


CAPA

Planeta plástico

Depósito de
plásticos pós-uso da
cooperativa de
reciclagem Reciclázaro,
em São Paulo



Criado há cerca de um século,
o material polimérico que trouxe
inúmeras facilidades à vida
moderna tornou-se fonte de um
enorme problema ambiental

Yuri Vasconcelos

Quase todo mundo viu ou ouviu falar do vídeo da tartaruga encontrada com um canudo plástico enfiado no nariz. O episódio aconteceu há quatro anos, quando a bióloga marinha norte-americana Christine Figgener conduzia com colegas um estudo sobre tartarugas na Costa Rica. Em alto-mar, eles avistaram um exemplar da espécie verde-oliva com o que parecia ser um verme tubular gigante em uma de suas narinas. Os pesquisadores logo concluíram que era um pedaço de canudo, de cerca de 10 centímetros, e decidiram remover o objeto. O procedimento, filmado pelo grupo, mostrou o animal agonizando de dor. Postada na internet, a gravação rapidamente se disseminou pelas redes sociais e contribuiu para que os canudos passassem a ser encarados como um dos grandes vilões do meio ambiente. Desde a divulgação do vídeo, visualizado até hoje 36 milhões de vezes no YouTube, o produto vem sendo banido de várias cidades ao redor do mundo.

Esse acontecimento tornou-se emblemático de um problema de grandes proporções que aflige o planeta: o consumo desenfreado de plásticos e a poluição gerada por seu descarte inadequado. Estima-se que 8,9 bilhões de toneladas de plásticos primários (ou virgens) e secundários (produzidos de material reciclável) já foram fabricados desde meados do século passado, quando os

plásticos começaram a ser produzidos em escala industrial. Cerca de dois terços desse total, ou 6,3 bilhões de toneladas, viraram lixo, enquanto 2,6 bilhões de toneladas ainda estão em uso.

Esses dados integram o artigo *Production, use, and fate of all plastics ever made* (Produção, uso e destino de todo o plástico já feito), publicado na revista *Science Advances*, em julho de 2017. Considerado um dos estudos mais completos sobre o tema, ele foi liderado pelo físico Roland Geyer, da Universidade da Califórnia em Santa Bárbara.

Especialistas preocupam-se particularmente com o impacto da poluição por plásticos nos mares. Calcula-se que, a cada ano, mais de 8 milhões de toneladas de lixo produzidos desse material cheguem aos oceanos, provocando prejuízos à vida marinha, à pesca e ao turismo. Grandes aglomerações de plástico flutuante estão presentes em todos os oceanos – são os chamados giros. O maior deles, a Grande Mancha de Lixo do Pacífico, forma-se na altura do Havá e da Califórnia e se estende até o Japão (ver mapa na página 23).

“Um dos maiores problemas é a complexidade dos plásticos existentes nos oceanos. Estamos falando de redes de pesca, dos materiais usados na fabricação de roupas, nos produtos descartáveis, nos duráveis e *pellets* [pequenas esferas plásticas usadas como matéria-prima pela indústria]. Cada um deles usa polímeros específicos que afetam de forma diferente o ambiente e exigem soluções próprias”, declarou à *Pesquisa FAPESP* o cientista ambiental Marcus Eriksen, cofundador e diretor do 5 Gyres Institute, entidade com sede na Califórnia focada na redução da poluição plástica nos mares. “É até possível remover todo o plástico marinho, mas levaria tanto tempo e custaria tanto dinheiro que não valeria a pena”, diz Eriksen, considerado um dos maiores especialistas no tema. O custo do prejuízo para o ecossistema marinho, segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), é estimado em US\$ 8 bilhões por ano. E a tendência é que esse valor aumente.

As múltiplas faces do material

Existe quase uma centena de diferentes tipos de plástico, material que se tornou uma febre mundial a partir da metade do século passado

É difícil pensar na vida cotidiana sem a presença dos plásticos, embora eles sejam uma invenção relativamente recente. O primeiro, a resina sintética baquelite, foi criado apenas na primeira década do século XX, para substituir o marfim de elefantes e chifres e cascos de boi. Rígida, resistente ao calor e durável, ela é usada até hoje para fabricar tomadas, cabos de panela, ferramentas e telefones.

