO ₄ eq)	6,43E-04	

Declarações incompletas, equivocadas ou mal-intencionadas podem levar os consumidores a uma escolha menos sustentável, ou até mesmo a deixar de acreditar nas informações fundamentadas, desestimulando o engajamento e a mudança de atitude. Por isso, não é correto rotular produtos ou embalagens com mensagens vagas, como, por exemplo, “amigo do meio ambiente”, “sustentável” etc., sem possibilidade de comprovação ou com aspectos irrelevantes frente ao impacto total da cadeia. Toda decisão de comunicar um benefício sustentável deve ser suportada pela análise completa dos efetivos ganhos ambientais comparados, por exemplo, à alternativa oferecida anteriormente ao consumidor. O uso de selos falsos ou de linguagem visual que remeta a certificações existentes confunde o consumidor e deve ser evitado.

Estudos da professora Kavita Miadaira Hamza, da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo (USP), apontam que, com relação a selos verdes, há falta de conhecimento sobre o assunto por parte dos consumidores brasileiros, assim como a percepção do seu pouco uso. Por outro lado, as pessoas reconhecem a importância dos selos e gostariam que houvesse maior divulgação a seu respeito.

Os consumidores entrevistados consideram os selos como um sinal de maior credibilidade do produto. Porém, ainda encontram dificuldades em saber o que eles significam. Algumas imagens/símbolos presentes na embalagem confundem consumidores, os quais acreditam que eles são selos quando, de fato, não o são.

Para facilitar a comunicação responsável, a ABRE publicou, em 2012, uma cartilha⁴ com importantes orientações quanto a autodeclarações ambientais e aos perigos do *Greenwashing*⁵.

Um exemplo de comunicação responsável é apresentado no quadro a seguir.

Caso: A embalagem viabilizando a comunicação responsável.



4 A cartilha *Diretrizes de Rotulagem Ambiental para Embalagens*, entre outras publicações do Comitê Meio Ambiente e Sustentabilidade da ABRE estão disponíveis em www.abre.org.br/comitesdetrabalho/meio-ambiente-e-sustentabilidade/cartilhas/

5 *Greenwashing* é o ato de enganar os consumidores a respeito das práticas ambientais de uma empresa ou dos benefícios ambientais de um produto ou serviço (THE SINS OF GREENWASHING, 2016).

• Otimização da embalagem

As escolhas relacionadas ao desenvolvimento da própria embalagem também apresentam oportunidades de melhoria. Por exemplo: a escolha de matérias-primas e insumos com menor teor de substâncias tóxicas e/ou perigosas, a incorporação de material reciclado pós-consumo no produto ou na embalagem, o tipo de decoração aplicada à embalagem e a especificação eficaz reduzindo o peso da embalagem sem comprometer o atendimento de suas funções, ou seja, garantindo a proteção requerida do produto. Em paralelo pode-se: promover melhorias em processos produtivos, com a aplicação de conceitos de Produção Mais Limpa (P+L) por meio da otimização do uso de recursos (energia, água, matéria-prima e insumos) e redução de emissões; otimizar a logística por meio de uma cadeia de transporte mais eficiente; e facilitar a logística reversa por meio de um projeto adequado para reciclagem, entre outros.

Caso: Múltiplos ganhos da otimização da embalagem.

Como exemplo de redução de embalagem primária, o caso dos curativos Band-aid da Johnson e Johnson, durante a sua participação no Programa Sustentabilidade de Ponta a Ponta do Walmart Brasil (2009) é apresentado. Esse projeto teve como princípio o desenvolvimento de uma embalagem primária de menor volume para acondicionar a mesma quantidade de curativos, alcançando benefícios como redução na quantidade de material de embalagem e otimização do processo produtivo e do transporte de produto. Foram quantificadas as seguintes reduções:

- 18% no uso de matérias-primas para a embalagem;
- 11.600 km/ano em transporte de contêineres de produtos no Brasil e na América Latina;
- Transporte de 3.228 paletes e de 72 contêineres/ano relativos ao envio de produtos para os EUA e Canadá.

Esse projeto também contemplou a utilização de 30% de matéria-prima reciclada pós-consumo na embalagem do produto e de 40% na caixa de transporte, ações para redução do consumo de energia elétrica, reciclagem de aparas de papel siliconado e melhor aproveitamento de materiais de embalagem durante o processo produtivo.



Antes Depois



2.2 O Pensamento de Ciclo de Vida

Para viabilizar a otimização do sistema produto-embalagem, é necessário entender sua cadeia e identificar seus principais impactos, o que pode ser feito por meio do Pensamento de Ciclo de Vida, ou, em inglês, *Life Cycle Thinking*.

O *Life Cycle Thinking* representa o conceito básico da avaliação de todo o ciclo de vida do sistema produtivo, desde o “berço” até o “túmulo”. Ele tem por objetivo evitar que partes individuais do ciclo de vida sejam avaliadas isoladamente de tal modo que resultem no deslocamento dos impactos ambientais para outras etapas do ciclo, ou seja, que produzam *trade-offs* indesejados. A aplicação do *Life Cycle Thinking* no desenvolvimento de produtos mais sustentáveis proporciona oportunidades de melhorias relacionadas ao desempenho ambiental do produto – desde a extração dos recursos naturais, passando pelo processamento, redução de emissões, otimização de embalagem e transporte, consumo, até a disposição final.

O *Life Cycle Thinking* é um conceito qualitativo mais simples que a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV). A ACV tem por objetivo a avaliação quantitativa dos principais impactos ambientais de um sistema de produto, conforme ilustrado na **Figura 4**, o que demanda mais recursos e tempo. É uma técnica empregada para avaliar o desempenho ambiental de determinado produto, tomando por base sua função e incluindo a identificação e a quantificação da energia e das matérias-primas utilizadas em cada etapa do seu ciclo produtivo (COLTRO, 2007).

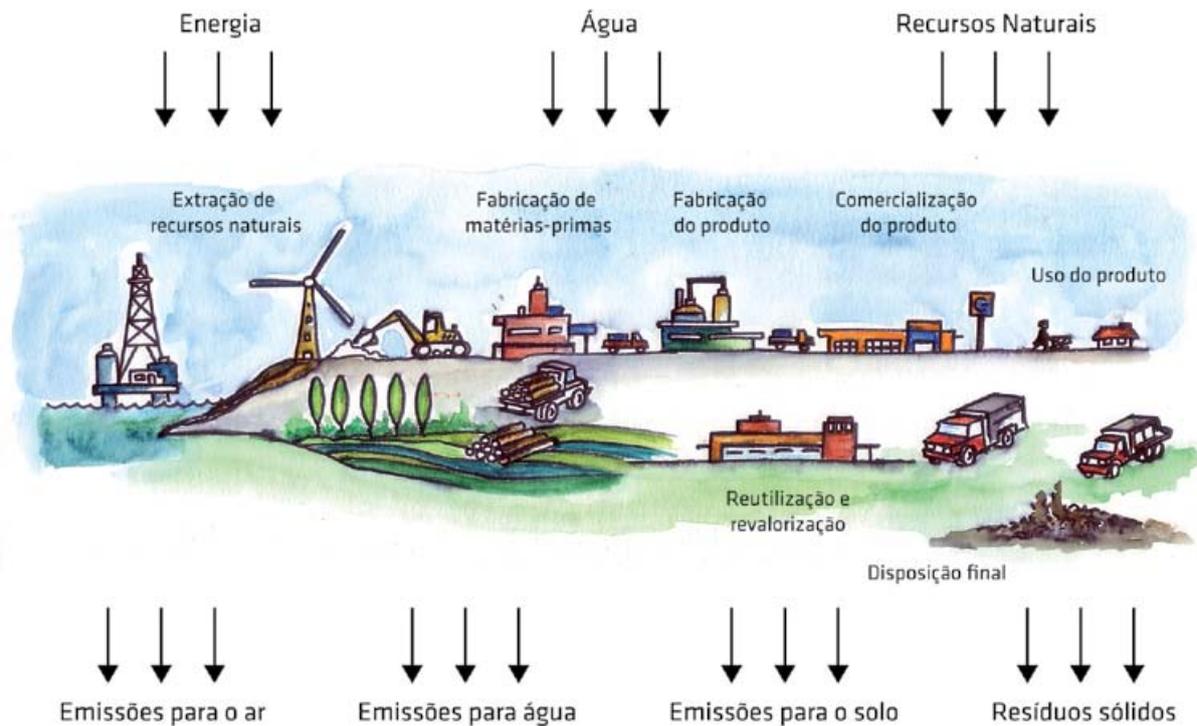


Figura 4. Etapas do Ciclo de Vida de um produto.

Embora o uso da metodologia de ACV seja importante, ela não é, em todos os casos, indispensável. O *Life Cycle Thinking* por si só já traz oportunidades de melhoria de desempenho ambiental. Nesse caso, o principal ingrediente é a curiosidade de analisar as etapas da cadeia do produto e da embalagem no sentido de entender as principais entradas e saídas. Isso, muitas vezes, já é capaz de nortear o caminho para a melhoria, embora alguns casos mais específicos exijam análise mais profunda e quantitativa.

