

Série em 2021: ()3ª; (x)2ª ou anterior

Título da redação: O Meio Ambiente em Descarte

A Terra está próxima ao colapso e infelizmente essa frase não é apenas mais uma entre diversas revistas sensacionalistas acerca do fim do mundo. Desde o início da Revolução Industrial se tem, por volta do século XVIII, a gênese da acelerada poluição planetária, com o aumento exponencial das indústrias, máquinas à vapor/carvão e o aumento do consumo [1]. Com isso, adentrando o século XXI, é possível perceber a enorme decadência ambiental presente na sociedade, devido à essa exploração exacerbada da natureza. Com a emissão em massa de gases de efeito estufa, tais como o dióxido de carbono (CO₂) e o metano (CH₄), o despejo irregular de metais pesados, como o mercúrio (Hg) e o chumbo (Pb), além dos descartes irregulares de lixo, o meio ambiente possui um grande alvo que sofre as consequências desses processos: os oceanos.

É evidente que os oceanos possuem a maior quantidade de vida animal, cobrindo cerca de 71% da superfície do planeta, com um importante papel na produção de oxigênio e no regulamento de chuvas, por isso, cuidar dele é cuidar da vida como um todo [2]. No entanto, o meio marinho está ameaçado pela ação do homem e seu principal poluente: os plásticos. Esse material é formado a partir da polimerização, ou seja, de reações químicas em matérias-primas orgânicas, geralmente com petróleo ou gás natural, e teve sua popularização durante a Segunda Guerra Mundial por sua gama de utilidades, seja nas fábricas ou no uso doméstico [3]. Pode ser composto por diferentes cadeias carbônicas derivadas de reações de polimerização e, por conta de sua enorme cadeia, sua degradação pode ser muito lenta.

Consoante à essa praticidade, se deu lugar ao caos ambiental. Atualmente, o uso do PVC, do polietileno e do polipropileno (principais plásticos produzidos [4]) não se limita apenas à certos produtos, mas tornou-se uma regra para toda e qualquer mercadoria, até mesmo em casos desnecessário, tal como apresentado na Figura 1, onde um abacate é acompanhado com 12 gramas de plástico que poderia ser evitado caso fosse vendido naturalmente, ou seja, sem o corte.

Figura 1 – Exemplo da irracionalidade do plástico



Fonte: do autor.

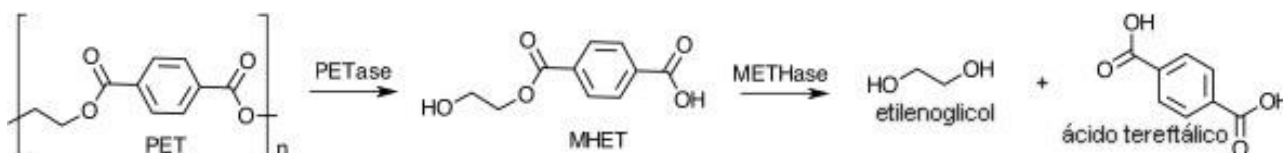
A priori, é necessário compreender o impacto do material aqui apresentado para entender a importância do debate proposto. A enorme produção de resíduos plásticos é jogada fora quando utilizada apenas uma vez, visto que apenas 1,2% são reciclados no Brasil [5]. Esse lixo, quando não

for despejado em aterros sanitários, acaba nos oceanos e lá permanece, em média, por 400 anos até ser totalmente decomposto [6], e essa lenta degradação resulta nos chamados microplásticos, isto é, partículas extremamente pequenas que contaminam a água e os animais. Isso se torna preocupante quando o oceano possui uma quantidade de plástico três vezes maior que o território da França, com cerca de 1,8 trilhão de peças espalhadas que liberam partículas a todo momento [7]. Não obstante, há também os problemas gerados em sua produção: os polímeros são derivados de combustíveis fósseis que, quando extraídos, contaminam o local atuando como poluentes.

A humanidade já está tendo contato com esses resíduos, principalmente por meio da alimentação e, segundo um estudo da BBC, cada indivíduo ingere mais de 100 mil fragmentos de plásticos todos os anos [8]. As consequências desse ato já estão sendo percebidas e estudadas, pois pode ocasionar obesidade, diversos tipos de câncer, puberdade precoce e até mesmo infertilidade [9]. Além disso, os microplásticos já estão causando um desequilíbrio ambiental com a redução da reprodução dos corais, dos zooplânctons e a morte de peixes, tartarugas, baleias e golfinhos que não conseguem digerir o material, gerando um outro desequilíbrio na cadeia alimentar [10]. Portanto, fica perceptível a necessidade de se combater o plástico encontrado na natureza.

