A IMPORTÂNCIA DOS POLÍMEROS E BIOPOLÍMEROS PARA SOCIEDADE

Cláudio Henrique Fonseca da Silva[1], Janyeid Karla Sousa[2]

[1]*Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Brasil. claudiohenriquefs@outlook.com*
[2]*Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Brasil.*

Resumo: No último século, o avanço tecnológico com o uso dos polímeros como material alternativo foi significante. Plástico, borrachas e fibras sintéticas revolucionaram diversos setores da indústria. O presente trabalho foi realizado a partir de revisões bibliográficas a fim de levantar seu desenvolvimento e impactos causados na sociedade, possibilitando novas aplicações, e concluir que, o desenvolvimento e aprimoramento dos polímeros foram de suma importância nos avanços tecnológicos hoje existentes.

Palavras-chave: Aplicações; Compósitos; Biocompósitos; Desenvolvimento; Polímeros;

INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica estimulou a busca por materiais alternativos nos diversos campos da indústria na busca de diminuir os custos de produção, sem perder o desempenho. Desta forma, pesquisas com polímeros das mais variadas fontes têm sido alvo de grande interesse no mercado tais como SILVEIRA (2012), POPAT, A.; LIU, J.; LU, G. Q. M.; QIAO, S. Z. (2012), PEREIRA, M. R.; MARQUES, J. S.; FONSECA, J. L. C. , (2014), OZTURK, B.; ARGIN, S.; OZILGEN, M.; MCCLEMENTS, D. J. (2015), RODRIGUES (2013), DE FARIAS (2016).

Nesta perspectiva, este trabalho de revisão bibliográfica versa sobre um levantamento da importância e a utilização dos polímeros. O artigo explana à cerca das buscas do emprego dos polímeros desde sua concepção, e expõe sua magnitude no desenvolvimento da indústria em diversas áreas de conhecimento.

MATERIAL E MÉTODOS

Para realização desse trabalho foi realizado uma pesquisa bibliográfica sobre compósitos a qual está embasada em livros, artigos e periódicos publicados sobre o uso de polímeros e biopolímeros com o intuito de explanar estudo acerca da área de ciência e tecnologia dos materiais na utilização destes compostos, e promover a sustentabilidade.

Como suporte para busca por artigos sobre a temática abordada foi utilizado a base de dados de artigos e periódicos da Scientific Eletronic Library Online (SciELO Brasil) e a plataforma Google Scholar. A pesquisa abrangeu tanto produções nacionais quanto internacionais entre 1998 – 2016.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia dos Polímeros

Elias Hage Jr (1998), fez um levantamento sobre os principais aspectos na história do desenvolvimento dos polímeros e suas consequências para a sociedade. O termo *polímero* foi criado pelo químico alemão J. Berzelius em 1832, na tentativa de criar um termo para diferenciar moléculas orgânicas que possuíam os mesmos elementos químicos, mas não necessariamente as mesmas propriedades químicas, como os gases etileno e buteno. Então o termo polímero foi utilizado para representar as moléculas de buteno como sendo constituídas de muitas (poli) unidades (meros) de etileno. Entretanto, o termo polímeros, como é conhecido atualmente, só veio a ser utilizado após 1922.

A borracha e a celulose tiveram papéis importantes no início da indústria de polímeros. O domínio da tecnologia de vulcanização da borracha natural possibilitou a fabricação dos pneus e câmaras de ar a partir de 1912. Já a celulose, com o processo de plastificação do nitrato de celulose, aplicados em itens tais como bolas de bilhar, dentaduras, escova de dente, pentes, dentre outros.

Apesar da industrialização de polímeros ter se iniciado no final do século passado, o conhecimento específico sobre a Ciência de Polímeros era ainda muito

incipiente. Em 1922 Hermann Staudinger, simulou o comportamento das macromoléculas de amido, utilizando polímeros sintéticos. Com esse experimento ele pode prever que as moléculas poliméricas poderiam se cristalizar, mesmo possuindo elevados pesos moleculares. Mesmo mostrando evidências experimentais sobre as características moleculares das substâncias poliméricas, Staudinger foi, [...] severamente criticado por importantes pesquisadores da época HAGE JR (1998). Sua contribuição só viria ser reconhecida em 1953, quando Staudinger ganhou o prêmio Nobel de Química.