O simples olhar crítico sobre uma cadeia de produção, por exemplo, ao buscar pontos de desperdícios na cadeia de uma fruta delicada como o mamão, desde o corte e colheita no campo, passando por limpeza, embalagem e transporte, pode apontar possibilidades de melhorias com grande ganho em qualidade do produto e redução de impacto ambiental.

3. Otimização da embalagem na economia circular

O desenvolvimento de embalagem pode ter como inspiração a economia circular, aproveitando-se de potenciais tais como:

- Crescimento econômico menos dependente dos recursos naturais;
- Eficiência na utilização de materiais e energia;
- Diminuição da geração de resíduos;
- Recuperação e reincorporação de recursos e materiais;
- Pensamento sistêmico, ou seja, considerar como as partes se influenciam mutuamente dentro de um todo e as relações do todo com as partes.

O conceito de economia circular pode ser um catalisador de inovações em embalagens, à medida que dá oportunidade para a análise científica dos sistemas atuais. As inovações, no entanto, devem partir das premissas atuais em relação às tecnologias de reciclagem disponíveis; eventuais barreiras econômicas para sua aplicação; e aos sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos vigente, entre outras características locais. A circularidade deve ser avaliada cientificamente com o uso de ferramentas como a Análise do Ciclo de Vida e o Pensamento de Ciclo de Vida, evitando a circularidade forçada ou indesejável frente às barreiras econômicas e tecnológicas.

3.1 A embalagem promovendo a transição para uma economia mais circular

Existem várias dimensões em que a embalagem pode contribuir e participar da construção de uma economia mais circular, desde o projeto e produção da embalagem, e a otimização de suas funções, até a revalorização no material pós-consumo. Dimensão fundamental para o funcionamento da economia circular é o desenvolvimento de novos modelos de negócios norteados pela ecoeficiência e circularidade, com potencial de alavancar os mercados de reciclados e de novos materiais. A **Figura 5** a seguir ilustra essas dimensões.

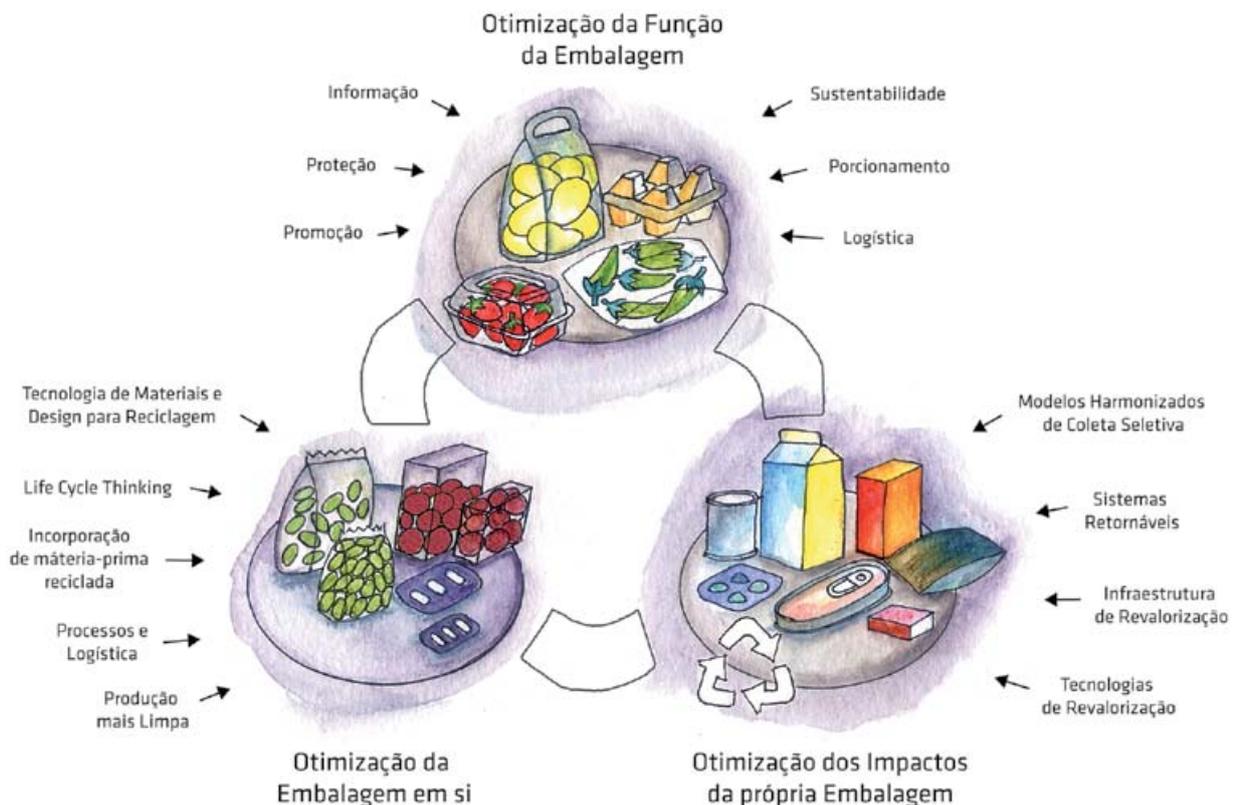


Figura 5. Detalhamento das dimensões do desenvolvimento da embalagem com foco na sustentabilidade.

3.2 A harmonização e evolução do sistema de coleta seletiva

A existência de um sistema de coleta seletiva eficiente é um ponto fundamental para a circularidade da economia. A *Política Nacional de Resíduos Sólidos* define coleta seletiva como a de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição.

Uma das importantes inovações da *PNRS* nesse ínterim é a obrigatoriedade da implementação de sistemas de logística reversa para diversos produtos e embalagens. A logística reversa é definida como instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

Art. 8º São instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, entre outros:

III - a coleta seletiva, os sistemas de logística reversa e outras ferramentas relacionadas à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos [...];

A coleta seletiva de resíduos sólidos é um sistema de recolhimento de materiais recicláveis, tais como papéis, plásticos, vidros, metais e orgânicos, previamente separados na fonte geradora. Esses materiais, após pré-beneficiamento – separação por tipo (triagem); prensagem; moagem; e enfardamento – são então vendidos às indústrias recicladoras ou aos comércios atacadistas, também conhecidos como “sucateiros”, para reincorporação em processos produtivos. No Brasil estão presentes alguns modelos de coleta seletiva (CEMPRE, 2014):

1. *Coleta seletiva porta a porta*: semelhante ao procedimento de coleta normal de lixo. Os veículos coletores percorrem as residências em dias e horários específicos que não coincidam com a coleta normal para coleta dos materiais recicláveis.
2. *Coleta seletiva voluntária*: em alguns casos, utilizam-se contêineres ou mesmo pequenos depósitos colocados em pontos fixos predeterminados da “malha” urbana denominados PEVs (Pontos de Entrega Voluntária) ou LEVs (Locais de Entrega Voluntária), onde o cidadão, espontaneamente, deposita os recicláveis.
3. *Postos de recebimento*: esses locais também podem ser chamados de PEVs ou LEVs e sua concepção pode ser semelhante aos já tradicionais sistemas *drop-off*. Há locais específicos, para a entrega de resíduos especiais como lâmpadas, pneus e óleos lubrificantes, entre outros.
4. *Os catadores*: estima-se hoje no Brasil a atuação de cerca de 800 mil catadores de rua (autônomos e em cooperativas), responsáveis pela coleta de vários tipos de materiais. É possível encontrar catadores trabalhando de forma autônoma e também de forma organizada em cooperativas ou associações, as quais podem ser envolvidas nas etapas de triagem, mas também na execução da coleta porta-a-porta ou em PEVs. A valorização do trabalho dos catadores permite não só ganhos econômicos, mas também sociais.

A integração desses modelos é essencial para ampliar a área coberta pela coleta seletiva e deve estar harmonizada com os sistemas de triagem disponíveis – separação manual ou automatizada (separação por densidade, uso de sistema de triagem óptica por infravermelho e separação balística, entre outros). A participação ativa de toda a comunidade é a base para o sucesso da reciclagem. Portanto, é importante divulgar e esclarecer a população quanto à dinâmica dos programas de coleta seletiva. Com isso, ocorrerão melhorias gradativas na qualidade e quantidade do material a ser reciclado disponível no mercado.

O investimento em coleta seletiva proporciona uma série de vantagens relacionadas aos chamados custos ambientais (CEMPRE, 2014):

- Redução de custos com a disposição final e aumento da vida útil de aterros sanitários;
- Diminuição de gastos com remediação de áreas degradadas pelo mal-acondicionamento do lixo;
- Educação e conscientização ambiental da população;
- Melhoria das condições ambientais e de saúde pública do município;
- A separação na fonte geradora dos diferentes tipos de materiais recicláveis presentes no lixo promove inúmeros ganhos que se traduzem em redução de custos nas etapas posteriores. Esses custos estão associados à triagem, lavagem, secagem e transporte, entre outros – por exemplo, ciclos mais curtos de lavagens (menor contaminação do material), redução do transporte de sujidades agregadas ao material etc.;

- Melhor qualidade final e quantidade disponível ao mercado de material a ser reciclado;
- Geração de empregos diretos e indiretos com a instalação/ampliação de indústrias recicladoras;
- Resgate social de indivíduos por meio da criação de associações e cooperativas de catadores.