Com base nessa preocupação, cientistas japoneses encontraram uma bactéria, denominada *Ideonella sakaiensis*, que utiliza os polímeros, principalmente o polietileno tereftalato (PET), como uma fonte de carbono/energia para viverem, ou seja, ela utiliza da enzima PETase para se alimentar dos plásticos produzidos pelo homem [11]. Após essa descoberta, essa mesma equipe combinou a PETase a outra enzima semelhante, a MHETase, que desconstrói os monômeros restantes deixados pelo primeiro processo, produzindo o etilenoglicol e o ácido tereftálico, conforme mostra a Figura 2 [12]. Em síntese, essa super enzima, apelidada de *Pacman*, decompõe o plástico em suas estruturas básicas e o consome em pouquíssimos dias, reduzindo significativamente esses resíduos.

Figura 2 – Atuação da enzima MHETase produzindo etilenoglicol e ácido tereftálico



Fonte: <https://phys.org/news/2017-03-synbio-bioremediationfighting-plastic-pollution.html>

Segundo John McGeehan, líder do estudo e diretor do Centro de Inovação de Enzimas da Universidade de Portsmouth, a bactéria é extremamente viável e uma das mais eficazes soluções para reduzir a poluição por plásticos na natureza [13]. Além disso, é importante relatar que os produtos dessa reação química também podem ser reaproveitados, pois o ácido tereftálico e o etilenoglicol podem alavancar economias energéticas nas indústrias, podendo ser utilizados na produção de novos plásticos sem a necessidade de mais matéria-prima provinda do petróleo, como o PET, a partir de uma reação de polimerização de condensação [14]. A necessidade agora é

ampliar os estudos sobre essa bactéria e torná-la uma realidade em larga escala no combate à poluição dos oceanos.

Além disso, é necessário pautar uma alternativa ao uso de plásticos desnecessários, como exemplificado na Figura 1, pois se torna irracional remover os resíduos já produzidos e continuar produzindo mais plásticos que não recebem um uso adequado. É com essa ideia que pesquisadores da Universidade de São Paulo criaram um “plástico” biodegradável produzido a partir do amido de mandioca. O gás ozônio (O₃) processa o amido e melhora as suas propriedades, transformando-o em um material resistente, transparente e extremamente moldável, tal como o plástico atual, possibilitando a criação de embalagens “verdes” que não agredem o meio ambiente [15]. Vale destacar que os plásticos são importantes na sociedade e não devem ser trocados por completo, mas diminuir sua produção e limitá-lo a certos materiais de modo coerente é necessário para a manutenção do impacto antropológico nos oceanos.

Também é possível reciclar materiais para seu uso, tal como vidro, papel e alumínio. Esse processo não é bom apenas para reaproveitar o que já fora produzido, mas também para produção de energia, como acontece atualmente na Suécia, onde as usinas “*Waste to Energy*” utilizam da incineração para gerar energia a partir do vapor produzido. Com essa tecnologia, os suecos conseguem reciclar 99% do lixo e tornar os lixões a céu aberto obsoletos [16]. Outra usina utilizada que é muito importante são as chamadas “*Upcycling*”, que transformam os dejetos humanos/animais, por meio de ações microbianas, em biogás. Ou seja, a partir do esgoto humano, que seria descartado em algum lago ou rio, se transforma em energia que pode ser utilizada nos meios automobilísticos, tal como ocorre em Estocolmo onde coletivos públicos utilizam essa tecnologia em oposição ao uso de combustíveis à base de petróleo [17].

Em suma, há inúmeras mudanças que devem ser feitas para diminuir o impacto humano na natureza e a química é uma das ciências que nos oferece muitos avanços nessa área. São necessárias mudanças radicais no desenvolvimento atual da humanidade para que tenhamos a possibilidade de continuar vivendo e possuir um século XXII, e isso passa pela preservação dos oceanos tanto quanto a preservação do meio ambiente de modo geral. Essas alterações no estilo de vida perpassam uma ideia individual, como parar com o uso de canudos, pratos, copos e objetos cotidianos de plásticos, mas também devem alcançar uma coletividade, por meio de ações governamentais eficientes para serem atingidos avanços reais na preservação ambiental [18].

