

Os Plásticos Biodegradáveis e Compostáveis e as suas Diferenças com os Oxibiodegradáveis para o Meio Ambiente

Os **plásticos** são polímeros sintéticos que se transformam facilmente em diversos objetos do nosso cotidiano quando aplicado calor e pressão. Um polímero é uma macromolécula de várias subunidades repetidas de monômeros. Alguns exemplos de polímeros sintéticos são tereftalato de polietileno (PET), poliestireno (PS), polietileno de baixa densidade (PEBD), polietileno de alta densidade (PEAD) policloreto de vinila (PVC) e polipropileno (PP). Eles são atrativos para várias aplicações devido a suas características únicas, como a densidade relativamente baixa, simples processamento, estabilidade química e propriedades mecânicas.¹ No entanto, a durabilidade dos plásticos também exerce a sua maior ameaça ambiental.

A degradabilidade de um material plástico depende da presença e acessibilidade dos grupos hidrolisáveis da cadeia principal. Muitos polímeros possuem cadeias poliméricas hidrofóbicas de pesos moleculares altos.² Mesmo na presença de água, como pela ação de chuva ou quando são lançadas em rios e mares, os plásticos convencionais não se degradam no meio ambiente. Segundo o UNEP (*United Nations Environment Programme*), os materiais plásticos representam 85% dos resíduos que chegam nos oceanos.³ O descarte é muitas vezes inadequado e a maioria nem pode ser reciclada. Em 2019, apenas 9% dos 353 milhões de toneladas de resíduos plásticos do mundo foram reciclados, conforme a OECD (*Organisation for Economic Co-operation and Development*).⁴

Os plásticos podem ser divididos em termoplásticos e termorrígidos que são **recicláveis** a alta temperaturas e **não recicláveis**, respetivamente. Embora uma fração dos plásticos convencionais possam ser recicláveis, o destino de boa parte deles são aterros sanitários, onde levarão dezenas ou centenas de anos para se degradar. Segundo a OECD, estima-se que 19% dos resíduos plásticos produzidos no mundo são incinerados, 50% vão para aterros e 22% escapam dos sistemas de gestão de resíduos e vão para lixões não controlados, são queimados ao ar livre ou acabam em ambientes terrestres, ou aquáticos.² O descarte incorreto do plástico é um grave

problema ambiental e, na cadeia alimentar, pode causar sérios problemas para a saúde humana.

Uma estratégia utilizada para acelerar a fragmentação do material plástico é a adição de um aditivo capaz de catalisar parcialmente as longas cadeias poliméricas. Esse catalisador pode diminuir consideravelmente o tempo de degradação dos polímeros quando exposto a estresse de manuseio, oxigênio, incidência solar de raios ultravioleta, calor e umidade. Os **plásticos oxibiodegradáveis** utilizam compostos convencionais da produção de plásticos, como o PE e PP, e possuem na sua composição um catalisador, como cobalto (Co), ferro (Fe), e manganês (Mn).⁵ A incorporação desses aditivos acelera a oxidação dos polímeros em moléculas menores, aumentando a área superficial do material para a degradação e dispersando melhor em água. Assim, os polímeros de menor massa molecular podem ser biodegradados por microrganismos existentes no meio ambiente. A fragmentação dos plásticos oxibiodegradáveis pode levar 18 meses, sendo muito mais rápida do que os plásticos convencionais. Como o descarte de resíduos plásticos são realizados diariamente de modo incorreto, o material oxidegradável pode permanecer no meio ambiente na forma de microplásticos, invisíveis a olho nu, por tempo suficiente para gerar alterações nos ecossistemas oceânicos, desaparecimento de espécies e contaminação de alimentos de origem marinha.

Recentemente, a União Europeia proibiu o uso de plásticos oxidegradáveis devido a uma falta de evidências consistentes sobre a velocidade de degradação no ambiente e teme interpretações equivocadas dos consumidores.⁶ Além disso, a Comissão não identificou nenhuma vantagem ambiental comprovada dos plásticos oxidegradáveis em relação aos plásticos convencionais, além de gerar preocupações com a rápida fragmentação em microplástico. Atualmente, as normas internacionais referentes aos oxibiodegradáveis são a ASTM D-6954-4 dos Estados Unidos, BS 8472 da Inglaterra e a AFNOR ACT51-808 da França. Essas normas contemplam critérios para ensaios de degradação, biodegradação e ausência de resíduos nocivos.

¹Aravamudhan, A.; Ramos, D.M.; Nada, A.A.; Kumbar, S.G. Natural Polymers, Elsevier Inc., 2014.

²Scott, G. Degradable Polymers: Principles and Applications, 2nd ed., Kluwer Academic Publishers, 2002.

³UNEP. From pollution to solution: a global assessment of marine litter and plastic pollution, 2021.

⁴OECD, Plastic pollution is growing relentlessly as waste management and recycling fall short, says OECD: www.oecd.org/newsroom/plastic-pollution-is-growing-relentlessly-as-waste-management-and-recycling-fall-short.htm

⁵Koutny, M. Lemaire, J. Delort, A.M. Biodegradation of polyethylene films with prooxidant additives. *Chemosphere*, 64, 2006.

⁶Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. A European Strategy for Plastics in a Circular Economy. COM/2018/028 final.