O desenvolvimento de embalagem deve considerar as cadeias pós-consumo existentes nos locais de consumo do produto, tanto em termos de coleta seletiva como de tecnologias de reciclagem e revalorização. As escolhas da embalagem não devem prejudicar ou comprometer cadeias de revalorização amplamente estabelecidas. Por sua vez, o desenho para desmontagem ou reciclagem pode facilitar a revalorização do material pós-consumo. Caso a estrutura da embalagem seja nova e, portanto, ainda não tenha uma cadeia de revalorização estabelecida, convém buscar maneiras de incentivar e promover seu reaproveitamento, por meio do desenvolvimento de tecnologias.

Caso: Desenvolvendo a tecnologia de reciclagem.

A embalagem longa vida (ou cartonada asséptica) tem em sua estrutura o papel cartão, o polietileno e a folha de alumínio as quais conferem as propriedades de preservação do alimento e de seu valor nutricional por prazo de prateleira estendido, em temperatura ambiente, ganhando distribuição, segurança e conveniência de consumo.

Após cumprir a função de proteger o alimento, emergiu o desafio de reciclar essa embalagem multicamadas, o que levou a empresa Tetra Pak a desenvolver tecnologias capazes de incorporar o material de suas embalagens em novos processos produtivos por meio da separação das fibras de celulose da estrutura de alumínio/polietileno.

A reciclagem das fibras e do alumínio/polietileno que compõem a embalagem começa nas fábricas de papel, em um equipamento chamado “hidrapulper”, semelhante a um liquidificador gigante. Durante a agitação do material com água, as fibras são hidratadas, isto é, absorvem água, separando-se das camadas de alumínio/polietileno. Após a limpeza, as fibras podem ser usadas para a produção de papel reciclado utilizado na confecção de caixas de papelão, por exemplo.

O material restante, composto de alumínio/polietileno, pode ser destinado às fábricas de processamento de plástico e reciclados passando por processos como termo-injeção ou rotomoldagem, por meio dos quais ele é usado para produzir peças plásticas, como cabos de pá, canetas, coletores, paletes e outros.

A reciclagem para produção de placas e telhas parte da trituração das camadas de polietileno/alumínio, as quais são depois prensadas com aquecimento. Essas placas podem ser utilizadas para produção de móveis e telhas, produtos bem aceitos no mercado nacional.

Processo de reciclagem de embalagens da Tetra Pak



3.3 A simbologia do descarte seletivo e de materiais de embalagem

O símbolo de descarte seletivo é direcionado ao consumidor, orientando-o para o descarte pós-consumo das embalagens como resíduo seco, destinando-as para a coleta seletiva e para o processo de triagem. A aplicação deve ser feita uma vez no corpo da embalagem, próximo (lado a lado ou um abaixo do outro) da simbologia de identificação de materiais. No Brasil, essa simbologia é normalizada, conforme apresentada na **Figura 6**.



DESCARTE SELETIVO

Figura 6. Símbolo do descarte seletivo (ABNT NBR 16182:2013).

Já a simbologia de identificação de materiais, apresentada na **Figura 7**, é destinada à facilitação no processo de triagem, sendo fundamental para que a logística reversa se estabeleça adequadamente. No caso das embalagens plásticas, a correta identificação dos materiais facilita a sua separação e permite a redução da contaminação cruzada entre diferentes cadeias de reciclagem, contribuindo para a redução de resíduos e para o aumento da qualidade dos produtos fabricados com materiais reciclados.

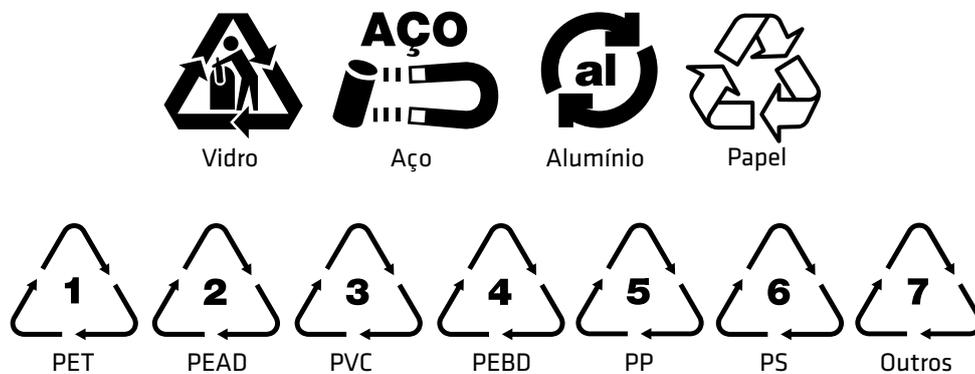


Figura 7. Símbolos de identificação de materiais que devem ser empregados nas embalagens de papel, alumínio, aço e vidro (ABNT NBR 16182:2013) e em embalagens plásticas (ABNT NBR 13230:2008).

Todas as embalagens devem conter essa identificação técnica, mesmo que na prática nem todas sejam enviadas para reciclagem por não existir processos técnicos ou economicamente viáveis na região em que foram descartadas. Dessa forma, a simbologia de identificação de materiais não é considerada uma rotulagem ambiental e nem garantia de que o material será reciclado (ABRE, 2012).

Com o objetivo de ampliar a adoção da simbologia adequada, a ABRE firmou, em 2011, um pacto setorial com o Ministério do Meio Ambiente do Brasil no âmbito do Plano de Produção e Consumo Sustentáveis, que previa a inclusão do símbolo do descarte seletivo nas embalagens de mil produtos/ano durante o período de 2012 a 2014, assim como disponibilizava materiais para apoiar a adoção da simbologia de identificação de materiais – veja no *site* da ABRE⁶. A evolução da adoção dessa simbologia pelos envolvidos no pacto setorial é apresentada no **Gráfico 2**.

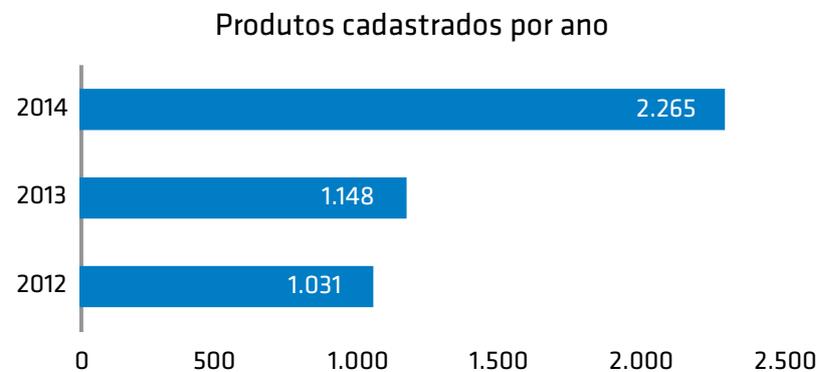


Gráfico 2. Evolução da adoção do símbolo da reciclagem.

6 Materiais disponibilizados pela ABRE sobre simbologia de identificação de materiais estão disponíveis em www.abre.org.br/descarteseletivo.

A divulgação e implementação de simbologias criadas para orientar o descarte e facilitar a identificação e separação dos materiais foram uma das ações que alavancaram o crescimento da reciclagem no Brasil. Mas ainda há muito trabalho de educação e divulgação a ser feito, pois essa simbologia precisa ser compreendida e utilizada pelos responsáveis pelo desenvolvimento de embalagens, pelos consumidores durante o descarte de resíduos e pelos trabalhadores envolvidos no processo de coleta, triagem e reciclagem dos materiais. Os municípios, ao elaborar seus planos de gerenciamento de resíduos e programas de coleta seletiva devem atentar também para essa simbologia. Esse é um passo importante para alavancar a circularidade dos materiais de embalagem.

Caso: Inclusão do símbolo do descarte seletivo.

- Prêmio ABRE 2014 - Módulo Especial - Sustentabilidade
- Qualitá - Adesão ao Pacto Setorial de Simbologia de Reciclagem
- Vencedor Prata: GPA

Nesse projeto específico a utilização de simbologia padronizada, pactuada e presente nas Diretrizes de Rotulagem Ambiental é uma maneira de orientar a sociedade a destinar corretamente os resíduos sólidos. Em menos de um ano, 1.350 produtos foram cadastrados.



3.4 As diferentes alternativas de revalorização disponíveis

A revalorização material ou energética dos resíduos sólidos tem contribuição direta na conservação de recursos naturais, sejam eles renováveis ou não, na preservação de ecossistemas e na eficiência dos processos produtivos, uma vez que conduz à redução dos custos ambientais e econômicos associados ao ciclo de vida dos produtos. Dentro dos princípios da economia circular, é uma das formas mais diretas de promover sistemas de produção e consumo mais regenerativos e restaurativos.