Nos anos que se seguintes, técnicas de caracterização tais como Ultracentrifugação, Viscosimetria de Soluções e Espalhamento de Luz, puderam clarificar os aspectos sobre a Ciência de Polímeros, e com isso foi possível aprimorar técnicas de polimerização. Staudinger e Wallace H. Carothers foram os pioneiros no desenvolvimento das técnicas de polimerização HAGE JR (1998). Carothers dedicou-se ao estudo de policondensação, ao passo que Staudinger se dedicou ao estudo sobre poliadição.

Carothers foi contratado pela empresa DuPont em 1928, e dedicou seus primeiros anos na empresa estudando a síntese de poliésteres alifáticos. Mesmo desenvolvendo fibras destes poliésteres ele acabou desistindo da pesquisa pois a temperatura de fusão destes materiais era relativamente baixa HAGE JR (1998). Entretanto Carothers também estudou a síntese de poliamidas e em 1935 anunciou o desenvolvimento da síntese do Nylon 6,6.

O trabalho Carothers sobre a síntese de poliésteres só foi reconhecida quando em 1946 J.R. Whinfield anunciou que a condensação de etileno glicol e ácido tereftálico proporcionava um poliéster aromático com elevada temperatura de fusão, ou seja, o PET [...] HAGE JR (1998).

Karl Ziegler, em 1934 publicou um artigo empregando o iniciador lítio butílico para polimerizar butadieno, isto é, um composto organo-metálico como iniciador. Este advento foi o início do desenvolvimento de catalisadores estéreo-específicos para a síntese de poliolefinas tais como polietileno, polipropileno, etc HAGE JR (1998). Um fato curioso acerca da descoberta iniciada por Ziegler é que ele não estava interessado em sintetizar polímeros mas sim compostos organo-metálicos. Ao tentar realizar a reação entre trietil alumínio e hidreto de lítio para produzir tetra etil-lítio-alumínio, utilizou etileno como catalisador e quase que por acidente proporcionou a polimerização do etileno em baixas pressões HAGE JR (1998). Em 1954, G. Natta, tentou utilizar o mesmo tipo de catalisador para polimerizar propileno. Em 1963, Natta ganha o prêmio Nobel de química o dividindo com Ziegler devido a importante contribuição no desenvolvimento de catalisadores estéreo-específicos para sintetizar poliolefinas, que ficou conhecido como catalisadores do tipo Ziegler-Natta.

Comparado aos materiais comuns tais como metais e cerâmica, a história da Ciência e Tecnologia de Polímeros é bastante recente. Muitos desafios encontram-se em andamento nas áreas de C&T de polímeros, principalmente o desenvolvimento de propriedades que venham a ampliar sua aplicação em diversos campos tecnológicos HAGE JR (1998). Indústrias automotivas, eletro-eletrônicas e de embalagens continuam a substituição de materiais tradicionais por materiais poliméricos desenvolvidos com novas propriedades desejadas. HAGE JR (1998).

Biopolímeros e desenvolvimento sustentável

Silvana e coparticipantes (2016), com bases em pesquisa bibliográfica sobre polímeros, mostrou a viabilidade do uso de biopolímeros para promoção do desenvolvimento sustentável. Há um grande número de estudos com polímeros naturais, tendo em vista o universo de recursos que podem dar subsídios para essas atividades.

Silvana e seus colaboradores analisaram estudos interessantes, tais como PEREIRA (2014) com a produção de biocompósitos baseados no uso da palha de carnaúba, mostrando a viabilidade de filmes biodegradáveis; LIGOWSKI et al., 2015, analisou o uso de fibras vegetais de bagaço de cana-de-açúcar, no reforço de matrizes poliméricas recicladas, na aplicação e desenvolvimento de peças automobilísticas, esportivas, aeronáuticas.

