



CONEM 2016
CONGRESSO NACIONAL DE
ENGENHARIA MECÂNICA



21 - 25
AGOSTO DE 2016
FORTALEZA - CEARÁ

ESTUDO SOBRE OS PRINCIPAIS BIOMATERIAIS UTILIZADOS ATUALMENTE E SUAS CARACTERÍSTICAS.

Gabriel Costabeber, g.costabeber@gmail.com¹

Renato de Camargo Bortholin, renato.bortholin@ifsp.edu.br²

Ricardo Soares Rubin, ricarubin@ifsp.edu.br³

¹²³Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus Araraquara, Rua Doutor Aldo Benedito Pierri, 250 – Jardim dos Manacas – Araraquara – SP – Cep 14801- 600

Resumo: Na medicina contemporânea, um grande problema encontrado são as questões relacionadas a perda de membros, estrutura ósseas e tecidos, de forma que o paciente necessite de próteses para substituição dos mesmos, para que possa levar uma vida com qualidade aceitável. Dentro deste contexto existem diversos materiais, denominados biomateriais, que são implementados na fabricação destas próteses. Os biomateriais não devem ser agressivos ao corpo humano, ou seja, devem ser biocompatíveis e devem se adequar ao paciente, atendendo suas necessidades e requisitos, garantindo que o mesmo possa retomar uma qualidade de vida em padrões aceitáveis. Essa pesquisa apresenta um levantamento dos biomateriais utilizados atualmente na medicina, apontando suas características, propriedades mecânicas, tipos de aplicação, biocompatibilidade com tecidos humanos e seus desempenhos nas diversas aplicações. Com isso, fica mais fácil selecionar os biomateriais conforme a aplicação e/ou requisitos necessários para determinada aplicação, visualizando as vantagens e desvantagens de cada escolha.

Palavras-chave: Biomateriais, características, propriedades mecânicas, próteses.

1. INTRODUÇÃO

O campo que trata sobre a utilização e aprimoramento dos biomateriais é relativamente novo, porém podemos citar alguns fatos históricos que comprovam que o homem trata, desde sua existência, substituir ou reparar partes do seu corpo, que foram comprometidas por doenças ou traumas, Ratner et. al. (1996), citam como exemplos os Romanos, Chineses e Astecas, que utilizavam ouro em próteses odontológicas há mais de 2000 anos, outro exemplo são os olhos de vidro e dentes de madeira, quem foram utilizados durante grande parte da história humana.

Segundo Williams (1999), biomaterial é um material que pretende interagir com sistemas biológicos, afim de avaliar, aumentar, tratar ou substituir qualquer tecido, organismo ou função do corpo. Ao longo dos anos, estudos foram realizados no campo de biomateriais, assim os conceitos de biocompatibilidade, que refere-se a capacidade do material desempenhar sua função, obtendo uma resposta apropriada do sistema; o conceito de bioestabilidade, que refere-se a taxa de degradação do material quando o mesmo está em contato com tecido vivo; o conceito de bioatividade, que refere-se à capacidade de alguns materiais participarem em reações biológicas específicas; o conceito de bioinércia, que refere-se a capacidade do material estar em contato com tecido vivo sem participar de reações biológicas específicas; o conceito de bioabsorção, que refere-se à capacidade do material que está em contato com tecido vivo, ser degradado, após um período de tempo, e ser absorvido pelo metabolismo (Turrer e Ferreira, 2008; Maia et al., 2010), foram desenvolvidos e atualizados, bem como algumas técnicas, como a esterilização que é utilizada para a eliminação de qualquer impureza ou microrganismo presente no material, antes do mesmo ser implantado, foram melhorados os processos de fabricação e as propriedades dos biomateriais, bem como, novos materiais foram desenvolvidos, para substituição de materiais antigos em diversas aplicações.

Para a pesquisa a seguir foi realizado um trabalho de revisão, onde levantamos os tipos de materiais e os biomateriais utilizados atualmente na medicina e odontologia, com o objetivo de apontar seus processos de fabricação, características, propriedades mecânicas, tipos de aplicação, biocompatibilidade com tecidos humanos e seus desempenhos nas diversas aplicações, afim de auxiliar a seleção dos biomateriais para cada aplicação.