É necessário um investimento em soluções através da ciência, como a produções das enzimas apresentadas (PETase e MThase) e outras para a limpeza dos plásticos nos oceanos, a fim de que a presença de microplásticos não cause a morte de animais marinhos e problemas de saúde, tais como apresentados anteriormente. Também é imprescindível pautar alternativas aos plásticos nas mercadorias, como embalagens biodegradáveis, para cessar a dependência dos combustíveis fósseis, que lançam gases poluentes na atmosfera numa proporção muito maior que os biocombustíveis e causam ainda outros problemas ambientais, como a acidificação dos oceanos.

Conforme o filósofo Sêneca, “Para a ganância, toda a natureza é insuficiente” e, por isso, há uma grande necessidade em mudar a ideia de exploração infinita enquanto a natureza possui recursos finitos, essa ruptura metabólica contraditória pode levar ao fim da raça humana e de todo o planeta com a simples cobiça de acumulação. Se a meta é que gerações futuras vivam bem, mudanças radicais precisam ser tomadas o quanto antes, e a ciência e tecnologia podem contribuir significativamente para alcançar essas mudanças.

Referências Bibliográficas:

- [1] Site: <<https://akatu.org.br/estudo-reforca-associacao-entre-aquecimento-global-e-revolucao-industrial/>> acessado em 18/04/2021
- [2] Site: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/oceanos.htm>> acessado em 18/04/2021
- [3] Atlas do Plástico: fatos e números sobre o mundo dos polímeros sintéticos. Rio de Janeiro: Heinrich Böll Stiftung, 2020. 62 p.
- [4] Site: <<https://www.injecaoedepasticos.com.br/quais-sao-os-plasticos-mais-utilizados/>> acessado em 18/04/2021
- [5] Site: <<https://g1.globo.com/natureza/noticia/2019/03/04/brasil-e-o-4o-maior-produtor-de-lixo-plastico-do-mundo-e-recicla-apenas-1.ghtml>> acessado em 21/04/2021
- [6] Site: <<https://www.ecycle.com.br/8207-tempo-de-decomposicao-do-plastico.html>> acessado em 21/04/2021
- [7] Site: <<https://exame.com/ciencia/ilha-de-plastico-no-pacifico-tem-quase-tres-vezes-o-tamanho-da-franca/>> acessado em 21/04/2021
- [8] Site: <<https://www.bbc.com/portuguese/geral-48518601>> acessado em 24/04/2021
- [9] Site: <<https://veja.abril.com.br/saude/a-relacao-de-plasticos-e-pesticidas-com-cancer-e-infertilidade/>> acessado em 24/04/2021
- [10] ALVAREZ, L. D. G. *et al.* Efectos de los microplásticos en el medio ambiente: un macroproblema emergente. **Revista de Ciencia y Tecnología**, [s. l.], v. 33, p. 100-107, 2020.
- [11] SON, H. F. *et al.* Rational Protein Engineering of Thermo-Stable PETase from *Ideonella sakaiensis* for Highly Efficient PET Degradation. **Acs Catalysis**, [s. l.], v. 9, n. 4, p. 3519-3526, 11 mar. 2019. American Chemical Society (ACS).
- [12] KNOTT, B. C. *et al.* Characterization and engineering of a two-enzyme system for plastics depolymerization. **Proceedings Of The National Academy Of Sciences**, [s. l.], v. 117, n. 41, p. 25476-25485, 28 set. 2020. Proceedings of the National Academy of Sciences.
- [13] Site: <<https://www.hypeness.com.br/2020/10/cientistas-desenvolvem-enzima-capaz-de-degradar-plastico-pet-em-dias/>> acessado em 24/04/2021
- [14] BORNSCHEUER, U. T. *et al.* Feeding on plastic. **Science**, [s. l.], v. 351, n. 6278, p. 1154-1155, 10 mar. 2016. American Association for the Advancement of Science (AAAS).
- [15] Site: <<https://jornal.usp.br/ciencias/ciencias-ambientais/engenheiros-da-usp-criam-plastico-biodegradavel-feito-de-mandioca-transparente-e-resistente/>> acessado em 25/04/2021
- [16] Site: <<https://www.hypeness.com.br/2017/11/como-a-suecia-consegue-reciclar-99-do-lixo-que-produz/>> acessado em 25/04/2021
- [17] Site: <<https://healingearth.ijep.net/pt/boas-vindas/o-futuro-dos-nossos-recursos-sustentabilidade-e-inovacao>> acessado em 25/04/2021
- [18] Site: <<https://tribunemag.co.uk/2021/04/paper-straws-are-not-enough>> acessado em 25/04/2021