A indústria ganhou força nos anos 1930 com o surgimento do poliestireno, da poliamida (nylon é a principal marca) e de polímeros acrílicos, todos à base de petróleo. Mas foi a partir da década de 1950, com o fim da 2ª Guerra Mundial, que o material se popularizou. Tecidos de poliéster, lycra e nylon, mais baratos, fáceis de lavar e que dispensavam a necessidade de passar, começaram a competir com roupas de algodão e de outros tecidos naturais. O PVC, utilizado na fabricação de materiais de

construção, barateou processos desse setor e a resina de melamina-formaldeído começou a ser largamente empregada na produção de utensílios domésticos.

Os plásticos passaram a ser valorizados e associados a um novo estilo de vida, de uma sociedade direcionada ao consumo. Nas últimas décadas do século passado, a procura pelo material acelerou ainda mais graças à explosão de plásticos de uso único, embalagens descartáveis e sacolas plásticas. Esses produtos inundaram o mercado, substituindo principalmente bens manufaturados de uso pessoal e doméstico, feitos de outros materiais, como vidro, madeira, papel e metal.

Foi o que aconteceu, por exemplo, com as garrafas de PET, que, pouco a pouco, desbancaram as retornáveis de vidro. Brinquedos que antes eram fabricados de madeira passaram a ser confeccionados de resinas plásticas. E canudos, copos, pratos

e talheres descartáveis conquistaram o consumidor pela comodidade de não precisarem ser lavados – baratos, podiam ser jogados no lixo após o uso.

Hoje, o vasto universo dos plásticos – um material feito pela união de grandes cadeias moleculares chamadas polímeros, que, por sua vez, são formados a partir de moléculas menores, os monômeros – inclui quase uma centena de variedades e suas derivações. Eles se dividem em dois grupos. Os termoplásticos (80% dos plásticos consumidos) são maleáveis a altas temperaturas e recicláveis. Já os termorrígidos se decompõem ao aquecer e não são recicláveis mecanicamente.

A fabricação de embalagens, itens descartáveis que logo viram lixo, domina o setor. Em 2015, responderam por cerca de 36% do plástico produzido no mundo. O setor da construção consumiu 16% das resinas e a indústria têxtil 14%.

OS MAIS POPULARES

Conheça as principais resinas plásticas sintéticas e suas aplicações



Polietileno tereftalato (PET)

Garrafas, embalagens de cosméticos e alimentos, fibras têxteis



Polietileno de alta densidade (PEAD)

Frascos para detergente e óleo automotivo, tampas, sacolas de supermercado



Policloreto de vinila (PVC)

Tubulações de água e esgoto, brinquedos, perfis de janela, mangueiras



Polietileno de baixa densidade (PEBD)

Sacolas de supermercado, sacos de lixo, filmes para embalar alimentos



Polipropileno (PP)

Canudos, carpetes, peças automotivas, seringas descartáveis, caixas de bebida



Poliestireno (PS)

Potes para iogurtes e sorvetes, bandejas de supermercado, aparelhos de barbear



Outros*

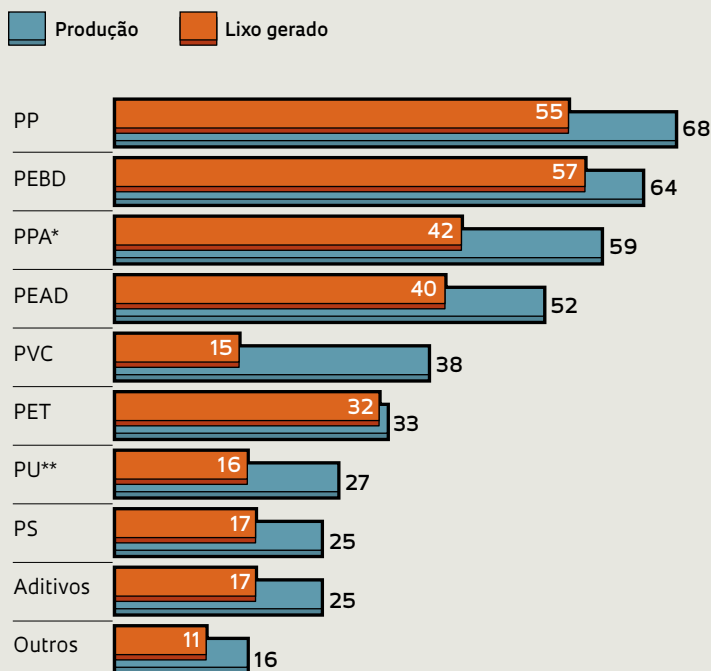
Solados de sapatos, autopeças, CDs, chinelos, eletrodomésticos, pneus