2. TIPOS DE MATERIAIS

Os materiais analisados foram agrupados em três grupos distintos: os metais, os cerâmicos e os polímeros. Cada grupo de material possui características específicas, e são empregados em diferentes aplicações, segundo suas propriedades.

2.1. Metais

Metais são materiais inorgânicos com ligações metálicas entre seus átomos, dentre as principais características que os metais possuem, podemos citar a alta densidade, a boa condutividade de energia e calor o alto módulo de elasticidade e o alto ponto de fusão (Padilha, 2000).

Como biomateriais os metais são os mais utilizados em próteses articulares, como joelho e quadril, e próteses odontológicas, essas próteses têm como principais componentes em sua fabricação, o titânio e suas ligas, e as ligas de cromo – cobalto, muito utilizados por sua conta de suas propriedades mecânicas, que garantem às próteses excelentes rendimentos.

Um grande problema encontrado, no que diz respeito à biomateriais metálicos, é a corrosão, segundo Wolyne (2003), a corrosão em metais envolve uma grande variedade de mecanismos, porém cerca de 1,8% dos casos ocorrem em meios orgânicos, logo, os materiais metálicos devem ser bem preparados para que possam ser utilizados como biomateriais. Além da corrosão, problemas como ruídos, quando o metal está em contato com metal e a liberação de íons, que podem ser tóxicos e causar danos ao organismo, podem ocorrer quando os metais estão em contato com tecido vivo, a falta de bioatividade também é um agravante para a utilização de biomateriais metálicos.

2.1.1. Titânio e suas Ligas

O titânio e suas ligas, são, atualmente, os biomateriais mais utilizados, principalmente em próteses, como joelho e quadril, isso se dá por conta de suas propriedades mecânicas, são elas: módulo de elasticidade próximo ao do osso humano, boa resistência mecânica, tenacidade à fratura, baixa ductilidade e alta relação resistência peso. Essas propriedades são importantes para o emprego do titânio e suas ligas como biomateriais, por exemplo a aplicação na fabricação de hastes de fixação femoral para emprego em próteses de quadril (Figura 1).

Um problema encontrado no titânio e suas ligas, no que diz respeito à sua aplicação como biomateriais, é a corrosão. Verificou-se que elementos, como por exemplo o vanádio ligado ao titânio na liga Ti-6Al-4V, sofrem corrosão e podem causar problemas, quando estão em contato com tecido vivo (Wappner, 1991). Outra desvantagem do titânio e suas ligas como biomateriais, é a falta de bioatividade com células ósseas necessárias para uma osteointegração rápida e forte (Webster e Lysaght, 2011). Ambas as desvantagens, podem ser solucionadas a partir de revestimentos de hidroxiapatita, tendo em vista que este material apresenta as vantagens de ser bioativa e osteocondutora e possuir alta resistência à corrosão.



Figura 1. Haste de Fixação Femoral para Utilização em Próteses de Quadril

2.1.2. Ligas de Cromo – Cobalto

As ligas de Cromo – Cobalto, são biomateriais metálicos, atualmente utilizados em próteses, como joelho e quadril, dentre suas características mais relevantes para a aplicação em próteses, podemos citar a alta resistência à corrosão, fadiga, tração e desgaste, sendo essa última uma vantagem para utilização em próteses de joelho, pois se comparado ao titânio e suas ligas, as ligas de cromo – cobalto possuem uma resistência maior ao desgaste. Um exemplo de aplicação das ligas de Cromo – Cobalto é na fabricação de Esferas para Encaixe no Acetáculo, para Próteses de Quadril (Figura 2).

Uma desvantagem das ligas de cromo – cobalto é a integração óssea, o titânio se sai melhor neste aspecto, pois elementos como cromo, cobalto e níquel, presentes nessas ligas, causam efeitos controversos sobre a integração óssea

(Spriano et. al., 2005). Em caminho, para redução deste problema são os revestimentos de hidroxiapatita, que como dito anteriormente, elevam a capacidade bioativa do material, possibilitando assim uma melhor osteointegração.



