

ESTUDO DE BIOPOLÍMEROS COMO UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL

Gabriel Gonçalves Marcheze, Felipe Rafael Gomes, Giovanna Marques Rios, Márcio Henrique Maranhão Maia, Daniela Santos Silva.

Colégio Técnico "Antônio Teixeira Fernandes", Rua Paraibuna, 78. Jardim São Dimas-12245-020-São José dos Campos-SP, Brasil, gabrielg.marcheze@gmail.com, feliperafaelgomes25@gmail.com, giovannarios216@gmail.com, profmarciochem@gmail.com, daniellass@univap.br.

Resumo

A utilização de biopolímeros, se comparados com os polímeros sintéticos, vem com o intuito de minimizar a geração de resíduos poliméricos, sendo uma das principais tendências no atual quadro industrial e ambiental. O presente artigo tem por objetivo apresentar a aplicação de bioplímeros, sobretudo o Policaprolactona (PCL), como uma alternativa sustentável, com base em revisões literárias e investigações físico-químicas. Este estudo foi realizado a partir de referências acadêmicas e revisões literárias de processos, como o Respirômetro de Bartha, para análise da biodegradabilidade dos biopolímeros. Dessa forma, a partir da análise bibliográfica de processos biodegradativos dos biopolímeros, foi possível avaliar a viabilidade e aplicabilidade dos mesmos em diversas áreas, gerando novas inovações e desenvolvimentos que atendam à demanda sustentável e ambiental nas condições vigentes.

Palavras-chave: Biodegradáveis. Sustentável. Resíduos poliméricos.

Curso: Técnico em Química.

Introdução

As significativas preocupações ambientais sobre o destino final dos resíduos sólidos, a sustentabilidade, a ecologia industrial, a biodegradabilidade e a reciclagem tornaram-se temas cruciais quando se pensa em novos materiais. O uso dos polímeros biodegradáveis para aplicações industriais tem atraído cada vez mais atenção ao longo das duas últimas décadas por duas razões principais: preocupações ambientais e a percepção de que nossos recursos petrolíferos são finitos (Siqueira *et al.*, 2017). Dessa forma, devido às suas propriedades biocompatíveis e biodegradáveis, o interesse crescente no desenvolvimento de polímeros no campo da biomedicina, por exemplo, tem impulsionado a produção de biopolímeros. Essas matrizes já são fabricadas em escala industrial e são estudadas principalmente por sua capacidade de transportar substâncias ativas no organismo (Farias *et al.*, 2016).

Estes polímeros são materiais degradáveis, em que a degradação resulta primariamente da ação de microrganismos, tais como fungos, bactérias e algas de ocorrência natural, gerando CO₂, CH₄, componentes celulares e outros produtos, segundo estabelecido pela "American Standard for Testing and Methods" (ASTM-D-833). São materiais que se degradam em dióxido de carbono, água e biomassa, como resultado da ação de organismos vivos ou enzimas (Franchetti; Marconato, 2006). O interesse nesses polímeros tem crescido nos últimos anos, uma vez que os mesmos têm sido considerados uma alternativa sustentável aos polímeros convencionais, como por exemplo, na agricultura. A biodegradação é uma solução muito promissora, uma vez que é menos agressiva ao meio ambiente, além de completar o ciclo de carbono e do nitrogênio (Medeiros; Lima, 2020). No campo da agricultura, como antes mencionado, o uso de biopolímeros é estudado para cobertura de solos, recipientes para plantas, auxílio nas técnicas de suplementação aos nutrientes do solo, vasos de mudas, agentes de liberação de agroquímicos e principalmente para a contenção de água nos solos (Carvalho; Camilloto, 2021).

Por meio de uma revisão bibliográfica, foi possível analisar testes e experimentos no qual avalia-se a biodegradabilidade do biopolímero Policaprolactona (PCL), primordialmente em processos no qual o Respirômetro de Bartha era utilizado para a análises dos dados obtidos. Os componentes, métodos e processos estudados incluem a comparação do PCL com polímeros convencionais e seus aspectos de semelhança e divergência como a biodegradação, impactos ambientais e custos.

Tendo em vista o uso excessivo de polímeros convencionais que são demasiadamente agressivos ao meio ambiente e que tem um longo período de degradação, esse artigo visa estudar a eficácia e

aplicabilidade de um biopolímero sendo uma alternativa mais sustentável e menos agressiva ao planeta com tempo reduzido de decomposição. De maneira geral, o presente artigo tem o objetivo de evidenciar que os polímeros biodegradáveis se destacam por sua ampla aplicação e suas notáveis características, como biocompatibilidade e biodegradabilidade, quando comparados aos polímeros tradicionais.