* Poliuretano (PU), acetato-vinilo de etileno (EVA), melamina-formaldeído, poliamida (PA), policarbonato (PC), acrilonitrila butadieno estireno (ABS)

FONTE PLASTIVIDA

MERCADO GLOBAL E GERAÇÃO DE LIXO

Polipropileno encabeçou o ranking mundial da produção; o polietileno de baixa densidade liderou o do descarte, em milhões de toneladas (2015)

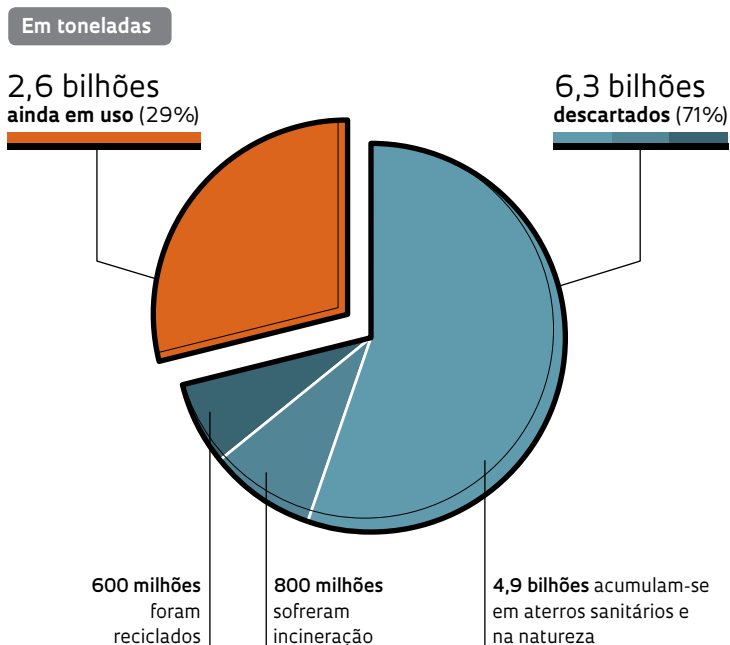


* Polilátamida, um tipo de poliamida **Poliuretano

FONTE PRODUCTION, USE, AND FATE OF ALL PLASTICS EVER MADE. SCIENCE ADVANCES. 2017

O destino do polímero

O mundo produziu 8,9 bilhões de toneladas de plásticos* desde 1950. Saiba onde elas terminaram



*Primário (virgem) e secundário (reciclado)

FONTE: PRODUCTION, USE, AND FATE OF ALL PLASTICS EVER MADE. SCIENCE ADVANCES, 2017

Uma das raízes do problema é a alta demanda da sociedade por plástico. Em 2016, a produção atingiu 396 milhões de toneladas; em 1950, foram colocados no mercado 2 milhões de toneladas. A fabricação de plástico virgem no século XXI equivale ao volume produzido nos 50 anos anteriores (ver infográfico na página 22). E as projeções indicam que, se o ritmo de crescimento não for contido, o mundo terá que acomodar cerca de 550 milhões de toneladas do material em 2030.

Não é difícil entender as causas do vertiginoso crescimento da produção desses polímeros originários principalmente de materiais fósseis, como petróleo, gás e carvão. “O plástico é um material leve, resistente e durável, que traz inovações para o desenvolvimento da sociedade”, afirma José Ricardo Roriz Coelho, presidente da Associação Brasileira da Indústria do Plástico (Abiplast), entidade que congrega 12,1 mil empresas e 323 mil empregados. “O uso de descartáveis na área da saúde, por exemplo, evita contaminação e transmissão de doenças. No setor automotivo, ele garante redução de peso dos carros e ganho de eficiência energética. Já as embalagens alimentícias servem para aumentar a vida útil de prateleira das comidas.”

“A sociedade estaria 200 anos atrasada se o plástico não tivesse sido inventado”, comple-

menta o engenheiro de materiais especialista em polímeros Luis Fernando Cassinelli, presidente da consultoria paulista Avantec BR Participações, focada em gestão de inovação. “O planeta não seria capaz de suportar a população atual e futura sem o plástico originado do petróleo. Os materiais sucedâneos, como vidro, metal ou papel, trariam problemas de outra natureza, entre eles aumento do consumo de energia ou de água.”