Figura 2. Esfera para Encaixe no Acetábulo, para Próteses de Quadril

2.2. Cerâmicos

Os cerâmicos são materiais sólidos, caracterizado por ligações iônicas, ou combinações de ligações iônicas e covalentes, por conta de suas ligações os materiais cerâmicos possuem baixa ductilidade, e em geral são frágeis e duros. Por conta de sua baixa ductilidade, os materiais cerâmicos não suportam altas cargas externas, por isso baixas cargas podem fazer com que rachaduras se propaguem rapidamente no material, causando assim seu rompimento. Em geral os cerâmicos possuem alto módulo de elasticidade, alta resistência a compressão, porém baixa resistência mecânica e baixa resistência à tração. Outras propriedades dos materiais cerâmicos é a capacidade de atuarem como isolantes de calor e eletricidade, eles podem suportar altas temperaturas e ambientes químicos extremos (Callister Jr., 2008).

Como biomateriais as cerâmicas são utilizadas em próteses para articulações, tecidos de regeneração para a área ortopédica, coroas de implantes dentários e em válvulas cardíacas, podemos citar como exemplo de biomateriais cerâmicos, a Zircônia e a Hidroxiapatita.

2.2.1. Hidroxiapatita

A Hidroxiapatita, é um biomaterial cerâmico, presente em diversos tipos de próteses, muito utilizado como recobrimento para uma certa gama de materiais, como por exemplo o titânio e suas ligas e as ligas de cromo-cobalto. De um modo geral, a hidroxiapatita apresenta vantagens de ser bioativa e osteocondutora, propriedades importantes para uma integração rápida e forte com o tecido ósseo, além disso possui alta resistência à corrosão, estas propriedades fazem com que os revestimentos de hidroxiapatita sejam comuns em metais, como o titânio e suas ligas e as ligas de cromo-cobalto, pois como biomateriais os metais em geral apresentam desvantagens em relação à corrosão e a integração com o tecido ósseo. Como desvantagem a hidroxiapatita apresenta baixa ductilidade e alta densidade (Mendes Filho, 2006).

2.2.2. Zircônia

A Zircônia, é um biomaterial cerâmico, utilizado de base para diversas cerâmicas, que são geralmente aplicadas em implantes odontológicos e na reposição de ossos, como ossos da bacia e do fêmur, em geral as cerâmicas à base de zircônia apresentam excelentes propriedades como resistência mecânica tenacidade à fratura, e se comparado a outras cerâmicas, com por exemplo à base da alumina, possuem uma maior resistência à flexão (Diego et. al., 2007). Além da alta dureza e resistência ao desgaste a zircônia, quando polida, apresenta estética favorável, características importantes para implantes odontológicos. Como desvantagens a zircônia apresenta a rápida propagação de trincas, baixa ductilidade e alta densidade. Um exemplo de aplicação as zircônia é na fabricação de coroas para implantes dentários (Figura 3).



Figura 3. Coroa para Implantes Dentários

2.3. Polímeros

Os polímeros são materiais orgânicos, naturais ou sintéticos. Os átomos que formam suas cadeias moleculares possuem ligações covalentes, porém as ligações intercadeias são fracas, ou seja, secundárias.

Os materiais poliméricos geralmente são leves, isolantes elétricos e térmicos, flexíveis e apresentam boa resistência à corrosão, porém possuem baixa resistência à altas temperaturas, quando implantado em certas próteses, pode ocorrer o rompimento do material, por conta da utilização intensiva.

Como biomateriais, podemos citar como exemplo, o PEEK (Póli-Éter-Éter-Cetona), utilizado principalmente como substituído à implantes metálicos, principalmente na área ortopédica, o Polímero de Ultra Alto Peso Molecular, altamente utilizado em próteses de joelho e quadril e o PEKK (Póli-Éter-Cetona-Cetona), material muito utilizado em técnicas de manufatura aditiva.

2.3.1. Polietileno de Ultra – Alto Peso Molecular

O Polietileno de Ultra – Alto Peso Molecular, ou PEUAPM, é um biomaterial polimérico, muito utilizado em próteses ortopédicas, como próteses de joelho e quadril, por conta de suas propriedades mecânicas, como baixa densidade, flexibilidade, alta resistência ao impacto e excelente resistência ao desgaste, apresentam também boa biocompatibilidade e boa resistência à ambientes químicos extremos, características essas que trazem resultados clínicos satisfatórios em aplicações ortopédicas (Kountou e Niaoianakis, 2006; Ferreira, 2007).