Considerando a hierarquia do gerenciamento de resíduos sólidos, regulamentado pela *Política Nacional de Resíduos Sólidos*, deve-se observar a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (*Artigo 9º da Lei 12.305/ 2010*). A **Figura 8** a seguir ilustra a visão tradicional dessa hierarquia.

Na prática, isso significa que os sistemas de gerenciamento devem incluir opções de prevenção e revalorização dos resíduos, de forma a trazê-los de volta ao ciclo produtivo na forma de produtos (reuso), materiais para os ciclos produtivos (reciclagem mecânica e química), composto orgânico para agricultura (compostagem) e/ou energia (digestão anaeróbia e gaseificação, produção de combustíveis derivados de resíduos - CDRs, ou incineração com recuperação de energia). A disposição final em aterros destina-se apenas aos rejeitos, segundo a *PNRS*, entendidos como aqueles resíduos sólidos para os quais já se esgotaram todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis.

Assim, em atendimento à legislação vigente, o desenvolvimento das embalagens deve buscar, em primeiro lugar, a redução da geração dos resíduos, lembrando que para isso deve ser avaliado todo o ciclo de vida do sistema produto-embalagem. Essa preocupação se traduz na otimização da dimensão “impactos da própria embalagem”, a ser tratada no próximo capítulo.

Esgotadas as possibilidades de redução de geração dos resíduos, parte-se para as alternativas visando à sua revalorização. Conforme a hierarquia proposta, a preocupação seguinte é com a possibilidade de reutilização dos resíduos, definida como o aproveitamento destes nos ciclos produtivos sem que haja transformação biológica, física ou química. Para muitas embalagens, essa já é uma prática usual (como no caso de muitas garrafas de vidro e paletes, dentre outras alternativas retornáveis).

Já a reciclagem mecânica é um processo de recuperação material dos resíduos para a produção de novos produtos por meios físicos (lavagem, moagem, fusão, produção de grânulos etc.). A reciclagem mecânica tem ampla aplicação para materiais celulósicos, metais, vidros e para o processamento de produtos plásticos de um único polímero, por exemplo, PE, PP, PET, PS etc. Estruturas multimateriais, como filmes multicamadas, também podem ser reciclados – porém, requerem soluções tecnológicas para promover a compatibilidade entre os componentes. Outra opção é a pré-separação dos materiais e a reciclagem dos componentes em cadeias específicas, o que acontece com a revalorização das estruturas cartonadas de embalagens “longa vida”, das quais, primeiro, é retirado o material celulósico (que representa cerca de 75% da estrutura em peso), e então é feita a reciclagem das camadas de PE e de alumínio.

A reciclagem química por sua vez é a denominação dos processos tecnológicos avançados que convertem materiais (geralmente plásticos) em matérias-primas básicas (geralmente moléculas petroquímicas primárias), que são usadas



Figura 8. Hierarquia do gerenciamento dos resíduos sólidos.

para a produção de novos bens – como plásticos ou outros produtos petroquímicos (lubrificantes sintéticos, por exemplo). A principal vantagem da reciclagem química é a possibilidade de revalorização de produtos plásticos heterogêneos ou contaminados, com pouca necessidade de pré-tratamento.

Um exemplo prático de reciclagem química é a produção de resinas insaturadas a partir de PET-PCR, utilizadas na formulação de cabinas de caminhões, para-choques de carros, caixas d'água, piscinas, baú de motocicletas, massa plástica, sinalização viária etc. Também são produzidas resinas alquídicas utilizadas na composição de tintas e vernizes para vários fins.

Os produtos da reciclagem química também podem ser úteis como combustíveis. A tecnologia consiste em processos de despolimerização, que incluem pirólise, gaseificação, hidrogenação líquido-gás e craqueamento catalítico entre outras (AL-SALEM, LETTIERI, BAEYENS, 2009).

Para os resíduos orgânicos (inclusive alguns materiais de embalagem) naturalmente biodegradáveis, outra alternativa de gerenciamento é a compostagem, na qual se produz composto orgânico via biodegradação aeróbia controlada. Essa alternativa, porém, exige uma segregação cuidadosa do que pode ser enviado à compostagem, de forma a evitar contaminações e assegurar o bom desenvolvimento do processo. O aproveitamento do composto orgânico na agricultura pode reduzir a necessidade de fertilizantes, diminuindo o impacto ambiental da produção agrícola. Porém, para tanto, o adubo deve atender a requisitos de pureza e de eficácia requeridos para a aplicação, e ser aprovado pelos órgãos competentes.

Por fim, a revalorização energética pode ser conduzida por várias rotas tecnológicas, genericamente agrupadas no termo em inglês *"waste to energy"* ou *"energy from waste"*. Os resíduos orgânicos biodegradáveis, por exemplo, podem ser tratados por processos anaeróbios de degradação, como a metanização, em que a matéria orgânica é degradada em biodigestores fechados para produção de metano, que é aproveitado para geração de energia por combustão (ABNT, 2008a, LIXO..., 2010). Outra opção, aplicada a uma gama maior de resíduos, é a produção de combustível derivado de resíduo (CDR), onde o tratamento gera um produto que visa a substituir os combustíveis tradicionais em unidades de geração de energia, principalmente fornos e caldeiras industriais.

Porém, a alternativa mais comum para reciclagem energética, ao menos na Europa, é a incineração com recuperação de energia, a qual consiste na queima em condições controladas de resíduos com elevado poder calorífico, aproveitando a energia contida nos resíduos para gerar energia elétrica e/ou vapor ou água quente, em substituição a fontes de energia tradicionais.

A incineração com recuperação de energia deve ser realizada em plantas industriais com elevada tecnologia, que disponham de sistemas eficientes de tratamento de gases e efluentes, bem como assegurem a disposição adequada de cinzas, entre outras exigências estabelecidas pelos órgãos ambientais em legislação específica. Na gestão integrada de resíduos sólidos, essa é a última alternativa antes da disposição final em aterro e deve ser associada à adoção prévia de políticas de redução de geração e, principalmente, de coleta seletiva, triagem e reciclagem da fração reciclável dos resíduos.

4. Otimização da embalagem em si: materiais e processos

A *Política Nacional de Resíduos Sólidos* mostra-se alinhada aos conceitos de circularidade em seu artigo Art. 32., pois, ao mesmo tempo que reconhece a importância e função da embalagem em proteger o produto, orienta para um projeto eficiente que favoreça a reutilização e a reciclagem.

Art. 32. As embalagens devem ser fabricadas com materiais que propiciem a reutilização ou a reciclagem.

§ 1º Cabe aos respectivos responsáveis assegurar que as embalagens sejam:

I - restritas em volume e peso às dimensões requeridas à proteção do conteúdo e à comercialização do produto;

II - projetadas de forma a serem reutilizadas de maneira tecnicamente viável e compatível com as exigências aplicáveis ao produto que contêm;

III - recicladas, se a reutilização não for possível.

§ 2º O regulamento disporá sobre os casos em que, por razões de ordem técnica ou econômica, não seja viável a aplicação do disposto no caput.

(BRASIL. Lei nº 12.305, 2010, Art. 32)

Conforme discutido no capítulo 2, a embalagem, além do papel fundamental de entregar o produto ao consumidor em perfeitas condições, exerce muitas outras funções, como promoção, informação e conveniência, além de evitar perdas e consequente geração de resíduos e permitir uma condução eficiente dos negócios, contribuindo também para a sustentabilidade, à medida que for (ABRE, 2013):

- Concebida de forma holística com o produto, a fim de aperfeiçoar o desempenho ambiental do sistema produto-embalagem;
- Produzida a partir de materiais provenientes de fontes responsáveis;
- Capaz de atender os critérios de mercado em termos de custo e desempenho;
- Fabricada usando tecnologias de produção mais limpa;
- Facilitadora e impulsionadora dos sistemas de logística reversa e da reciclagem, por meio, por exemplo, da incorporação de matéria-prima reciclada pós-consumo;
- Eficientemente recuperável após o uso, por meio da reutilização e reciclagem;
- Originada, fabricada, transportada e reciclada usando energias renováveis, quando for vantajoso.

Assim, uma embalagem bem projetada atenderá os requisitos do produto e, ao mesmo tempo, minimizará os impactos econômicos, sociais e ambientais tanto do produto como dela mesma. A embalagem deve, ainda, permanecer atrativa, mantendo a função comercial como ferramenta de *marketing* e promovendo o produto e a comunicação com o consumidor.

Com o objetivo de promover a autoavaliação de indicadores ambientais de sustentabilidade para a cadeia de embalagens, a ABRE (2011) elaborou a cartilha *Diretrizes para a cadeia produtiva de embalagens e bens de consumo*⁷. A principal contribuição desse documento é oferecer aos desenvolvedores uma planilha com indicadores ambientais para embalagens, indicando para cada um o objetivo de sua aplicação, a forma como pode ser medida (métrica) e os elos da cadeia envolvidos na sua aplicação. As principais oportunidades apresentadas são:

- Otimizar o uso de matérias-primas sem perda de qualidade e funcionalidade;
- Minimizar o uso de água por unidade produzida;
- Melhorias na eficiência energética e uso de energia renovável;
- Minimizar a emissão de efluentes, gases atmosféricos e resíduos sólidos;
- Buscar formas de compensação para emissões de gases de efeito estufa;

⁷ A cartilha *Diretrizes para a cadeia produtiva de embalagens e bens de consumo* está disponível em www.abre.org.br/downloads/cartilha_diretrizes.pdf.