O físico Munir Salomão Skaf, do Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas (IQ-Unicamp), concorda que a versatilidade, o baixo custo e a estabilidade dos plásticos diante dos processos naturais de degradação o tornaram onipresente no mundo, mas ressalva: “Essas mesmas propriedades fazem dele um sério agente poluidor por não se degradar facilmente no ambiente”. Diretor do Centro de Pesquisa em Engenharia e Ciências Computacionais, um dos Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (Cepid) da FAPESP, Skaf trabalha para tornar mais fácil essa degradação. Ele participa, com o pós-doutorando Rodrigo Leandro Silveira, de um grupo internacional responsável pela criação de uma enzima que degrada mais facilmente plásticos, a PETase (ver reportagem na página 29).

A poluição por materiais plásticos, sustenta Skaf, é um grave problema ambiental e requer, para seu enfrentamento, três abordagens com-

FOTO: LÉO RAMOS CHAVES INFOGRÁFICO: ALEXANDRE AFFONSO



Garrafas plásticas acumulam-se às margens do canal do Porto de Santos (SP)

plementares: a drástica redução do uso, a substituição por novos materiais (com características similares ao plástico sintético) facilmente degradáveis e a destinação adequada dos resíduos, via coleta e reciclagem.

Produtos plásticos de uso único, aqueles com vida útil efêmera, são a maior preocupação dos ambientalistas, por serem descartados imediatamente após sua utilização. Entre 35% e 40% da produção atual é composta por esse tipo de material, nos quais se incluem copos, sacolas, canudos, embalagens e talheres descartáveis. Os demais são produtos de longa duração, uma gama diversificada de itens que vai de celulares a peças automotivas, de tubulações para água e esgoto a equipamentos médicos e de informática.

“Descartamos uma quantidade de plásticos de uso único a uma velocidade que a natureza não consegue absorver”, constata a especialista em gestão ambiental Sylmara Lopes Gonçalves Dias, da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH-USP). “Se tivermos materiais ou mesmo plásticos que tenham maior durabilidade e não sejam jogados fora tão rapidamente, vamos reduzir bastante a escala dos produtos descartados.”

Um problema é que na natureza os plásticos sintéticos levam um tempo excessivo para se degradar. Garrafas de água e refrigerantes feitas de PET (polietileno tereftalato) precisam de até 400 anos para se decompor, enquanto um copo de plástico permanece pelo menos 200 anos no ambiente.

Maior preocupação dos especialistas, os plásticos de uso único representam cerca de 40% da produção mundial

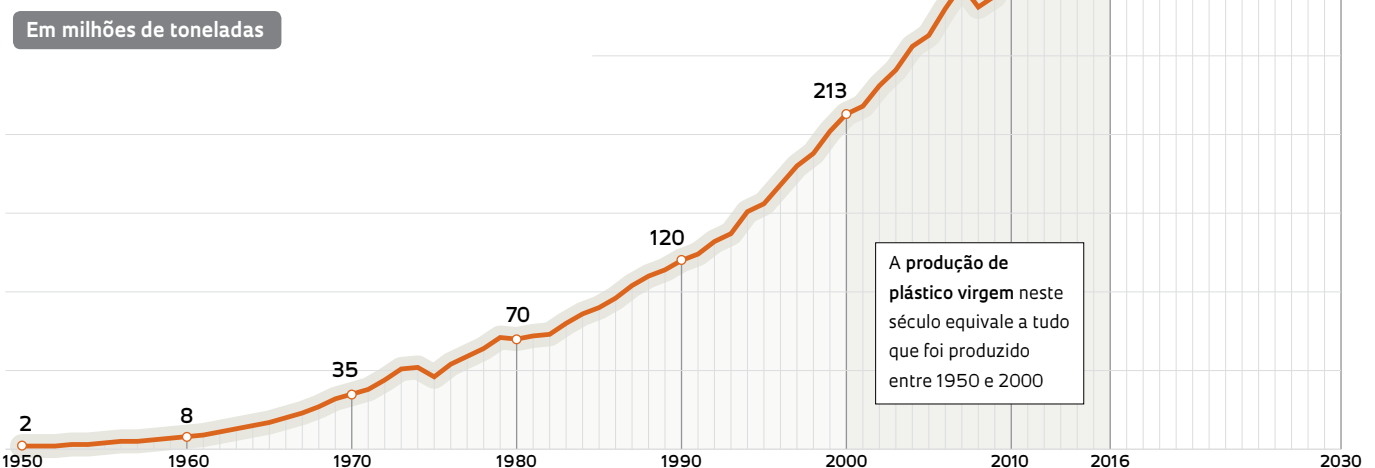
Por isso, dizem os estudiosos do tema, não é possível dissociar os impactos gerados pelo plástico no ambiente da gestão de resíduos nas cidades.