Normalmente os interesses em preservação ambiental são deixados em segundo plano, quando há decisões que requerem investimentos e ou/ perdas financeiras DE FARIAS (2016). Segundo Silvana (2016), o conflito de interesses entre o econômico e o ambiental acaba prejudicando o aproveitamento dos recursos naturais, e no caso do uso de polímeros naturais há grande viabilidade do ponto de vista ambiental, uma vez que faz uso de recursos que por vezes são descartados ou subaproveitados, entretanto, são necessários investimentos adequados em pesquisa para que esses resultados cheguem de fato ao mercado.

Embora ainda haja divergências quando se fala sobre viabilidade econômica dos biopolímeros, é preciso ter uma visão otimista em relação à economia de recursos naturais e não somente visar lucros imediatistas DE FARIAS (2016). É perceptível que com um aumento do uso e por consequência da produção de biopolímeros, haverá maior geração de renda, levando a um estimulo do mercado local em recuperar/aproveitar fontes naturais por vezes

ignorada, contribuindo assim para preservação ambiental.

Biomateriais na medicina

Rodrigues (2013), visou apresentar as aplicações de biomateriais na ortopedia. Para ser considerado um material apto a ingressar na classe de biomateriais, este deve possuir propriedades coerentes com a função em que irá ser empregado (mecânica, no caso do sistema ósseo, e óptica, no caso de lentes intraoculares). O efeito do ambiente orgânico no material (corrosão, degradação) e o efeito do material no organismo também devem ser estudados com extrema cautela. Devido a sua grande variedade de aplicações dentro da medicina, não existe uma classificação especifica para os biomateriais RODRIGUES (2013).

Os polímeros são muito importantes em aplicações médicas especialmente na área ortopédica RODRIGUES (2013), utilizados como dispositivos protéticos permanentes, incluindo os implantes de quadril. Os polímeros são utilizados nas mais diversas aplicações, principalmente devido à disponibilidade de uma variedade de composições, propriedades e formas. Rodrigues expõe a literatura que apresenta trabalhos tais como o polímero de mamona que foi implantado em defeitos ósseos, de modo que bons relatos sobre o seu comportamento clínico e biológico têm sido encontrados (Silvestre Filho, 2001; Laranjeira et al., 2004; Leonel et al., 2004).

A seguir podemos ver uma prótese de coluna cervical, produzida pela Solvay, que utiliza um módulo de elasticidade muito próximo ao do osso, além de excelente biocompatibilidade, tenacidade e resistência à fadiga, chamado de Zeniva PEEK.

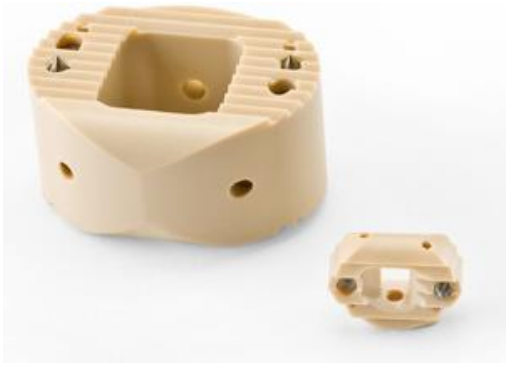


Figura 1: Implante de coluna cervical.

Fonte: Grupo Solvay

Silveira (2012) realizou estudos com um plástico derivado do caroço do açaí. Segundo o mesmo, a produção do poliuretano é feita a partir de uma substância denominada poliol, retirada das sementes. É indicado para implantes e próteses em regiões do corpo que não exigem grande esforço mecânico, como o crânio e a face.

A vitamina E quando encapsulada através de nanoemulsões com polímeros naturais da proteína isolada do soro de leite e com a goma arábica pode ser utilizada como emulsificantes naturais, neste caso a goma arábica apresentou-se mais eficaz na estabilização das esferas (OZUTURK *et. al.*, 2015).

O poliéster eficaz na poli(ácido lático) HEXPLA, polímero biodegradável, e emissólido, permite devido essas propriedades a liberação de drogas lipofílicas; a incorporação de substâncias ativas como eficaz na para posterior liberação de forma controlada pode ser feita mediante suspensão na razão droga e solução do polímero (ASMUS *et al.* 2011).