- Reduzir e/ou eliminar o uso de substâncias tóxicas e perigosas;
- Reduzir o envio de resíduos sólidos para o aterro, criando oportunidades de reaproveitamento;
- Dimensionar as embalagens para otimizar a capacidade dos meios de transporte (aumentando o número de unidades por viagem);
- Maximizar a proteção do produto, evitando a sua perda;
- Otimizar a proporção da quantidade de produto acondicionado por embalagem;
- Maximizar o consumo total do produto acondicionado;
- Estender o prazo de validade do produto pré-consumo;
- Divulgar e orientar o consumo sustentável e a destinação final adequada dos seus resíduos;
- Buscar componentes (tampa, frasco, rótulos e multicamadas) compatíveis no processo de reciclagem;
- Projetar a embalagem prevendo a forma de separação de seus componentes;
- Priorizar o emprego de materiais que sejam passíveis de reciclagem mecânica no pós-consumo, considerando as condições existentes;
- Incentivar o projeto de embalagens com potencial reutilização;
- Incorporar matéria-prima reciclada pós-consumo em processos produtivos, sempre que permitido por lei.

4.1 A importância dos diferentes materiais

As embalagens executam uma série de tarefas diferentes, sendo as principais proteger o conteúdo contra contaminação ou danos mecânicos, facilitar o transporte e a estocagem e uniformizar a quantidade do conteúdo. Ao permitir a criação e a padronização de marcas comerciais, possibilita a visibilidade do produto, promovendo sua distribuição em grande escala. Embalagens especiais com tampas dosadoras, *sprays* e outras características de conveniências facilitam o uso do produto. Além disso, as embalagens atuam como símbolos de seus conteúdos e de estilos de vida. Entretanto, assim como podem comunicar fortemente a satisfação que um produto oferece ao consumidor, elas podem tornar-se símbolos igualmente potentes do desperdício de materiais depois que o produto é consumido (ROBERTSON, 2013).

A seleção adequada dos materiais é um ponto fundamental para que as embalagens cumpram suas funções da melhor forma possível. Não existe material universalmente “melhor” ou “pior”. A seleção está vinculada a fatores como as características intrínsecas do produto, a vida de prateleira pretendida, os custos do material, o processo de conservação no caso de alimentos⁸ e as condições a que será submetido o produto final como de transporte e distribuição, ambiente de estocagem e comercialização visando a sempre manter sua qualidade final. De acordo com Oliveira (2006), a embalagem geralmente é considerada um coadjuvante dos métodos de conservação, pois, além de manter a forma física do produto, pode protegê-lo de fatores externos como a recontaminação microbológica, ataque por insetos e roedores e trocas com o ambiente externo como perda ou ganho de umidade, permeação de oxigênio e de vapores orgânicos. A seleção do tipo de embalagem depende de variáveis como a sua forma de apresentação, os micro-organismos possíveis de se desenvolverem, a vida de prateleira desejada e o público-alvo.

Para que as embalagens primárias (aquelas que estão em contato direto com o produto) cumpram as suas principais funções é indispensável, na maioria das vezes, que se utilize um sistema de embalagem no qual a embalagem secundária é a que contém uma ou várias embalagens primárias, sendo normalmente responsável pela proteção físico-mecânica da embalagem primária durante as etapas de transporte e distribuição, podendo também ser responsável pela comunicação, principalmente nos casos em que contém apenas uma embalagem primária, como, por exemplo, as caixas de cereais matinais. A embalagem terciária agrupa diversas primárias ou secundárias para o

⁸ Processos de conservação de alimentos são processos que previnem ou retardam alterações na qualidade do produto, seja pela inibição do crescimento microbiano, inativação da ação de enzimas indesejáveis ou controle de processos químicos e bioquímicos indesejáveis, que reduzem a vida útil do produto alimentício (OLIVEIRA, 2006)

transporte, como a caixa de papelão ondulado ou o filme termoencolhível contendo latas de bebidas. A seleção de embalagens desse tipo depende da natureza da embalagem primária, ou seja, rígida, semirrígida ou flexível (AKL, 2016).

Quanto maior a complexidade da embalagem e o uso de múltiplos materiais, mais complexo tenderá a ser seu processo de revalorização. As tecnologias de revalorização têm evoluído, porém, as viabilidades econômica e de infraestrutura estão sujeitas a características locais.

4.2 Os limites da otimização

A indústria tem a responsabilidade de analisar e aperfeiçoar o desempenho ambiental das suas embalagens em todos os estágios relevantes do ciclo de vida. Mas essa análise de impactos deve considerar o ciclo de vida do produto em si, incluindo o estudo do impacto das perdas de produto decorrentes do uso insuficiente da embalagem, bem como o impacto da utilização da embalagem em excesso (ABRE, 2013).

O **Gráfico 3** mostra que as consequências ambientais relativas às perdas de produto, causadas pela redução excessiva de embalagem, podem ser muito maiores que aqueles do excesso incremental de embalagem proporcionado pela garantia de proteção adequada (ABRE, 2013).

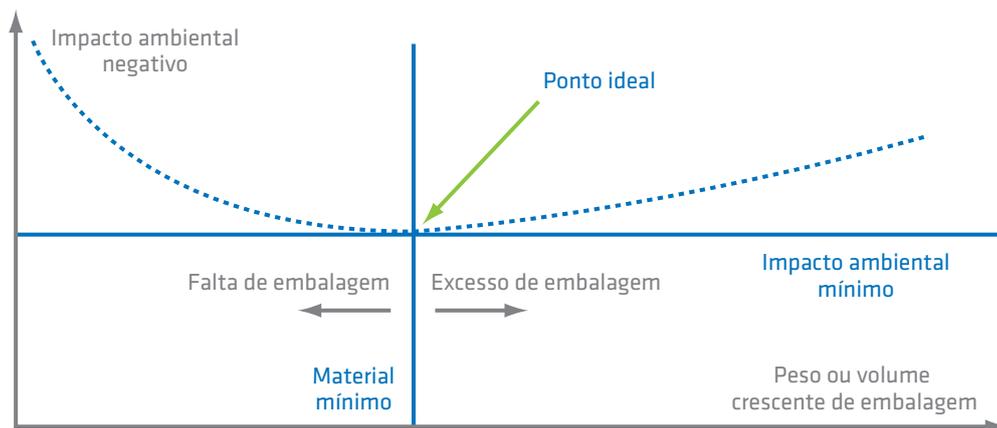


Gráfico 3. Modelo Packforsk para minimização do impacto ambiental do sistema produto-embalagem (ERLÖV, et al., 2000)

Assim, a especificação adequada da embalagem (ponto ideal no gráfico), que não a subestime nem a superestime, é o ponto de equilíbrio entre a quantidade de material utilizada na embalagem e a proteção requerida pelo produto.

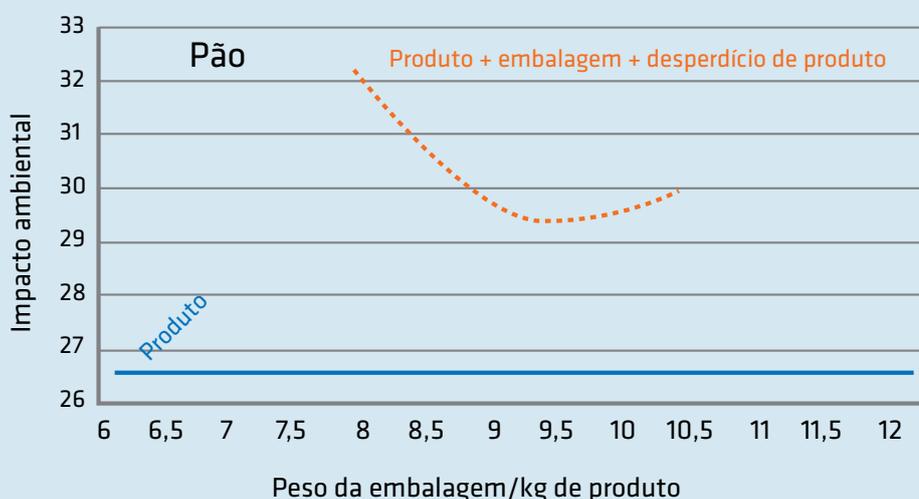
A análise dos impactos ambientais do produto deve considerar tanto o ciclo de vida da embalagem como do produto em si. Para tanto, o estudo do sistema produto-embalagem deve avaliar os impactos ambientais decorrentes da perda de produto resultante do uso insuficiente da embalagem e o impacto (desnecessário) da utilização de embalagem em excesso.