“Aproximadamente 80% do plástico achado nos mares vem de fontes terrestres. O restante tem origem em atividades humanas realizadas no próprio oceano. São contêineres que caem de embarcações, redes de pesca perdidas ou abandonadas e lixo de navios”, conta o especialista em ecologia e conservação marinha Alexander Turra, do Instituto Oceanográfico (IO) da USP. “No Brasil, parte importante do lixo que chega ao mar é gerado em áreas ocupadas irregularmente, como terrenos em morros e manguezais, onde não há oferta de serviço de coleta de lixo. É, portanto, um problema ligado à ocupação territorial irregular e que tem raiz essencialmente socioeconômica.”

Um estudo divulgado este ano pela organização não governamental WWF (Fundo Mundial para a Natureza) mostrou que, em razão da má gestão dos resíduos, um terço do lixo plástico produzido

Crescimento acelerado

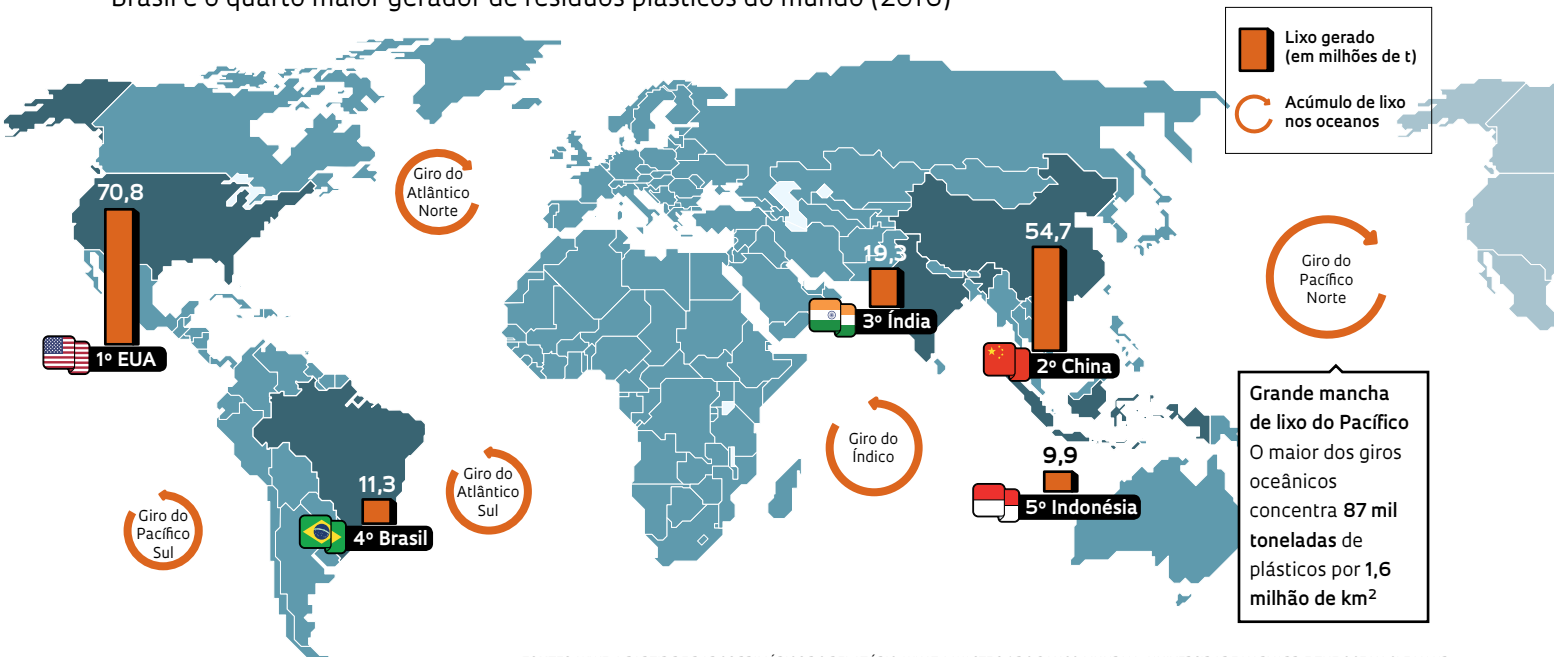
A produção global de plásticos pode chegar a 550 milhões de toneladas em 2030, volume 40% superior ao nível atual