Como principal vantagem o PEUAPM apresenta baixa reatividade química e baixa bioatividade, ou seja, a integração com tecidos vivos é mais fraca e lenta, além disso os detritos gerados pelo desgaste deste material, podem induzir osteólise, ou seja, a destruição do tecido ósseo (Rego, 2012). Um exemplo de aplicação do PEUAPM está na fabricação do platô tibial para emprego em próteses de joelho (Figura 4).



Figura 4. Platô Tibial Empregado em Próteses de Joelho

2.3.2. Póli-Éter-Cetona-Cetona

A Póli-Éter-Éter-Cetona, ou PEEK (poly-eter-eter-ketone), é um biomaterial polimérico, utilizado principalmente como substituto para implantes metálicos, principalmente na área ortopédica como implantes de suporte de carga, já que o material mostrou-se resistente à degradação em contato com tecido vivo, além de manter suas elevadas propriedades mecânicas depois de repetidos processos de esterilização (Evans e Gregson, 1998; Kurtz e Devine, 2007; Toth et. al., 2006). Como vantagens em sua aplicação o PEEK apresenta excelente resistência à ambientes químicos extremos,

elevada resistência mecânica, resistência ao desgaste superior a outros polímeros biocompatíveis, como por exemplo, o Polietileno de Ultra-Alto Peso Molecular. Como principal desvantagem o PEEK apresenta baixa bioatividade, ou seja, a integração com tecidos vivos, por exemplo tecido ósseo, é lenta e fraca.

2.3.3. Póli-Éter-Éter-Cetona

A Póli-Éter-Cetona-Cetona, ou PEKK (poly-eter-ketone-ketone), é um biomaterial polimérico, que vem sendo introduzido em técnicas de manufatura aditiva (MA), por ser um material que possui as características mais próximas do osso humano, a utilização do PEKK, assim como as técnicas de prototipagem rápida, ainda é pouco utilizado, porém com os avanços nas técnicas de impressão 3D e manufatura aditiva, a tendência é que o PEKK seja empregado, principalmente, na fabricação de próteses articulares personalizadas.

3. CONCLUSÃO

Segundo os dados obtidos, conclui-se que existe uma gama muito grande de biomateriais, que podem ser utilizados no corpo humano, todos apresentam vantagens específicas e essenciais à suas aplicações, e apresentam desvantagens, como por exemplo o problema de corrosão nos metais. O levantamento dessas características é muito importante para o conhecimento básico sobre os biomateriais mais utilizados, e para apontarmos suas aplicações, levando em consideração, não só suas propriedades mecânicas, mas suas características de biocompatibilidade e bioestabilidade.

Na atual concepção dos biomateriais, as próteses apenas “toleráveis” no corpo humano, estão perdendo espaço para próteses que possuam uma interação mais relevante com tecidos vivos, como apresentado anteriormente, a grande maioria dos biomateriais apresentam baixa bioatividade com os tecidos do corpo humano, por exemplo com o tecido ósseo, isto faz com que muitos implantes venham a apresentar falhas ou um tempo de adaptação muito elevado, causando transtorno aos pacientes, pois isto pode acarretar a substituição ou reparo da prótese, tendo em vista estes aspectos, o desenvolvimento de materiais bioativos, como por exemplo as cerâmicas bioativas, tende a crescer, focando em acelerar a integração das próteses com tecidos vivos e em reduzir as falhas causadas pela integração fraca com os tecidos do corpo.

Uma técnica que vem em crescente ascensão nos últimos anos, é a manufatura aditiva (MA), esta técnica consiste basicamente, na fabricação de próteses personalizadas para cada paciente, utilizando como base os sistemas CAD e CAM, dentre as principais vantagens da manufatura aditiva (MA), podemos destacar, a tempo reduzido na cirurgia, melhores resultados estéticos e redução no risco de infecções e rejeições. E como principais desvantagens, podemos citar, o maior custo e a exigência de um conhecimento técnico avançado para a fabricação da prótese.