A simplificação trazida pela análise de apenas uma ou poucas características da embalagem, como reciclável, compostável ou mudança de matéria-prima, pode resultar em um falso sentimento de que a sustentabilidade pode ser promovida por atitudes ou características isoladas. A visão da cadeia como um todo auxilia o desenvolvimento de embalagens orientado pela sustentabilidade do sistema produto-embalagem e evita o aumento de impactos ambientais em outras etapas do ciclo de vida.

Tornar as cadeias do produto e da embalagem o mais eficientes possível é o principal objetivo do desenvolvimento de embalagens visando à sustentabilidade.

Caso: Os limites da redução da embalagem.

O *Relatório do Packforsk* (ERLÖV, et al., 2000) apresenta alguns estudos de caso para fundamentar seu modelo, tais como os impactos ambientais do pão, do *ketchup*, do leite e do iogurte, quando comparados aos de sua embalagem e às perdas desses alimentos. A unidade de estudo no caso do pão foi 700 g de pão branco produzido na Suécia, embalado em filme de polipropileno (5,28 g) e com o uso de um clipe de poliestireno de (0,31 g). Os dados sobre as perdas e desperdícios foram obtidos a partir de estudos em lojas e entrevistas com fabricantes de pão e consumidores. A embalagem representou apenas 3% dos gastos energéticos totais do pão, as perdas e desperdícios foram responsáveis por 18% do consumo energético e, por fim, a produção e consumo do pão, por 79%. Portanto, a princípio, mesmo com o aumento da relação peso da embalagem/peso do produto, os impactos ambientais totais poderiam diminuir (até certo ponto) se as perdas e desperdícios de pão diminuíssem com o incremento de embalagem. Isso foi comprovado e pode ser observado na tabela e no gráfico a seguir.



Alternativa	Peso do pão por embalagem (g)	Peso da embalagem (g/kg de produto)	Consumo energético da embalagem (MJ/kg)	Consumo energético das perdas e desperdícios (MJ/kg de produto)
1	700	7,9	0,7	5
2	50% a 350 50% a 700	9,1	0,8	2,2
3	300	10,3	0,9	2,3

A linha azul do gráfico representa o consumo energético da produção, distribuição e estocagem do pão (26,6 MJ/kg), enquanto a curva alaranjada representa os gastos energéticos do pão em diferentes tamanhos de embalagem. A embalagem ótima é aquela no vale da curva, ou seja, com uma relação peso da embalagem/kg de produto de 9,1. À esquerda desse ponto ótimo, a embalagem é insuficiente, resultando em aumento de perdas de pão e, conseqüentemente, maior consumo energético. À direita desse ponto, a embalagem é excessiva e, embora robusta, não resulta em menor perda do produto – portanto, ocorre um ligeiro aumento desnecessário do gasto energético devido ao excesso de material de embalagem.

4.3 O papel da tecnologia e inovação

De acordo com Sarantópoulos e Rego (2012), para satisfazer as expectativas do consumidor na busca por segurança, qualidade, conveniência e bem-estar foram necessários muitos investimentos financeiros e dedicação de cientistas e tecnólogos para o desenvolvimento de embalagens, a exemplo de embalagens assépticas cartonadas e plásticas, embalagens plásticas esterilizáveis, sistemas de refechamento e de fácil-abertura, embalagens para micro-ondas e embalagens plásticas de alta barreira, entre outras. Essas inovações decorreram de ações integradas de desenvolvimento de produto/processo/equipamento de acondicionamento/material de embalagem/sistema de distribuição. Considerando cenários futuros, as inovações estarão associadas a embalagens ativas e inteligentes, ao uso de materiais nanotecnológicos que visam à maior conservação dos produtos e à utilização de biopolímeros.

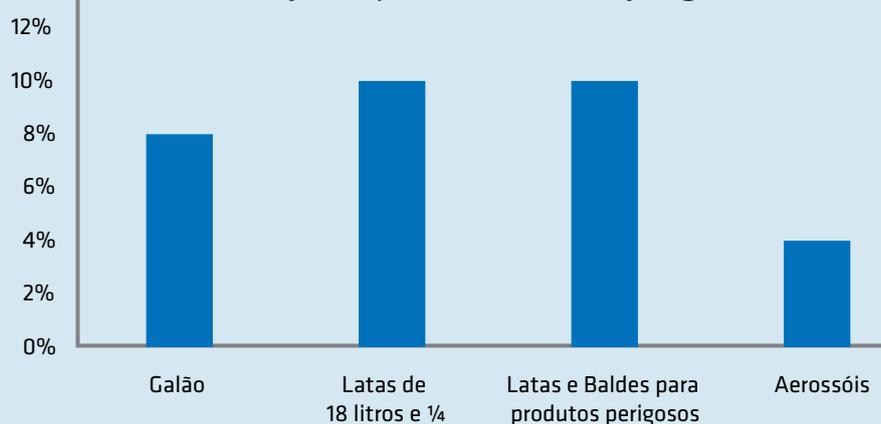
A embalagem evoluiu para atender a evolução dos produtos, e novas necessidades e hábitos da sociedade. Ela mantém o compasso para garantir a entrega e o uso de produtos e serviços da maneira mais proveitosa possível, assim como é capaz de impulsionar economias modernas, facilitando o escoamento produtivo e evitando o desperdício de produto essenciais como alimentos.

Tecnologias de redução de peso (espessura) sem afetar a função da embalagem.

O desenvolvimento tecnológico na produção de matérias-primas e dos processos de fabricação das embalagens permitiu uma significativa redução de peso/espessura, mantendo o desempenho desejado.

Abeço

Redução de peso em latas de aço – geral



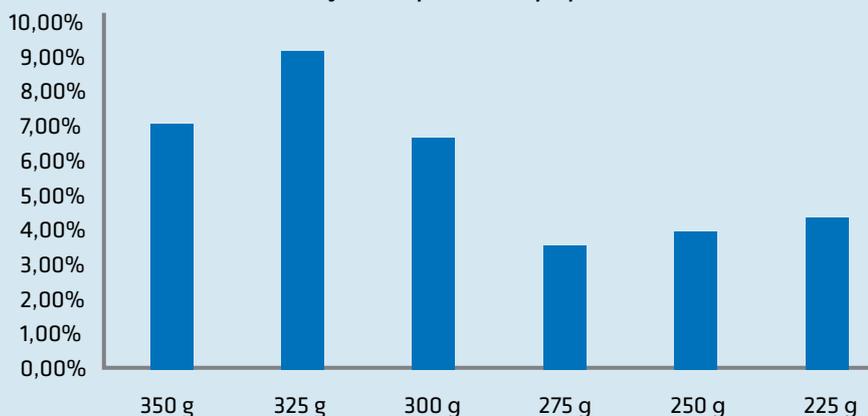
Redução de peso de latas de aço para alimentos (peso corporal 425ml)



Tecnologias de redução de peso (espessura) sem afetar a função da embalagem.

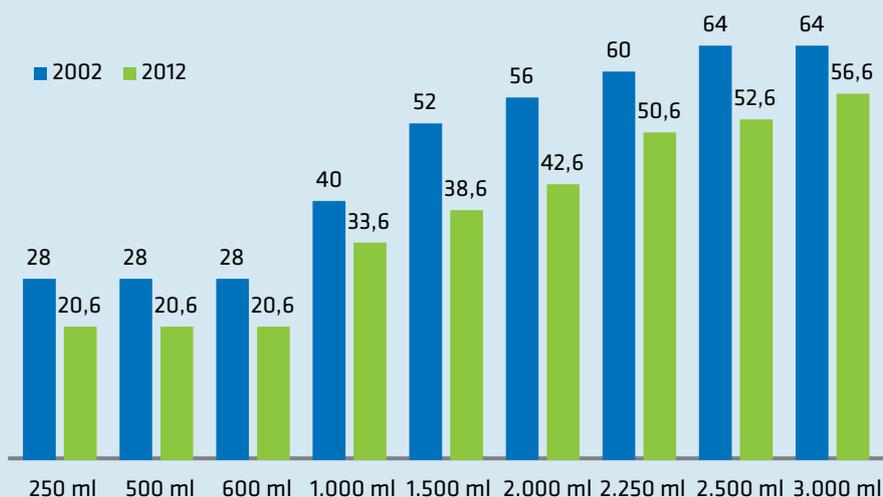
Abigraf

Redução de peso em papel cartão



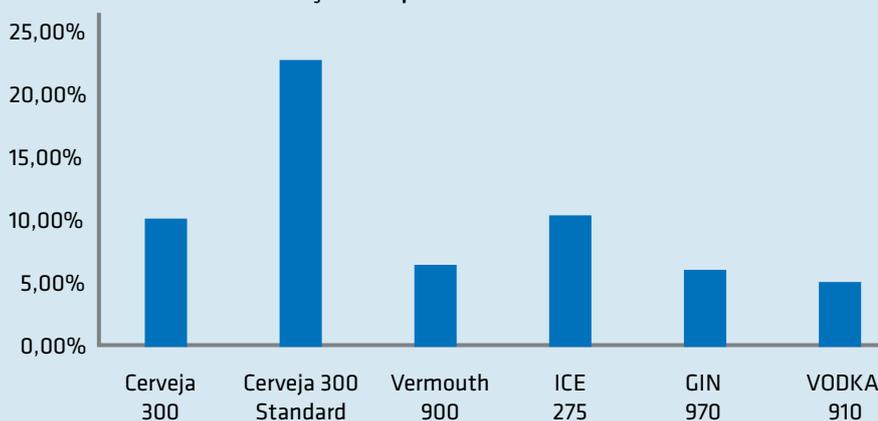
Abipet

Peso das Embalagens PET para Carbonatados - Brasil (g)

