

Título da Redação: Bioplásticos como alternativa aos polímeros sintéticos: uma análise dos impactos químicos e ambientais sob a perspectiva dos ODS 12 e 14.

Antes dos plásticos, muitos produtos eram feitos ou adornados com polímeros naturais, como o âmbar e a resina de laca. [1] Contudo, ao longo do tempo, novos materiais foram sintetizados aos poucos a partir de recursos naturais, como o estireno – que originaria mais tarde o poliestireno, por exemplo. Com esses avanços, em meados do século XIX, Alexander Parkes formulou um material moldável e impermeável derivado da celulose, nomeado parkesina. Apesar da inovação, seu produto não obteve tanta notoriedade devido ao custo de produção. Anos mais tarde, porém, John Wesley Hyatt aprimorou o experimento de Parkes e sintetizou o celuloide, muito utilizado para substituir o marfim em bolas de bilhar. [2]

No entanto, o primeiro avanço significativo na produção de polímeros sintéticos ocorreu em 1907, quando Leo Baekeland patenteou a baquelite, um fenol formaldeído obtido pela condensação de fenol (C_6H_5OH) com formaldeído (CH_2O), conforme: $n C_6H_5OH + n CH_2O \rightarrow [-C_6H_3(OH)-CH_2-]_n + n H_2O$. Essa reação resultou em um material termofixo pioneiro na comercialização em massa de plásticos sintéticos. Nas décadas seguintes, outros plásticos notórios foram desenvolvidos, como o PVC (Policloreto de Vinila) e o nylon, muito utilizados em setores de construção e de moda, respectivamente. [2]

Nesse sentido, os motivos para a popularização dos plásticos sintéticos são diversos. Inicialmente, foram apresentados como uma inovação para as indústrias que utilizavam recursos naturais escassos – como no caso do marfim. Todavia, com os avanços tecnológicos, os plásticos se tornaram em grande parte sintéticos, o que facilitou o controle laboratorial em resistência térmica.

Outrossim, durante a Segunda Guerra Mundial, houve aumento da demanda por materiais que fossem leves, duráveis e de baixo custo, principalmente no que diz respeito a componentes de aviões e revestimentos isolantes para cabos elétricos. Com isso, a produção de plásticos como o náilon foi impulsionada, tornando-se um símbolo de representação do futuro, além de apontar para um progresso tecnológico e cultural americano. [3]

Com o tempo, o plástico se tornou composição de itens comuns nas casas da população, de maneira a estar presente em meias, potes, vasos etc. [2,3] Entretanto, apesar de ser tido como durável no início, por ser produzido em massa e a baixo custo, tornou-se descartável em itens do dia a dia. [2,3]

O descarte de plástico tornou-se, pois, rotineiro entre a sociedade. O real problema disso deu-se pela maneira com a qual todo esse material não-renovável começou a ser descartado. Ao longo das décadas, percebeu-se presença de plásticos nos solos, nos rios, nas vegetações e, posteriormente, até em organismos vivos. [2,4] Quando descobertos, os microplásticos levantaram questões sobre qual o impacto devastador que o consumo de materiais sintéticos fomenta na litosfera. [5][6][8] Dentre as principais adversidades ligadas a esse descarte estão o sufocamento e prisão de animais – que confundem plástico com alimento –; o aumento e problemas fisiológicos relacionadas essa ingestão, como alteração hormonal; bloqueio do sequestro de carbono; e alteração de processos biogeoquímicos. [7,8,9]

Uma ideia para reduzir o número de plásticos produzidos e, consequentemente, a contaminação por microplásticos, é a substituição dos polímeros sintéticos pelo bioplástico. O bioplástico se assemelha ao plástico convencional por também ser um polímero, porém natural, que apresenta vantagens como: derivação de recursos renováveis e fácil degradação quando descartado, ou seja, se trata de um plástico biodegradável. Além disso, esse tipo de material pode apresentar diferentes características, como rigidez ou maleabilidade, dependendo do modo que é produzido.

Para exemplificar o que é esse material, foi realizado um experimento da síntese de um tipo de bioplástico. Esse experimento foi adaptado de protocolo simplificado com finalidade didática [10]. Essa amostra foi feita à base de água, gelatina, glicerina e pectina (e corante para melhor visibilidade), e foi formado, após uma secagem de 3 dias, um plástico biodegradável resistente, maleável, transparente e com aparência idêntica ao convencional. Esses componentes apresentam as seguintes funções: a gelatina é uma proteína e a pectina um polissacarídeo, ambos polímeros que dão estrutura e formam a rede polimérica da amostra, já a glicerina ($C_3H_8O_3$) atua como plastificante, reduzindo as interações intermoleculares entre as cadeias poliméricas e aumentando a flexibilidade do material, essa interação pode ser representada por: $-OH$ (polímero) $\cdots HO-CH_2-CHOH-CH_2OH$ (glicerina), a depender do polímero em que ocorrem as interações – pectina (Figura 1) ou gelatina (Figura 2).