4. REFERÊNCIAS

- Callister Jr., W.D., Ciência e Engenharia de Materiais: uma introdução, 7ª Ed., Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p. 302-304. 2008.
- Diego, A. A.; Santos, C.; Landim, K. T.; Elias, C. N., Characterization of Ceramica Powders used in the InCeram System to fixed dental Prosthesis. Material Research, v. 10, n. 1, p 47-51. 2007.
- Evans, S. L.; Gregson, P. J. Composite Technology in Load-Bearing Orthopedic Implants. Biomaterials, v. 19, p. 1329 – 1342. 1998.
- Ferreira, F. C. M. Comportamento sob Abrasão em Polietileno de Ultra – Alto Peso Molecular (UHMWPE) Irradiado. 2007, 137 p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Materiais) – Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro.
- Kontou, E.; Nioinakis, M., Thermo-mecanical properties of LLPDE/SiO₂ nanocomposites. Polymer, v.47, p. 1267-1280. 2006.
- Kurtz, S. M.; Devine, J.N., PEEK biomaterial sim trauma, orthopedic, and spinal implants. Biomaterials, v. 28, p. 4845-4869. 2007.
- Maia, M.; Klein, E. S.; Monje, T. V.; Pagliosa, C. Reconstrução da Estrutura Facial por Biomateriais. Revista Brasileira de Cirurgia Plástica, v, 25, n. 3, p. 566 – 572. 2010.
- Mendes Filho, A. A., Síntese e caracterização de hidroxiapatita e compósitos a partir de matéria prima reciclada. 2006, 181 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Materiais) – Universidade Federal de Ouro Preto, UFOP, Ouro Preto – MG.
- Padilha, A.F., Materiais de Engenharia: Microestruturas Propriedades. 1ªEd, Curitiba: Hemus, 2000, p. 13-16.
- Ratner, B. D.; Hoffman, A. S.; Schoenm F. J.; Lemons, J. E. Biomaterials Science: An Introduction to Materials in Medicine. Califórnia: Endorsed by the Society fo Biomaterials. 1996.
- Rego, B. T. Avaliação do Comportamento Mecânico de Nanocompósitos de PEEK/nHA sob curta e longa duração para aplicação como biomaterial. 2012, 136 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, São Carlos.
- Spriano, S.; Verne, E.; Faga, M. G.; Bugliosi, S.; Maina, G., Surface treatment on na implant cobalt alloy for high biocompatibility and wear resistance. Wear, v. 259, p. 919 – 925. 2005.
- Toth, J. M.; Wang, M.; Estes, B. T.; Scifert, J. L.; Seim, H. B.; Tuner, A. S., Poly-ether-ether-ketone as a biomaterial for spinal applications. Biomaterials, v. 27, n. 3, p.324-334. 2006.

Turrer, C. L.; Ferreira, F. P. M., Biomateriais em Cirurgias Craniomaxilofacial: princípios básicos e aplicações – revisão de literatura. Revista Brasileira de Cirurgia Plástica, v. 23, n. 3, p. 236 - 239. 2008.
Wappner, K. L., Implication of metallic corrosion in total knee arthroplasty, clin orthop, v, 271, p. 12-20. 1991.
Webster, T.; Lysaght, M. Biomaterials for artificial organs. Cambridge: Woodhead Publishing, 2011.
Williams, D. F., The Williams Dictionary of Biomaterials. Liverpool, UK, Liverpool University Press, 1999.
Wolyne, S., Técnicas Eletroquímicas de Corrosão. São Paulo: edUSP, 2003.

5. RESPONSABILIDADE AUTORAL

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

STUDY ON THE MAIN BIOMATERIALS CURRENTLY USED AND FEATURES

Gabriel Costabeber, g.costabeber@gmail.com¹

Renato de Camargo Bortholin, renato.bortholin@ifsp.edu.br²

Ricardo Soares Rubin, ricarubin@ifsp.edu.br³

¹²³Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus Araraquara, Rua Doutor Aldo Benedito Pierri, 250 – Jardim dos Manacas – Araraquara – SP – Cep 14801- 600

Abstract. *In contemporary medicine, a big problem encountered are the questions related to loss of limbs, bone structures and tissue, so that the patient requires prostheses to replace them so that they can lead a life of acceptable quality. Within this context, there are many materials, known as biomaterials that are used in such prostheses. Biomaterials, above all must not be aggressive to the human body, they must be biocompatible and should suit the patient, meeting their needs and requirements, ensuring that it can return to a quality of life acceptable standards. This study presents a survey of biomaterials currently used in medicine, indicating their characteristics, mechanical properties, application types, biocompatibility with human tissue and their performance in various applications. This makes it easier to select the biomaterials according to the application and / or requirements for a particular application, see the advantages and disadvantages of each choice.*

Keywords: *Biomaterials, Characteristics, Mechanical Properties, Prostheses.*