

AS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICO-BIOLÓGICAS DOS BIOMATERIAIS E SUAS CONSEQUÊNCIAS NA SAÚDE HUMANA EM APLICAÇÕES DE PRÓTESES DENTÁRIAS

Gabriel Mendes Simoni¹, Adriano Willian da Silva²

¹ Instituto Federal do Paraná-Câmpus Curitiba, gabriel.m.s.1997@hotmail.com

² Instituto Federal do Paraná- Câmpus Curitiba, adriano.silva @ifpr.edu.br

Resumo: O objetivo deste trabalho é fazer uma revisão bibliográfica acerca dos biomateriais, enfatizando os que são aplicados em próteses dentárias, analisando suas características físicas, químicas e biológicas e as consequências destas para a saúde humana. As próteses dentárias devem dar suporte às diversas funções desempenhadas pelos dentes naturais, como o início do processo de digestão e a articulação da fala, além de manter a estética facial agradável e harmônica. Os principais biomateriais encontrados como aplicação nessa área são as cerâmicas, os metais, as resinas compostas e as ligações metal-cerâmica, sendo que algumas de suas propriedades são aqui estudadas, como: a resistência mecânica, o módulo de elasticidade, torção ou flexão, a rugosidade, a taxa de permeação, a absorção de água, a bioestabilidade, a bioinércia, a bioatividade e a biorreatividade. Dentre esses materiais, percebeu-se uma ênfase às próteses produzidas por ligações metal-cerâmica, pois o implante obtido através de uma ligação a nível molecular, pela qual a cerâmica reveste um núcleo metálico, confere à prótese as excelentes características mecânicas dos metais e uma aparência muito parecida com a dos dentes naturais, que é proporcionada pela cerâmica, que também apresenta ótimo índice de bioatividade, propriedade do material de se adequar ao tecido biológico e ser benéfico ao mesmo. Constatou-se, através desta pesquisa, que os biomateriais com características físico-químicas próximas às do dente apresentam melhores respostas biológicas que os demais, independentemente da idade e dos hábitos alimentares e higiênicos dos indivíduos submetidos a implantes odontológicos.

Palavras-Chave: biomateriais, próteses dentárias, dente.

1 INTRODUÇÃO

Desde sempre a humanidade, em busca de padrões de vida superiores e longevidade, confrontou-se com o problema da restauração ou substituição de órgãos (GONÇALVES, 2011, p. 3). Acontecimentos mais antigos quanto à implantação não estão registrados, no entanto existem acervos históricos sobre o desenvolvimento da utilização de metais no corpo humano, por exemplo, uma placa de ouro utilizada por Petronius, em 1565, para tratar um defeito na cavidade oral (NETO, 1995, p. 8).

Quanto a restaurações dentárias, evidências arqueológicas indicam que civilizações ancestrais no Egito e na América do Sul fizeram uso de materiais como madeira, dentes de animais, dentes humanos, conchas marinhas, osso, cerâmicas e metais para reimplante (GONÇALVES, 2011, p. 3). Desde esses tempos, muitos foram os avanços e hoje é possível imitar os dentes naturais com o uso de variados tipos de materiais. O desenvolvimento da implantodontia fez com que cada vez mais os pacientes optassem pela utilização de implantes odontológicos, em vez das próteses removíveis, o que incentivou a pesquisa sobre biomateriais para esse fim, além da pesquisa sobre as relações tecido-implante.

Após uma fase de grande uso de metais inertes como os aços inoxidáveis e a alumina, introduziu-se, em 1970, o conceito de osteointegração, por Per-Ingvar Branemark, que o definiu como sendo uma ligação direta, estrutural e funcional entre o osso ordenado e vivo e o implante sujeito a cargas funcionais, significado que foi reelaborado por Zarb e Albrektsson, sendo considerado osteointegração “o processo pelo qual a fixação rígida e assintomática de um material aloplástico no osso é obtida e mantida durante a função”. (SILVA, 2006, p. 7-8)

Após a introdução desse conceito, as pesquisas se voltaram para materiais que tenham uma boa osteointegração, por exemplo, cerâmicas bioativas, fosfato tricálcico e mineral ósseo bovino, diminuindo o tempo necessário para a aposição óssea (GONÇALVES, 2011, p. 3-4). Segundo Júnior et al. (2007, p. 224), uma mandíbula humana encontrada, de origem maia, dos anos 600, continha três fragmentos de coral substituindo dentes e, em volta destes implantes, por meio de radiografia observou-se a formação de tecido ósseo, sendo assim, estes pedaços de coral foram considerados os primeiros materiais aloplásticos a serem implantados com sucesso em uma pessoa viva.

Os dentes possuem diversas funções, como dar início ao processo de digestão, a articulação de alguns sons consonantais e também a estética e a expressão facial. Os materiais utilizados na fabricação de próteses dentárias devem, então, ser capazes de satisfazer esses critérios, sendo que os principais encontrados são metais, cerâmicas, polímeros e resinas compostas, além de ligas metal-cerâmicas, as quais reúnem a estética semelhante à do dente natural da cerâmica e as ótimas propriedades mecânicas dos metais (GOMES et al., 2008, p. 3-5).