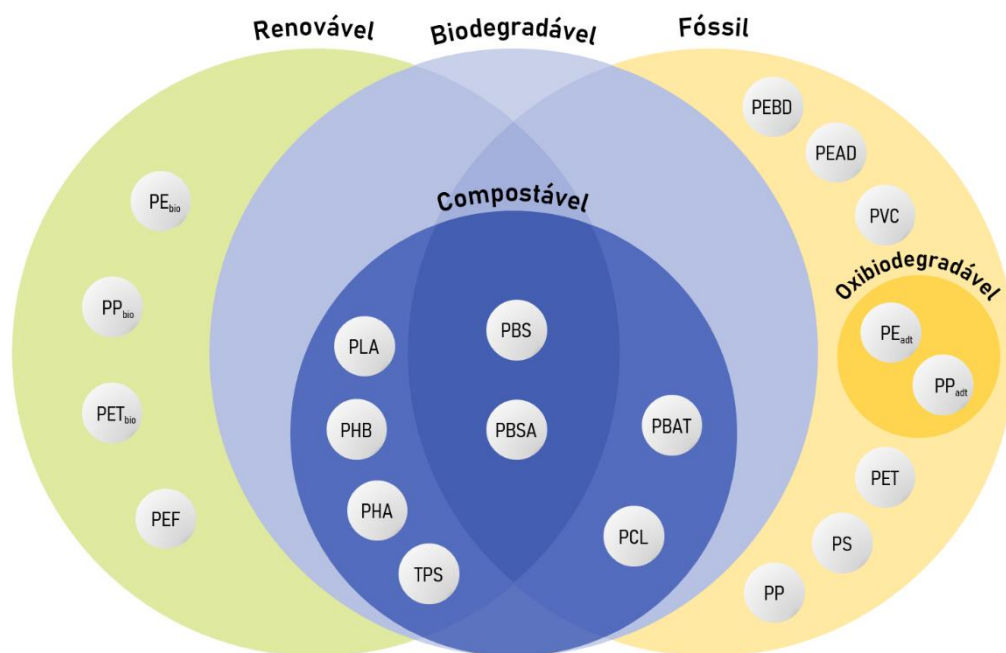


Figura 1. Classificação dos principais polímeros utilizados no desenvolvimento de materiais plásticos.

Os **plásticos biodegradáveis** são os materiais que podem ser transformados em moléculas menores, como água, gás carbônico e biomassa, a partir de microrganismos aeróbicos e anaeróbicos sob condições adequadas de temperatura, umidade, luz, oxigênio e nutrientes. Embora a biodegradabilidade também aconteça nos plásticos oxibiodegradáveis, a principal diferença é o tempo que ele leva para ser degradado completamente pela ação microbiana. Os plásticos biodegradáveis se decompõem em semanas ou meses. Como a maioria dos resíduos não são descartadas adequadamente, os plásticos biodegradáveis são uma opção melhor ao meio ambiente. Dentro desse grupo, se encontra os **plásticos compostáveis**, sendo aqueles que se desintegram 90% da sua composição em 180 dias numa instalação de compostagem municipal ou industrial e cerca de 10% do material sólido será biodegradados em seis meses na forma de humos sem a presença de compostos tóxicos. Esses parâmetros precisam corresponder com as normas internacionais, como ASTM D6400 dos Estados Unidos e EN 13432 da União Europeia.

Além dos efeitos colaterais adversos dos polímeros sintéticos aos agentes biológicos, a produção de plásticos convencionais de **base fóssil**, ou petroquímica, não é sustentável.⁷ O desenvolvimento de novas tecnologias para a síntese de polímeros a partir de **base renovável**, e/ou biodegradável, pode ser uma solução para a dependência da indústria de plásticos em relação ao petróleo e o descarte de resíduos plásticos. Os plásticos verdes ou **bioplásticos** podem ser feitos de compostos de celulose e amido, como amido termoplástico (TPS – *thermoplastic starch*), ou ainda sintetizados de outros **biopolímeros**, como o poliácido láctico (PLA), polihidroxibutirato (PHB) e polihidroxialcanoato (PHA).

Também existem os biopolímeros similares aos de fonte petroquímica, mas produzidos a partir de fontes renováveis, como PE, PP e PET. No entanto, nem todos biopolímeros são biodegradáveis. Muitos biopolímeros sintéticos ainda são não biodegradáveis, como PE, PP, PET e polietileno furanoato (PEF), e muitos polímeros biodegradáveis ainda são não renováveis, como policaprolactona (PCL) e polibutileno adipato-co-tereftalato (PBAT). Pois a biodegradabilidade está correlacionada diretamente com a estrutura química dos polímeros, enquanto a renovabilidade é devido à origem dos monômeros.⁸

Em economia circular, os biomonômeros para substituir convencionais materiais de base fóssil reduziram a pegada de carbono e as emissões de gases do efeito estufa, mas ainda causaria geração de microplásticos. Enquanto polímeros biodegradáveis diminuiriam o acúmulo de resíduos, mas ainda dependeriam de petróleo como matéria-prima. Portanto, biopolímeros biodegradáveis e compostáveis são fundamentais para uma alternativa mais sustentável e ecologicamente amigável. A **figura 1** mostra as principais classes de materiais plásticos para mitigar os problemas ambientais, sendo que os polímeros compostáveis pertencem a um grupo característico.

Assim, a ERT (*Earth Renewable Technologies*) desenvolve compósitos biodegradáveis atendendo padrões internacionais de compostabilidade estabelecidos pela ASTM D6400 e EN 13432. E sempre buscando utilizar as melhores opções de materiais bioplásticos e especializando em ligar polímeros biodegradáveis para atender aos requisitos de desempenho de peças específicas do cliente.

⁷Thompson, R.C.; Moore, C.J.; Saal, F.S.V.; Swan, S.H., Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends, *Philosophical Transactions of the Royal Society B, Biological Sciences*, 36, 2009.

⁸Magalhães Jr, A.I.; Soccol, C.R.; Camara, M.C.; Aulestia, D.T.M.; Vandenberghe, L.P.S.; de Carvalho, J.C. Challenges in the production of second-generation organic acids (potential monomers for application in biopolymers). *Biomass and Bioenergy*, 149, 2021.