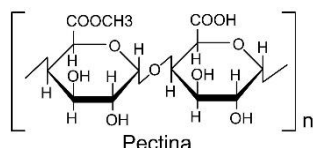


Figura 1: Fórmula estrutural da pectina [11].

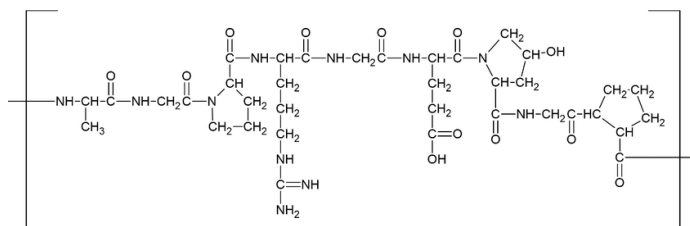


Figura 2: Fórmula estrutural da gelatina [12].

Os resultados foram positivos e apresentaram uma ampla gama de usos para o material como: embalagens de alimentos e afins (Figura 3), sacolas plásticas (Figura 4), e glitter (Figura 5).



Figura 3: Embalagem de bioplástico para alimentos.



Figura 4: Sacola de bioplástico.



Figura 5: Glitter de bioplástico.

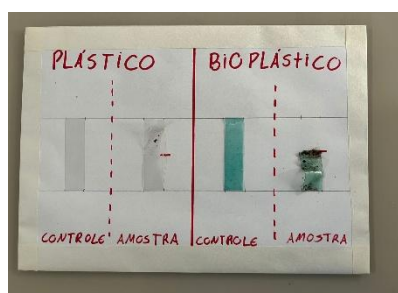


Figura 4: Experimento que mostra a degradação do bioplástico (à esquerda) em comparação com plástico convencional após apenas 5 horas enterrado nas mesmas condições.

Ademais, foi realizado uma análise experimental da degradação de uma pequena amostra de bioplástico em comparação com a amostra de plástico (Figura 6), ambas foram enterradas pela metade no mesmo solo úmido por 5 horas e se comportaram de maneiras extremamente diferentes, vale ressaltar que esse tempo e ambiente não são idênticos as condições ambientais reais, mas ainda demonstra a diferença dos dois compostos. Enquanto o plástico comum não sofreu alterações, o biodegradável apresentou indícios iniciais de degradação superficial, sem causar danos ao ecossistema, provando sua mais importante propriedade no quesito ambiental. Assim o polímero natural apresentou maior suscetibilidade à degradação em condições com umidade, comportamento associado à maior acessibilidade às ações microbianas [13] e presença de ligações hidrolisáveis - ligações covalentes suscetíveis à clivagem por ação de água, por meio de uma reação de hidrólise -.

Os resultados observados no experimento demonstram o potencial do bioplástico como alternativa aos polímeros sintéticos tradicionais, o que se relaciona diretamente com os objetivos estabelecidos pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODSs) da ONU. A utilização de materiais biodegradáveis pode contribuir para a redução do acúmulo de resíduos plásticos no

ambiente, especialmente nos ecossistemas marinhos, alinhando-se ao ODS 14 (Vida na Água), que busca proteger e gerenciar de forma sustentável os ecossistemas marinhos, garantindo a preservação dos mares e o uso responsável de seus recursos para o desenvolvimento global [14].

Somado a isso, a substituição dos plásticos convencionais pelos de derivação renovável favorece padrões de produção e de consumo mais sustentáveis, em consonância com a ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis) [15]. Outrossim, ao incentivar o desenvolvimento e a aplicação de novos materiais com menor impacto ambiental, pesquisas como esta também dialogam com a ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura), que promove a inovação, a industrialização e a infraestrutura sustentáveis [16].

Dessa forma, estudar e aplicar bioplásticos não apenas representa o avanço científico em materiais poliméricos, mas também oferece uma solução prática para reduzir o impacto ambiental do descarte de plásticos [17][18].

Portanto, percebe-se que, o longo tempo de degradação e os prejuízos ainda incertos da presença dos microplásticos nos seres vivos, como problemas hormonais, os tornam problemas de grave impacto para o ecossistema e sociedade. Além do mais, os polímeros convencionais possuem diversas limitações, dentre as quais podemos citar a inviabilidade da reciclagem do plástico para uma economia sustentável e circular [19]. Assim, apesar do potencial dos bioplásticos, sua viabilidade depende de fatores como condições de degradação, custo de produção e impacto agrícola, evidenciando que sua adoção deve ocorrer de forma estratégica e não como substituição irrestrita.