A quitosana, um tipo de biopolímeros obtido na de acetilação da quitina em meio alcalino, é referida pó por Popat e colaboradores (2012) como um material viável para revestimento do ibuprofeno, pois a mesma, pode aumentar o potencial de liberação do medicamento.

A liberação dos baseados em lanolina foi encapsulada com micropartículas de alginato, pelo método de gelificarão ionotrópica, o que demonstrou melhorar a capacidade de entrega de drogas como ácido salicílico e metronidazol (SAGIRI; PAL; BASAK, 2014).

Polímeros na indústria automobilística

Hemais (2003), apresentou um panorama da relação entre a indústria automobilística e a indústria de polímeros. Os consumidores cada vez mais exigentes, querem carros com alta performance, confiabilidade, segurança, conforto, economia, estilo, preço competitivo e, cada vez mais, respeito ao meio ambiente. Os materiais plásticos e poliméricos são os únicos capazes de responder aos desafios advindos dessas demandas conflitantes.

Para a indústria automobilística, o Brasil é um bem sucedido fornecedor de polímeros de usos gerais e de alguns polímeros de uso específico, incluindo compostos e misturas poliméricas. Ainda segundo Hemais, a indústria de polímeros no Brasil é a mais importante da América do Sul, sendo, o principal fornecedor para montadoras de automóveis em outros países latinos, especialmente a Argentina. Entretanto, polímeros de alto desempenho, classificados como especialidades poliméricas não são aqui produzidos, pois conforme discutido por Hemais (1999), existe todo um processo de não-globalização tecnológica na área de polímeros, centralizando em poucos

fornecedores mundiais tecnologias o que representa o estado da arte no setor.

Engenheiros do Warwick Innovative Manufacturing Research Center (WIMRC) da Warwick University, na Inglaterra, em 2009, construíram um carro de corrida de Fórmula 3 feito inteiramente de materiais reciclados e renováveis . O carro faz parte de um projeto maior para desenvolver novos materiais para uso nos setores automotivo e de saúde que atendam às metas de desenvolvimento sustentável.

Nomeado de WorldFirst, o veículo mostra que é possível usar materiais reciclados e reutilizados para construir um automóvel funcional. “A escolha dos materiais a serem usados foi baseada na facilidade de uso deles, no formato da peça que precisávamos fabricar e nas propriedades mecânicas necessárias”, explica James Meredith, engenheiro de biomateriais e gerente de projetos do WorldFirst.

O carro atinge uma velocidade máxima de 238 Km/h e já percorreu mais de 800 Km para testes e demonstrações desde que saiu do laboratório. O WorldFirst foi testado em Brands Hatch dirigido pelo piloto Aaron Steele, e é movido a um tipo de biodiesel.

Foi utilizado fibra de carbono reciclada em grandes partes do carro, como a tampa do motor. Fibras feitas de linho e cânhamo foram utilizadas em peças simples como o assoalho, que servem para melhorar a aerodinâmica. Outras partes importantes do carro são feitas de carbono e fibra de vidro. Na Figura 2, podemos ver o carro pronto em uma seção de fotos tiradas para divulgação do projeto.



Figura 2: WorldFrist.

Fonte: Autoevolution.com

Quando perguntado os quão fortes e duráveis são os materiais deste carro, Meredith diz: “Em termos de durabilidade - ainda estamos trabalhando nisso. Todas as peças que fizemos até agora ainda estão fortes. As fibras naturais provavelmente terão uma resistência menor aos efeitos do clima, pois as fibras irão absorver a umidade se expostas e, em seguida, degradar. A fibra de carbono reciclada e a fibra de vidro com resinas recicladas devem ter igual durabilidade aos materiais padrão."

Uso de compósitos na indústria aeronáutica e aeroespacial

Rezende e seus coautores (2000) realizaram uma pesquisa sobe aplicações de compósitos estruturais em diversas áreas de aplicações, tais como automotivo, construção civil e aeroespacial.