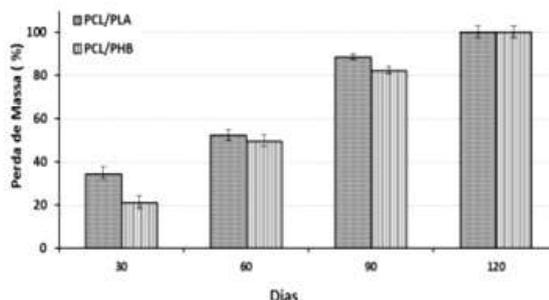
Metodologia

A metodologia do presente artigo estruturou-se em uma revisão literária, focando em análises de publicações sobre polímeros biodegradáveis, em especial o Policaprolactona (PCL), com o objetivo de explorar seu potencial como alternativas sustentáveis aos plásticos convencionais de artigos publicados nos últimos 18 anos. A pesquisa concentrou-se na alteração de polímeros sintéticos por biodegradáveis em diversas aplicações, visando a redução de impactos ambientais. Foram utilizados artigos científicos obtidos em diversas plataformas, como Google Acadêmico e SciELO, que abordam o uso de polímeros biodegradáveis em variadas implementações. A análise da literatura incluiu a avaliação de estudos que abordam testes físico-químicos dos polímeros, com foco na inspeção de parâmetros como tempo de decomposição e a quantidade de dióxido de carbono emitido durante o processo de degradação a partir do Respirômetro de Bartha. Ademais, para a realização da revisão literária, foram utilizadas estratégias de busca específicas, empregando-se palavras-chave selecionadas, tais como: "biodegradáveis", "resíduos" e "sustentável", a fim de obter resultados mais precisos de literaturas relacionadas ao tema proposto no qual se deu pelo período de março a agosto de 2024.

Resultados

De acordo com um estudo comparativo conduzido por Lemos *et al.*, sobre a biodegradabilidade de blendas, no qual utiliza-se de uma blenda de PCL/PLA e outra de PCL/PHB foi possível obter os seguintes resultados em relação a perda de massa:

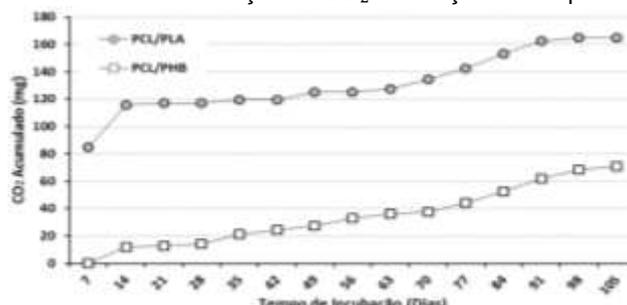
Gráfico 1 – Comparação da perda das massas das blendas de PCL/PLA e PCL/PHB.



Fonte: Lemos *et al.*, (2015).

Ainda no estudo de Lemos *et al.*, após uma análise detalhada da biodegradabilidade do PCL utilizando o Respirômetro de Bartha através do monitoramento da liberação de CO₂ dissolvido em hidróxido de potássio (KOH) foram submetidos os dados apresentados no Gráfico 2.

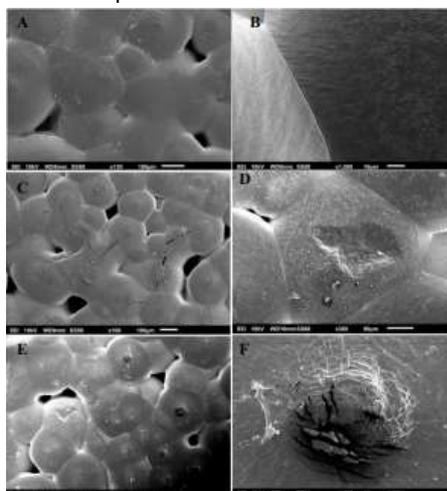
Gráfico 2 – Liberação de CO₂ em função do tempo.



Fonte: Lemos *et al.*, (2015).

Pode-se observar, sobretudo, que a biodegradação do polímero PCL, em comparação com outros polímeros, pode ocorrer de maneira mais acelerada, dependendo das condições de temperatura. No entanto, essa degradação apresenta particularidades que diferem dos resultados observados no Respirômetro de Bartha, conforme evidenciado na Figura 1.

Figura 1 - Comparativo das superfícies das amostras de PCL em sua degradação.



Fonte: Ferreira; Malmonge (2015).

Discussão

É coerente dizer que os polímeros convencionais são um grande fator de nocividade para o meio ambiente. Segundo Farias *et al.*, (2016) a decomposição dos plásticos sintéticos é um processo muito lento que pode durar até 500 anos, na medida que estes plásticos se degradam, quebram-se em partículas cada vez menores que são menos visíveis, mas que podem acumular-se nos ecossistemas.

No mesmo âmbito, Farias *et al.*, (2016) exemplifica que os polímeros biodegradáveis são materiais plásticos que apresentam propriedades semelhantes aos plásticos convencionais, mas com um tempo de degradação significativamente menor, o que pode ser uma solução para mitigar os problemas ambientais causados pelos plásticos sintéticos, sendo um grande diferencial dos polímeros naturais.