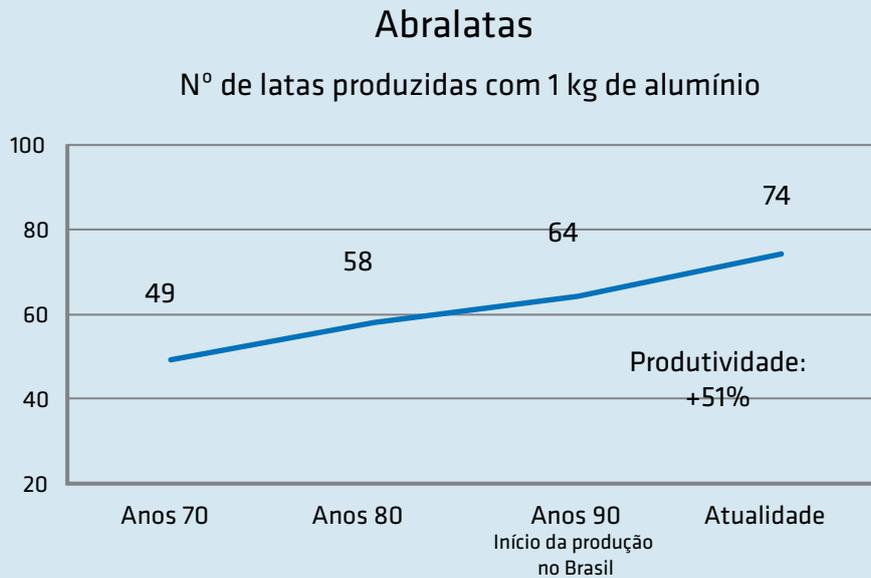


Abividro

Redução de peso em vidro – bebidas



Tecnologias de redução de peso (espessura) sem afetar a função da embalagem.



5. Recomendações

Visando a consolidar as reflexões deste documento e apoiar os envolvidos na busca contínua pela sustentabilidade no setor de embalagens, colocamos à disposição ferramenta para orientar a aplicação dos conceitos descritos – o Jogo do Infinito – reunindo recomendações para:

- O desenvolvimento de embalagem atendendo as necessidades do produto com o mínimo impacto ambiental do sistema produto-embalagem – elementos pertinentes a projetos individuais de embalagem; e
- Favorecer o desenvolvimento de tecnologias que maximizem a função e revalorização – elementos sistêmicos.

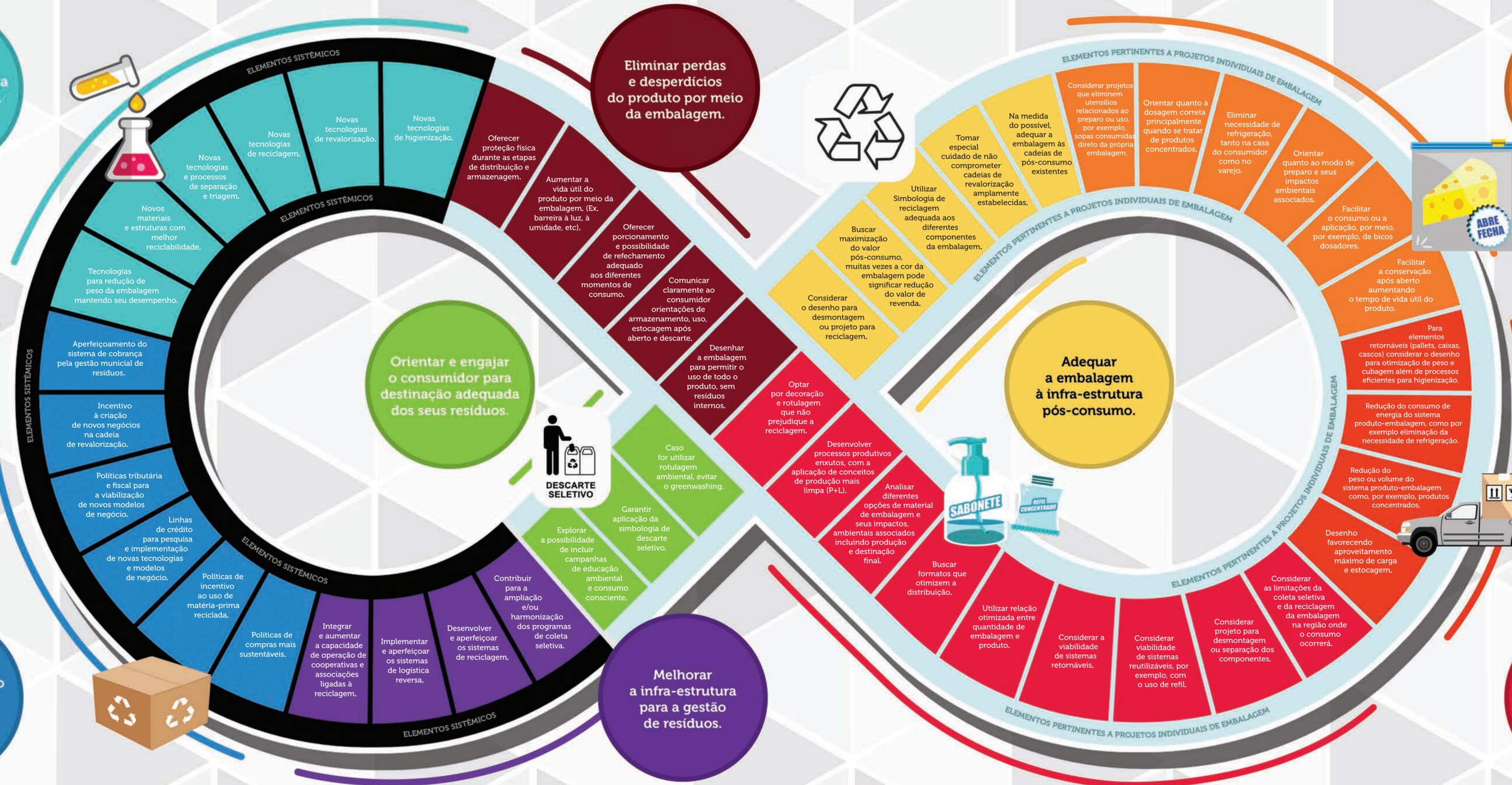
São muitos os fatores envolvidos na escolha da embalagem ideal; desde necessidades/requerimentos de conservação e proteção do produto, consumo de água e energia para a produção da embalagem e até questões relativas às emissões associadas aos processos industriais, distribuição e destinação da embalagem. O sistema produto-embalagem está intimamente relacionado, pois as escolhas durante o desenvolvimento da embalagem afetarão o sistema como um todo.

Antes de qualquer decisão, é importante conhecer a cadeia do sistema produto-embalagem desde a obtenção de matérias-primas até o pós-consumo, incluindo sua revalorização.

JOGO DO INFINITO

Incentivar a pesquisa e desenvolvimento.

Criar incentivos ao desenvolvimento de embalagens ambientalmente mais adequadas.



6. Referências

- AL-SALEM, S.M., LETTIERI, P., BAEYENS, J. *Recycling and recovery routes of plastic solid waste (PSW): a review*. Waste Management, v. 29, p. 2625-2643, 2009.
- AKL, Esamir R. *Conceitos gerais sobre embalagem*. Disponível em www.ebah.com.br/content/ABAAABGcAAG/conceitos-gerais-sobre-embalagem. Acesso em: 01 fev. 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGEM. ABRE. *Diretrizes de rotulagem ambiental para embalagens: autodeclarações ambientais – Rotulagem do tipo II*. 2ª Ed. São Paulo, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGEM. ABRE. *Diretrizes de sustentabilidade para a cadeia produtiva de embalagens e bens de consumo*. São Paulo, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGEM. ABRE. *O valor das embalagens flexíveis no aumento da vida útil e na redução do desperdício de alimentos*. São Paulo, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGEM. ABRE. *Protocolo global sobre sustentabilidade de embalagens*. São Paulo, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 13230:2008: Embalagens e acondicionamentos plásticos recicláveis – Identificação e simbologia*. Rio de Janeiro, 2008. 8p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 15448-1: embalagens plásticas degradáveis e/ou de fonte renováveis*. Parte 1: terminologia. Rio de Janeiro, 2008a, 2 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 16182:2013: Embalagem e acondicionamento: Simbologia de orientação de descarte seletivo e de identificação de materiais*. Rio de Janeiro, 2013. 5p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR ISO 14021: Rótulos e declarações ambientais – Autodeclarações ambientais (Rotulagem do tipo II)*. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR ISO 14024: Rótulos e declarações ambientais – Rotulagem ambiental do tipo I - Princípios e procedimentos*. Rio de Janeiro, 2004.
- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). *Fatores de emissão de CO₂ pela geração de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional do Brasil*. 2014. Disponível em www.mct.gov.br/index.php/content/view/321144.html#ancora. Acesso em: 18 jan. 2016.
- BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. *Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a política nacional de resíduos sólidos; altera a lei no 9605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências*. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, de 3 de ago. 2010 c. 22p. Disponível em www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 10 mar. 2016.
- BRUNDTLAND COMMISSION et al. *Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development*. UN Documents Gathering a Body of Global Agreements, 1987.
- CAIT, 2016. *Climate Data Explorer*. World Resources Institute. Disponível em cait.wri.org. Acesso em 19 jan. 2016.
- CAVALVANTI, P; CHAGAS, C. *História da embalagem no Brasil*. São Paulo: Grifo Projetos Históricos e Editoriais, 2006. ISBN 85-98953
- CEMPRE. *Compromisso empresarial para reciclagem. Guia da coleta seletiva de lixo*. 2ªEd., São Paulo, 2014. 53 p.
- COLTRO, L. (Org.). *Avaliação do ciclo de vida como instrumento de gestão*. 75 p. Campinas: CETEA/ITAL, 2007. ISBN 978-85-7029-083-0.
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. *Schools of thought*. [s.d.] Disponível em www.ellenmacarthurfoundation.org. Acesso em: 29 out. 2015.
- ERLÖV, L.; LÖFGREN C.; SÖRÅS A. *PACKAGING – A tool for the prevention of environmental impact*. Packforsk. Sweden, 2000.