Tradicionalmente as estruturas aeronáuticas em compósitos são fabricadas utilizando-se fibras longas, com comprimento igual à dimensão do componente que está sendo manufaturado, fazendo com que ocorra a máxima transferência das propriedades mecânicas da fibra para o compósito. Entretanto, a fabricação de estruturas complexas, empregando fibras contínuas, exige uma significativa quantidade de trabalho manual ou equipamentos complexos e caros.

O uso de polímeros reforçados com fibras de carbono ou compósitos carbono/carbono não é novidade no setor aeronáutico e aeroespacial, devido as suas inúmeras vantagens, tais como a alta resistência mecânica em temperaturas de até 2800°C, resistência à corrosão, resistência a variações súbitas de temperatura, e o seu baixo peso. A substituição do alumínio por compósitos poliméricos estruturais, por exemplo, permite uma redução de peso de 20 a 30%, além de 25% na redução do custo final de obtenção das peças REZENDE *et. al.* (2000). Entretanto a aplicação do carbono tem sido delimitada pela alta sensibilidade a imperfeições, anisotropia, dificuldades no processo de obtenção de componentes de grandes dimensões e formatos complexos, e principalmente o seu elevado custo, quando comparado a outros materiais.

De acordo com Rezende e seus colaboradores (2000), o uso de compósitos termoplásticos reforçados com fibras contínuas tem sido ampliado o setor aeroespacial, devido, principalmente, à redução drástica da fadiga, maiores valores de resistências ao impacto e ao fogo, baixa absorção de umidade, temperatura de serviço mais elevada e grande versatilidade na produção em série, exibindo propriedades mecânicas iguais ou superiores às apresentadas pelos compósitos termorrígidos. Já no setor aeronáutico, o uso de compósitos termoplásticos é promissor na construção de fuselagens, o que permite uma redução de peso em torno de 25%, em relação às estruturas metálicas.

Vários polímeros de última geração estão sendo utilizados na obtenção destes compósitos destacando-se: poliamidas, poliimidas, PEEK [poli(éter-éter-cetona)], PEI [poli(éter-imida)], PPS [poli(sulfeto de

fenileno)], PSU (polisulfona), entre outros, atendendo a requisitos de resistência mecânica na faixa de ¾60 a 200°C [...] REZENDE *et. al.* (2000).

A figura 3 expõe a aeronave Tucano fabricada pela EMBRAER, e explana sobre os componentes fabricados e suas respectivas composições tais como fibras de carbono, kevlar e vidro.

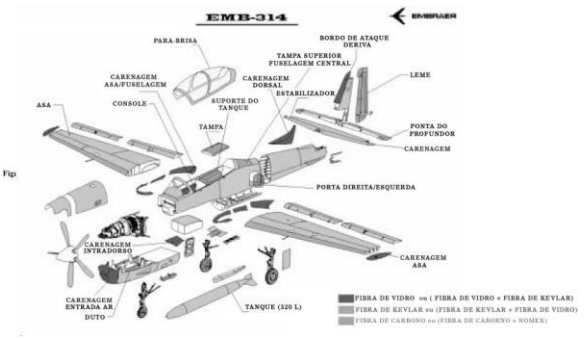


Figura 3: Aeronave Tucano EMBRAER.

Fonte: EMBRAER

CONCLUSÃO

Podemos concluir que, o desenvolvimento e aprimoramento dos polímeros foram de suma importância nos avanços tecnológicos para a nossa sociedade. Sem eles, seria impossível ou muito custoso os avanços eletrônicos, farmacêuticos, automotivos e principalmente aeronáuticos.

Atualmente os compósitos avançados são obtidos pela união de materiais com diferentes características físico-químicas e mecânicas, e pela utilização de diferentes processos de fabricação, cada vez mais com a necessidade de desempenhar funções cada dia mais exigentes, seja ela estruturais ou não.

Essa crescente utilização dos compósitos, acaba por estimular pesquisas nas áreas de Ciência e Tecnologia dos materiais, principalmente o desenvolvimento de propriedades que venham a ampliar sua aplicação em diversos campos do conhecimento, de modo a atingir com sucesso os desafios da obtenção de componentes com funções variadas, visando atender as exigências da indústria, tais como menor peso, maior resistência mecânica e a degradação, e principalmente diminuir o custo de produção.