Os polímeros biodegradáveis são materiais que podem ser decompostos pela ação de microrganismos, como bactérias e fungos. Dito isso, o interesse por esses polímeros tem aumentado significativamente nos últimos anos, pois eles são vistos como uma solução promissora e sustentável para substituir os polímeros tradicionais. Dessa forma a decomposição do biopolímero está diretamente relacionada com a emissão de CO₂ do mesmo, e essa emissão mostra uma grande variabilidade de acordo com o tipo de blenda polimérica utilizada, o que está diretamente ligado com a velocidade que esse biopolímero se decompõe.

Portanto é correto afirmar que a análise da liberação de CO₂ é um processo essencial na classificação dos biopolímeros, em especial no PCL, essa emissão se mostra muito rápida com ele podendo estar totalmente decomposto no ambiente em aproximadamente 120 dias o que é um resultado extremamente positivo se comparado a alguns polímeros convencionais que podem durar até 500 anos no meio ambiente.

Conclusão

De acordo com os dados coletados, considerando a crescente importância ambiental, a utilização de biopolímeros emerge como uma alternativa para minimizar os impactos ambientais causados por polímeros, devido à geração de resíduos de difícil degradação. As pesquisas e métodos investigados inferem que os biopolímeros, em especial o Policaprolactona (PCL), se mostram eficazes e promissores quanto a sua aplicabilidade em múltiplos setores da indústria, como a biomedicina e agricultura, decorrente da comprovação das suas propriedades físico-químicas serem vantajosas para uma ampla

gama de aplicações, incluindo auxílio nas técnicas de cultivo e capacidade de transportar substâncias ativas no organismo.

Referências

CARVALHO, I. V.; Camilloto G. P. POLÍMEROS BIODEGRADÁVEIS NA AGRICULTURA. In: **Seminário de Iniciação Científica**, 25., 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.13102/semic.vi25.10107>>. Acesso em: 14 set. 2024.

FARIAS, S. S. *et al.* Biopolímeros: Uma Alternativa Para Promoção Do Desenvolvimento Sustentável. **Revista Geonorte**. Edição Especial 5, V.7, N.26, p.61-77, 2016. ISSN: 2237-1419. Disponível em: <<https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/2759/2495>>. Acesso em: 14 ago. 2024.

FERREIRA, F. A.; MALMONGE, S. M. DEGRADAÇÃO HIDROLÍTICA DE POLÍMEROS BIORREABSORVÍVEIS USADOS EM ENGENHARIA TECIDUAL: MECANISMO E CINÉTICA. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica**, 24., 2014, Uberlândia. São Carlos: ABE, 2015. DOI: 10.13140/RG.2.1.2754.5761. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/278242982_DEGRADACAO_HIDROLITICA_DE_POLIMEROS_BIORREABSORVIVEIS_USADOS_EM_ENGENHARIA_TECIDUAL_MECANISMO_E_CINETICA?channel=doi&linkId=557daa4a08aeb61eae2479a8&showFulltext=true>. Acesso em: 14 ago. 2024.

FRANCHETTI, S. M. M.; MARCONATO, J. C. Polímeros Biodegradáveis: Uma Solução Parcial Para Diminuir A Quantidade Dos Resíduos Plásticos. **Quim. Nova**, Vol. 29, No. 4, 811-816, 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/qn/a/QXT9wMDfVQ9PrhbVsp8b3Pc/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 14 ago. 2024.

LE MOS, A. L. *et al.* Estudo da biodegradabilidade de blendas contendo PCL, PLA e PHB. In: **Congresso Brasileiro de Polímeros**, 13., 2015, Natal, RN. São Carlos, SP: ABPol, 2015. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/237145>>. Acesso em: 14 ago. 2024.

MEDEIROS, K. M.; LIMA, C. A. P. Novas Tendências Sustentáveis: Os Biopolímeros E Os Polímeros Biodegradáveis. **Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências. V- Conapesc**. 2020, ISSN: 2525-3999. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conapesc/2020/TRABALHO_EV138_MD4_SA23_ID1194_11112020190404.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2024.

SIQUEIRA D. D., *et al.* Otimização da Funcionalização de um Polímero Biodegradável Utilizando Planejamento Fatorial. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v. 12, n. 3 192-198 ISSN: 1809-8797, 2017. Disponível em: <<http://www2.ufcg.edu.br/revista-remap/index.php/REMAP/article/view/635/436>>. Acesso em: 14 ago. 2024.

Agradecimentos

Gostaríamos de expressar nossa gratidão à professora Daniela e ao professor Márcio que contribuíram com ensinamentos para a realização deste artigo. Agradecemos especialmente ao Colégio Antônio Teixeira Fernandes – Colégio UNIVAP, pela oportunidade de realizar o curso técnico em química. Este artigo só foi possível graças ao esforço mútuo e compromisso dos envolvidos.