Para realizar tal transição, é necessário que governos promovam com incentivos fiscais, por exemplo, o uso de bioplásticos pelas empresas. Visto que, eles podem trazer impactos favoráveis ao longo prazo para as indústrias e o comércio, como o valor de mercado gerado pela sustentabilidade. Dessa maneira, será possível não somente evitar a contaminação do meio ambiente, como gerar um saldo financeiro positivo [20].

Além das vantagens econômicas, a substituição gradual dos polímeros convencionais pelos biodegradáveis tende a gerar impactos ambientais e sociais significativos [21]. Primeiramente, espera-se uma redução considerável da poluição no ambiente marinho, já que os bioplásticos apresentam maior capacidade de degradação e, conseqüentemente, menor persistência nos ecossistemas aquáticos, o que diminui a acumulação de microplásticos e o impacto das ações humanas na fauna marinha e na cadeia alimentar [22]. Socialmente, essa mudança pode promover maior conscientização sobre consumo responsável, ao incentivar tanto indústrias quanto consumidores a adotarem práticas sustentáveis [23][24].

Logo, os bioplásticos também abrem espaço para inovação tecnológica, estimulando a pesquisa científica, o desenvolvimento de materiais mais eficientes e processos industriais menos poluentes, contribuindo assim para a sustentabilidade e preservação ambiental [25].

Conclui-se que o estudo da Química e sua aplicação podem acarretar transformações socioeconômicas significativas para o bem-estar animal, ambiental e da sociedade. Visto que, a substituição do material utilizado em plásticos por um que se degrada facilmente, devido a sua composição, contribui para a mitigação do problema da presença de microplásticos nos ecossistemas marinhos e terrestres. Essa transição, aliada a políticas públicas e inovação tecnológica, pode contribuir significativamente para um modelo de desenvolvimento sustentável.

Referências:

[1] Site: <<https://reviberpol.org/wp-content/uploads/2019/07/2009-garcia.pdf>> Acesso em: 26 de março

- [2] Site: <<https://catalog-test.wustl.edu/search~S2?/dPlastics+in+medicine./dplastics+in+medicine/-53%2C-1%2C0%2CE/frameset&FF=dplastics+history&1%2C4%2C>> Acesso em: 26 de março
- [3] Site: <<https://catalog-test.wustl.edu/search~S2?/dPlastics+in+medicine./dplastics+in+medicine/-53%2C-1%2C0%2CE/frameset&FF=dplastics+history&1%2C4%2C>> Acesso em: 26 de março
- [4] Site: <<https://semil.sp.gov.br/educacaoambiental/prateleira-ambiental/bioplastico/>> Acesso em: 26 de março
- [5] Site: <<https://www.nature.com/articles/s44221-025-00475-y?proof=true>> Acesso em: 26 de março
- [6] Site: <<https://www.mdpi.com/2305-6304/13/7/564>> Acesso em: 26 de março
- [7] Site: <<https://link.springer.com/article/10.1186/s12302-025-01164-z>> Acesso em: 26 de março
- [8] Site: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s40974-025-00383-7>> Acesso em: 26 de março
- [9] Site: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969725014470>> Acesso em: 26 de março
- [10] Site: <https://www.youtube.com/watch?v=Lh_KwJcQT6k> Acesso em: 26 de março
- [11] Site: <<https://www.plantasyhongos.es/glosario/pectina.htm>> Acesso em: 26 de março
- [12] Site: <https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Representacao-da-estrutura-quimica-da-gelatina_fig21_340284688> Acesso em: 26 de março
- [13] Site: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X1630561X>> Acesso em: 26 de março
- [14] Site: <<https://www.idis.org.br/o-que-sao-ods-e-o-que-eles-tem-a-ver-com-impacto-social/>> Acesso em: 26 de março
- [15] Site: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/12>> Acesso em: 26 de março
- [16] Site: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/9>> Acesso em: 26 de março
- [17] Site: <<https://casacor.abril.com.br/pt-BR/noticias/sustentabilidade/bioplasticos-o-que-sao-tipos-como-usar>> Acesso em: 26 de março
- [18] Site: <<https://news.un.org/pt/story/2025/06/1849181>> Acesso em: 26 de março
- [19] Site: <<https://espacoecologico.com.br/industria-do-plastico-e-limitacoes-da-reciclagem/>> Acesso em: 26 de março
- [20] Site: <<https://fastercapital.com/pt/contente/Bioplasticos-explorando-as-vantagens-e-desvantagens-dos-bioplasticos.html>> Acesso em: 26 de março
- [21] Site: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34522811/>> Acesso em: 26 de março
- [22] Site: <<https://www.nature.com/articles/s44296-026-00096-w>> Acesso em: 26 de março
- [23] Site: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34530658/>> Acesso em: 26 de março
- [24] Site: <<https://revista.uemg.br/intercursosrevistacientifica/article/view/9963>> Acesso em: 26 de março
- [25] Site: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10098-025-03214-9>> Acesso em: 26 de março