EUROPEAN COMMISSION. Press Releases Database. *Ambiente: objetivos de reciclagem mais exigentes para impulsionar a transição para uma economia circular com novos postos de trabalho e um crescimento sustentável*. Bruxelas, 02 jul. 2014. Disponível em europa.eu/rapid/press-release_IP-14-763_pt.htm. Acesso em: 22 out. 2015.

EUROPEN. The European Organization for Packaging and the Environment. *Packaging in the Sustainability Agenda: a guide for corporate decision makers*. ECR Europe. Bruxelas, Bélgica, 2009.

FAO. *Food Wastage Footprint & Climate Change*. Disponível em: www.fao.org/fileadmin/templates/nr/sustainability_pathways/docs/WWF_and_climate_change.pdf. Acesso em 01 dez 2015.

FAO. *Global food losses and food waste – Extent, causes and prevention*. Rome. 2011. 30 p.

FUNDAÇÃO ELLEN MACARTHUR. *A Fundação*. [s.d.] Disponível em www.ellenmacarthurfoundation.org/pt. Acesso em: 29 out. 2015. b

HAMZA, K. H. *Informação Verbal. Sustentabilidade nos Lares Brasileiros*. Palestra na Associação Brasileira de Embalagens. São Paulo, out. 2015.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO/TR 14062: environmental management: integrating environmental aspects into product design and development*. Geneve, 2002. 24p.

LIQUIGÁS. *Perguntas frequentes: questionamentos técnicos*. Disponível em www.liquigas.com.br/wps/portal/!ut/p/c0/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hvPwMjIw93IwN_Cy9TAYM_L6_AAPNAI39zE_2CbEdFAPmfWrg!. Acesso em 18 jan. 2016.

LIXO municipal: manual de gerenciamento integrado. 3. ed. São Paulo, SP: Compromisso Empresarial para Reciclagem, 2010. 350 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Plano de ação para produção e consumo sustentáveis*. PPCS. Brasília, 2011. Disponível em www.consumosustentavel.gov.br/o-plano/download-do-ppcs. Acesso em: 07 mar. 2016.

OLIVEIRA, L. M. (ed.) *Requisitos de proteção de produtos em embalagens plásticas rígidas*. Campinas, SP. Cetea/Ital, 2006.

PROGRAMA BRASILEIRO GHG PROTOCOL. *Ferramenta GHG Protocol 2013*. Versão 2014. Disponível em www.ghgprotocolbrasil.com.br/ferramenta-de-calculo. Acesso em: 01 dez. 2015.

ROBERTSON, G. L. *Food packaging, principles and practice*. 3rd ed. New York, Taylor & Grancis Group, 2013. 733 p.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; REGO, R. A. *Brasil pack trends 2020*. 1. Ed. Campinas: ITAL, 2012. 228 p.

SILVEIRA, J.; GALESKAS, H.; TAPETTI, R.; LOURENCINI, I. *Quem é o consumidor brasileiro de frutas e hortaliças*. Revista Hortifruti Brasil. Ano 10 - Nº103. CEPEA - ESALQ/USP. Piracicaba-SP, 2011.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SINIS. *Diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2008*. Brasília: MCIDADES. SNSA, 2010.

SOARES, A. G. *Desperdício de alimentos no Brasil: um desafio político e social a ser vencido*. Disponível em www.atividaderural.com.br/artigos/508fc56454d19.pdf. Acesso em 07 dez. 2015.

THE SINS OF GREENWASHING. *Green-wash*. Disponível em www.sinsofgreenwashing.com/index.html. Acesso em 02 fev. 2016.

THE WORLD BANK. *Total population*. Disponível em www.data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL/countries/BR?display=graph. Acesso em 16 dez. 2015.

WALMART BRASIL. *Produtos mais sustentáveis. Projeto End-to-end: sustentabilidade de ponta a ponta*. 2009. Disponível em www.walmartbrasil.com.br/publicacoes/?projeto=produtos-mais-sustentaveis. Acesso em 19 jan. 2016.

WASTE & RESOURCE ACTION PROGRAM. *WRAP and the circular economy: What is a circular economy?* Disponível em www.wrap.org.uk/content/wrap-and-circular-economy. Acesso em 29 out. 2015.

WATER FOOTPRINT NETWORK. *Product gallery*. 2015. Disponível em www.waterfootprint.org/en/resources/interactive-tools/product-gallery/. Acesso em 17 dez. 2015.

Expediente

Embalagem e sustentabilidade – Desafios e orientações no contexto da economia circular

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Nelson Roberto Bugalho
Flávio de Miranda Ribeiro

Comitê de Meio Ambiente e Sustentabilidade da ABRE

Bruno Rufato Pereira – Coordenador do Comitê de Meio Ambiente e Sustentabilidade da ABRE

ABRE – Associação Brasileira de Embalagem

Luciana Pellegrino S. de Arteaga – Diretora-executiva

Redação: CETEA/ITAL – Centro de Tecnologia de Embalagem do Instituto de Tecnologia de Alimentos – Thiago Urtado Karaski, Eloisa Garcia, Jozeti Barbutti Gatti

Coordenação do projeto: Camila Carbonelli – ABRE

A ABRE agradece a todos os membros do Comitê de Meio Ambiente e Sustentabilidade e entidades parceiras e em especial aos profissionais que colaboraram com o texto:

Juliana Seidel – Tetra Pak
Raíssa Pereira – CETESB
Sílvia Rolim – Plastivida
Teddy Lalande – Bemis Latin America
Yuki Kabe – Braskem

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Diretor Presidente: Otávio Okano
Diretor Vice-Presidente: Nelson Roberto Bugalho
Diretor de Gestão Corporativa:
Edson Tomaz de Lima Filho
Diretor de Controle e Licenciamento Ambiental:
Aruntho Savastano Neto
Diretor de Engenharia e Qualidade Ambiental:
Carlos Roberto dos Santos
Diretora de Avaliação de Impacto Ambiental:
Ana Cristina Pasini da Costa

ABRE – Associação Brasileira de Embalagem

Presidente: Gisela Schulzinger
Diretora-executiva: Luciana Pellegrino S. de Arteaga
Gerente financeira: Maria Margarida Romano
Gerente comercial e marketing:
Isabella Cavinatto Salibe
Gestão comercial: Raquel Fraga Elias
Coordenadora de comitês: Camila Carbonelli
Gestor de informações: Sidnei Stoiev
Assistente de comunicação: Monica Carvalho
Assistente administrativa: Edna Amorim

CETEA / ITAL

Direção: Assis Euzébio Garcia

Projeto Gráfico

Ilustração: Fabio Mestriner – ESPM
Jogo do Infinito: Sioux
Diagramação: Formato Editoração e Design
Revisão do Texto: Verbus Comunicação Editorial

Impressão

Gráfica: Hertha Max
Tiragem: 2.000 exemplares
Impresso em papel Tetra Pak reciclado pós-consumo, fornecido pela Tetra Pak

Patrocinadores:

Diamante: Dow Brasil
Ouro: Tetra Pak

ABRE – Associação Brasileira de Embalagem

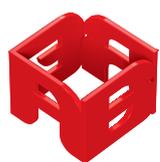
R. Oscar Freire, 379 – 15º andar – conj. 152
01426-001 – São Paulo
Fone: 11 3060-5510 | Fax: 11 3081-9201
abre@abre.org.br | www.abre.org.br

São Paulo, abril de 2016

Embalagem e Sustentabilidade

Desafios e orientações no
contexto da Economia Circular

Realização



abre ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGEM

Elaboração



Patrocínio