Para que haja uma integração prudente entre tecido e material, as próteses devem obedecer alguns parâmetros, como uma boa adaptação marginal (sendo aceitável uma desadaptação de 120µm) (GORDILHO et al., 2009). Não havendo o cumprimento desses parâmetros, as próteses podem causar lesões nos pacientes, como a estomatite, a hiperplasia fibrosa inflamatória, a úlcera traumática e a quelite angular, sendo elas mais decorrentes pelo uso de próteses removíveis (dentaduras) com as quais os pacientes não tenham muita higiene do que em casos de desadaptação de próteses fixas (LIRA et al., 2008, p. 20), ou ainda, em casos de materiais metálicos que liberam íons que reagirão com o tecido, podem ocorrer lesões de efeitos subjetivos, como ardência na boca, gosto metálico e sensações elétricas, ou efeitos objetivos, como descoloração e inflamação gengival, anomalias e vermelhidão na língua e no palato e lesões brancas (MORAIS et al., 2007, p. 49).

A estrutura do dente compreende uma parte externa, chamada de coroa, da qual se estende a dentina, que penetra no maxilar para formar a parte mais interna do dente, a raiz. A camada mais externa da coroa é composta de esmalte, uma substância formada pela mineralização de uma matriz orgânica e que é o tecido mais duro de nosso corpo, devido justamente à elevada taxa de mineralização. A dentina é revestida por uma camada fina de um tecido duro, o cimento. As raízes mantêm-se em sua posição através das fibras elásticas da membrana periodontal, que vai desde o cimento até uma camada óssea no interior do maxilar chamada de lâmina dura. A cavidade pulpar, envolvida pela dentina, continua na raiz com o canal radicular, por cujo extremo orifício penetram os vasos sanguíneos, nervos e tecido conjuntivo (RUA, 2012, p. 4-6). Essa variedade de estruturas e de razão entre matriz orgânica e parte mineral faz com que haja diferentes tipos de fraturas, as quais necessitam de diferentes tipos de restaurações ou substituições que ao longo do tempo foram desenvolvidas, como inlays, onlays, veneers, próteses removíveis ou próteses parciais removíveis, pontes e implantes dentários.

Aos materiais utilizados em implantes, dá-se o nome de biomateriais porque servem para substituir órgãos e tecidos biológicos ou para o tratamento dos mesmos, portanto devem ser compatíveis com o organismo. Essa compatibilidade engloba alguns parâmetros, como a resistência, o módulo de elasticidade, torção ou flexão, a fadiga, a rugosidade, a taxa de permeação, a absorção de água, a esterilização, a bioestabilidade e ainda algumas características quanto à resposta biológica dos materiais, como bioinércia, bioatividade e biorreatividade (SILVA, 2006, p. 4 – 11).

Materiais bioinertes são menos suscetíveis a causar reações adversas devido a sua estabilidade química, como, por exemplo, cerâmicas à base de carbono, alumina e zircônia. Materiais biorreativos são os que reagem de maneira não favorável ao tecido, como metais que liberam íons – os metais, aliás, dominam essa classe, embora a maioria deles seja bioinerte. Já, os bioativos são materiais capazes de favorecerem a formação de tecido e estabelecer uma interface de suporte às cargas funcionais, sendo que esse papel parece ser cumprido por algumas cerâmicas, como vidros bioativos e vitro-cerâmicas, cerâmicas de fosfato de cálcio e compósitos desses vidros e cerâmicas com fases inertes (SILVA, 2006, p. 5-17).

O objetivo do trabalho foi investigar, através de uma revisão literária, as propriedades mecânicas, químicas, físicas e biológicas dos materiais empregados na fabricação de próteses dentárias, seja para revestimento ou fixação de ligas metálicas utilizadas na substituição de tecidos dentários lesionados. Além disso, buscou-se

compreender as consequências e as reações do organismo humano a aplicação de implantes dentários.

2 METODOLOGIA

Para a realização do trabalho foi feita uma revisão da literatura, tratando-se, portanto, de um trabalho em que a metodologia adotada foi a bibliográfica-documental, ou seja, de análise tanto de obras científicas como de documentos que não foram previamente tratados por outros autores (SÁ-SILVA et al, 2009). Esta revisão foi centrada no estudo das propriedades dos biomateriais, abrangendo a compreensão da estrutura do dente.

O estudo dos biomateriais utilizados em próteses dentárias constitui-se tema de muito interesse da área de ciências de materiais, sendo objeto de estudo de odontólogos, engenheiros, físicos e biólogos, dentre outros profissionais. Assim, é um tema de interesse interdisciplinar.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os biomateriais são materiais utilizados em tecidos biológicos buscando o tratamento, substituição ou diagnóstico dos tecidos em que são colocados. Sua seleção se baseia em qual será sua aplicação. Eles podem ter diversas funções, como a estética, em implantes de seios, por exemplo, ou a estrutural, quando substituem ossos ou dentes.