FONTE: WWF E PRODUCTION, USE, AND FATE OF ALL PLASTICS EVER MADE. SCIENCE ADVANCES. 2017

O mapa do lixo

Brasil é o quarto maior gerador de resíduos plásticos do mundo (2016)



FONTES WWF, A PARTIR DE DADOS PRIMÁRIOS DO RELATÓRIO WHAT A WASTE 2.0 DO BANCO MUNDIAL, UNIVERSIDADE HARVARD E THE OCEAN CLEAN UP

anualmente no mundo polui a natureza. “Nossos solos, águas doces e oceanos estão contaminados com macro, micro e nanoplásticos. A cada ano, seres humanos ingerem cada vez mais nanoplástico a partir de seus alimentos e da água potável, e seus efeitos totais ainda são desconhecidos”, aponta o relatório “Solucionar a poluição plástica: Transparência e responsabilidade”.

SITUAÇÃO DO BRASIL

País com sérias deficiências na infraestrutura de saneamento básico, o Brasil sofre com esse tipo de poluição e, ao mesmo tempo, contribui para seu agravamento. De acordo com o WWF, o país foi o quarto maior produtor de lixo plástico do mundo em 2016, com 11,3 milhões de toneladas, superados apenas por Estados Unidos, China e Índia (*ver infográfico acima*). A maior parte dos resíduos gerados no país, 10,3 milhões de toneladas ou 91% do total, foi coletada pelo serviço de limpeza urbana, mas somente 145 mil toneladas, equivalente a 1,28%, foram encaminhadas para reciclagem. Esse é um dos menores índices do mundo e bem abaixo da média global, de 9%, segundo a ONG ambientalista, que utilizou em seu relatório dados primários do estudo *What a waste 2.0*, do Banco Mundial, lançado em 2018.

A indústria do plástico faz ressalvas a esses números. “A base de dados utilizada pela WWF está errada, tanto no que diz respeito à quantidade de plástico reciclado quanto ao volume de lixo produzido no país”, diz o engenheiro químico Miguel Bahiense Neto, presidente da Plastivida –

Instituto Socioambiental dos Plásticos, entidade mantida pelas empresas do setor. De acordo com ele, o consumo de produtos plásticos no país foi de 6,1 milhões de toneladas em 2016. Desse total, 33% são produtos de vida curta, de até um ano, que são rapidamente descartados, categoria na qual estão classificadas embalagens, garrafas, copos e sacolas. “O volume de plástico descartado no país corresponde a 20% do total divulgado no relatório do WWF”, afirma Bahiense.

Gabriela Yamaguchi, diretora de comunicação e engajamento do WWF-Brasil, explica que o resultado da indústria é distinto do apresentado pela ONG porque parte de base de dados diferentes – o do WWF foca na estimativa do vazamento de lixo plástico na natureza a partir de dados coletados em 2016 pelo Banco Mundial. Ela ressalta, no entanto, que os resíduos plásticos produzidos em determinado ano não se limitam exclusivamente aos materiais de uso único descartáveis fabricados naquele período – como sugere Bahiense. “Plásticos de longa duração colocados no mercado no passado serão descartados em algum momento, elevando o volume de lixo gerado naquele ano”, diz Yamaguchi.

A Plastivida e a Abiplast também contestam os dados relativos à reciclagem. De acordo com elas, 550 mil toneladas de plásticos foram recicladas em 2016. “Se tomarmos o volume reciclado por ano e compararmos com o que efetivamente é consumido de embalagens e equiparáveis no Brasil, temos um índice de reciclagem de 25,8%”, informaram as duas entidades em nota. Comparando-se, entre-

tanto, o volume reciclado com o consumo total de plástico no ano, o índice cai e fica próximo a 9%.