AGRADECIMETOS

Agradeço a Dra. Jemmla Meira e Dra. Janyeid Karla, por aceitar conduzir o meu trabalho de pesquisa.

Ao PIBIC (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – UFMA), pela bolsa de estudos, e auxílio financeiro que possibilitou a inteira dedicação neste projeto de pesquisa.

REFERÊNCIAS

ASMUS, L. R.; GURNY, R.; MÖLLER, M. Solutions for lipophilic drugs: a biodegradable polymer acting as solvent, matrix, and carrier to solve drug delivery issues. **The International journal of artificial organs**, v. 34, n. 2, p. 238-242, 2011.

DE FARIAS, Silvana Silveira et al. Biopolímeros: uma alternativa para promoção do desenvolvimento sustentável. **Revista Geonorte**, v. 7, n. 26, p. 61-77, 2016.

DUMITRACHE, Alina. Tasty and Fast: 145MPH Racing Car Powered by Chocolate. **Autoevolution,** 2009. Disponível em: <https://www.autoevolution.com/news/tasty-and-fast-145mph-racing-car-powered-by-chocolate-6018.html>. Acesso em: 10 de junho de 2021.

HAGE JR, Elias. Aspectos Históricos sobre o Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia de Polímeros. **Polímeros**, v. 8, n. 2, p. 6-9, 1998.

HEMAIS, Carlos A. Polímeros e a indústria automobilística. **Polímeros**, v. 13, n. 2, p. 107-114, 2003.

LIGOWSKI, E. S.; BENEDITO, C. D.; FUJIWARA, S. T. Materiais compósitos a base de fibras da cana-de-açúcar e polímeros reciclados obtidos através da técnica de extrusão. **Polímeros**, v. 25, n. 1, p. 70-75, 2015.

OZTURK, B.; ARGIN, S.; OZILGEN, M.; MCCLEMENTS, D. J. Formation and stabilization of nanoemulsion-based vitamin E delivery systems using natural biopolymers: whey protein isolate and gum arabic. **Food chemistry**, v. 188, p. 256-263, 2015.

PEREIRA, M. R.; MARQUES, J. S.; FONSECA, J. L. C. Biocomposites based on chitosan and carnauba straw powder. **Polímeros**, v. 24, n. 4, p. 446-452, 2014.

POPAT, A.; LIU, J.; LU, G. Q. M.; QIAO, S. Z. A pH-responsive drug delivery system based on chitosan coated mesoporous silica nanoparticles. **Journal of Materials Chemistry**, v. 22, n.22, p. 11173-1178, 2012.

REZENDE, Mirabel C.; BOTELHO, Edson C. O uso de compósitos estruturais na indústria aeroespacial. **Polímeros**, v. 10, n. 2, p. e4-e10, 2000.

RODRIGUES, Luciano Brito. Aplicações de biomateriais em ortopedia. **Estudos tecnológicos em Engenharia**, v. 9, n. 2, p. 63-76, 2013.

SAGIRI, S. S.; PAL, K.; BASAK, P. Encapsulation of animal wax-based organogold in alginate microparticles. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 131, n. 20, p. 1-11, 2014.

SILVEIRA, Evanildo da. Plástico de açaí. Semente de fruta tropical é matéria prima pra substituir ossos do crânio. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/plastico-de-acai/>. Acesso em 13 junho 2021.

Solvay lança no Brasil linha de biomateriais para implantes ortopédicos e cardiovasculares. **Blog do plástico,** 2013. Disponível em: <https://blogdoplastico.wordpress.com/2013/12/10/solvay-lanca-no-brasil-linha-de-biomateriais-para-implantes-ortopedicos-e-cardiovasculares/>. Acesso em: 10 de junho de 2021.

WYSONG, Pippa. Faster Than a Speeding Carrot: A Racing Car Made Entirely from Recyclables and Vegetable By-Products. **Scientific American**, 2004. Disponível em: <https://www.scientificamerican.com/article/vegetable-racing-car/ >. Acesso em: 10 de junho de 2021.