Apesar da assimetria entre os levantamentos, todos concordam que ainda é baixo o volume de plástico reciclado no país. E essa é uma das formas para enfrentar o problema. “O Brasil tem que investir na implementação de políticas que promovam as técnicas de reciclagem e a economia circular, envolvendo todos os atores da cadeia, como grandes produtores de resinas e insumos, indústrias de transformação [que fabricam os produtos plásticos], revendedores e consumidores”, opina o engenheiro químico José Carlos Pinto, do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Coppe-UFRJ). Economia circular é um conceito fundamental na reutilização, recuperação e reciclagem de materiais pós-uso.

Para o presidente da Abiplast, José Ricardo Roriz Coelho, esse é o caminho a ser seguido. “A coleta seletiva e a reciclagem são essenciais para a resolução do problema da poluição ambiental, mas essas frentes ainda enfrentam empecilhos, como a tributação do setor, a baixa oferta de matéria-prima e o alto custo logístico para o transporte do material. Para reverter esse quadro, a indústria da reciclagem precisa ser incentivada e valorizada”, destaca o executivo. Em outras palavras, o processo ainda permanece não lucrativo em larga escala e atrai poucos interessados.

Pesquisadores e ambientalistas concordam com a importância do fortalecimento da economia circular, mas afirmam que a reciclagem não é uma solução mágica para os desafios do lixo plástico.

“Não é possível enfrentar o problema olhando apenas para o pós-consumo. Há plásticos que não são naturalmente recicláveis. Polímeros aditivados e embalagens compostas, feitas de plástico e metal, muito usadas em alimentos, não são reciclados mecanicamente, assim como itens contaminados e de baixo valor”, explica Yamaguchi, do WWF. Além da reciclagem mecânica, a mais usada no Brasil e no mundo, existem outros dois tipos, a química e a energética, adotadas principalmente em países desenvolvidos.

Por isso, defende Sylmara Dias, da EACH-USP, é importante trabalhar também no início da cadeia produtiva, focando em produtos com design amigáveis ao ambiente. “Precisamos de uma política pública que condicione os fabricantes a aprovar o design e os materiais usados em novas embalagens, antes de seu lançamento, garantindo que não tenham potencial poluidor”, afirma Dias. “Ao mesmo tempo, é preciso investir em novas soluções, como materiais biodegradáveis de origem biológica, que a natureza consiga naturalmente regenerar.” ■

Projetos

1. Centro de Engenharia e Ciências Computacionais (nº 13/08293-7); **Modalidade** Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (Cepid); **Pesquisador responsável** Munir Salomão Skaf (Unicamp); **Investimento** R\$ 23.737.036,75.

Há mais de 700 auxílios à pesquisa e bolsas concedidas pela FAPESP sobre o tema. Ver bv.fapesp.br/47942.

Artigo científico

GEYER, R. *et al.* Production, use, and fate of all plastics ever made. **Science Advances**. 19 jul. 2017.

Um polímero versátil

Alguns benefícios que o plástico oferece à sociedade difíceis de serem substituídos

CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS

O desperdício de alimentos responde por um terço das emissões de gases de efeito estufa no mundo. Embalagens plásticas combatem o desperdício, ajudando a evitar a deterioração dos alimentos e garantindo sua qualidade e segurança

FABRICAÇÃO DE ROUPAS

Cerca de 60% das roupas produzidas no mundo são de tecidos sintéticos, feitos de plásticos. Vestir a humanidade apenas com fibras naturais seria um grande desafio

CARROS MAIS LEVES

Cada 150 quilos a menos no peso de um automóvel faz com que ele rode 1 quilômetro (km) a mais por litro de combustível. Os carros de hoje têm, em média, 200 quilos de plástico em sua estrutura, que substituem 1 tonelada de metal. Os 800 kg a menos resultam em um ganho de 5 km a mais por litro consumido

SAÚDE HUMANA

O aumento da longevidade é atribuída, entre outros fatores, ao desenvolvimento

de vacinas e ao controle de infecções hospitalares. Plásticos descartáveis tiveram papel fundamental nesse segundo tópico

MENOS EFEITO ESTUFA

A decomposição de embalagens biodegradáveis, como as fabricadas de amido, gera dióxido de carbono (CO₂), gás responsável pelo efeito estufa. Plásticos armazenados em aterros sanitários aprisionam CO₂, evitando que sejam liberados na atmosfera e intensifiquem o problema