Os materiais utilizados não podem ter características prejudiciais ao organismo, isto é, não podem produzir respostas adversas ao meio biológico, então deve haver um estudo para que o material usado não seja tóxico, cancerígeno, antigênico (substância que estimula a produção de anticorpos que agem contra as células do corpo) ou mutagênico, que causa mutações nas moléculas de DNA (MORAIS et al., 2007, p.48).

Para selecionar o material, deve-se considerar as características físicas, químicas e mecânicas dos biomateriais (SILVA, 2006, p. 6-7). São elas:

I) a resistência mecânica, tendo que ser alta em implantes odontológicos e ortopédicos, pelo fato destes serem estruturais e substituírem tecidos de alta dureza;

II) o módulo de elasticidade, torção ou flexão, que deve ser o suficiente para que o material sofra as cargas funcionais e retorne ao estado original;

III) a fadiga, que é o ponto em que o material passa a não suportar os esforços cíclicos e apresenta trincas;

IV) a taxa de permeação, essencialmente alta em lentes de contato, já que estas estarão em contato com o ar o tempo todo;

V) a absorção de água, que pode mudar as demais características físico-químico-biológicas dos materiais, além de colaborar para sua degradação;

VI) a bioestabilidade, que deve existir em implantes permanentes;

VII) o método de esterilização, o qual pode alterar o estado energético da superfície de um material e, conseqüentemente, a sua resposta biológica.

Para que um material se adeque ao meio biológico, ele deve possuir biocompatibilidade. O termo foi definido, em 1987, por Williams, como sendo a habilidade de um material desempenhar com uma resposta tecidual apropriada em uma aplicação específica (Williams, 1992 A). No caso dos implantes ósseos, o biomaterial deve possuir ainda osteointegração, que tem como definição atualmente “o processo pelo qual a fixação rígida e assintomática de um material aloplástico no osso é obtida e mantida durante a função” (HOBKIRK e WATSON, 1996). Quanto à resposta biológica, os biomateriais podem ser bioinertes, bioativos ou biorreativos (SILVA, 2006, p. 11).

Materiais bioinertes são biomateriais quimicamente estáveis, pouco suscetíveis a causar reações adversas na relação tecido-implante. Entre eles, destacam-se a alumina e a zircônia, bastante usadas em juntas sujeitas à fricção devido à alta resistência ao desgaste desses materiais, além das cerâmicas à base de carbono, que possuem propriedades similares às do osso (SILVA, 2006, p. 12).

Materiais biorreativos são os que reagem com o tecido de maneira não favorável, por exemplo, metais que liberam íons – materiais dessa classe usados em ortopedia e implantodontia dominam o grupo dos biorreativos. No entanto a maioria dos metais são bioinertes. A composição química dos metais deve ser bem controlada para que não haja degradação de sua camada de óxido (a qual, fina e aderente, é essencial para a biocompatibilidade do metal), nem pioras em suas propriedades mecânicas. As três principais classes de metais utilizados como biomateriais são os aços inoxidáveis, as ligas à base de cobalto e as ligas à base de titânio, sendo que esse último, assim como o nióbio e o tântalo, é um metal que adquire bioatividade após um tratamento de ativação de superfície do seu óxido (SILVA, 2006, p. 4-17).

Bioativos são biomateriais em cuja superfície forma-se tecido, estabelecendo uma interface com o meio biológico capaz de suportar as cargas funcionais. Sendo assim,

a biocompatibilidade do material é considerada ótima se ele for capaz de formar essa interface e dar suporte às cargas que normalmente ocorrem no local da implantação (SILVA, 2006, p. 17). Materiais que parecem cumprir essa função são os vidros bioativos e vitro-cerâmicas, as cerâmicas de fosfato de cálcio e compósitos desses vidros e cerâmicas com fases inertes (CAMPOS et al, 2011, p. 182).

Primeiramente, os implantes dentários eram feitos de metais preciosos como ouro, platina, paládio e irídio, mas seu alto custo e baixa resistência levaram a um investimento em outros tipos de materiais. Atualmente, os principais tipos de biomateriais utilizados em próteses dentárias são os metais, as cerâmicas e as metalocerâmicas (GONÇALVES, 2011, p. 15).

Os biomateriais metálicos se destacam pelas suas propriedades mecânicas, como a resistência à flexão, corrosão e sua alta dureza, além da baixa temperatura de fusão, baixa condutividade térmica, boa biocompatibilidade e boa adesão à porcelana, para a confecção de próteses metalocerâmicas. As ligas metálicas utilizadas em próteses dentárias são divididas em dois grupos, sendo uma a dos metais altamente nobres e nobres e outro, o das ligas de metais básicos. Como as propriedades necessárias variam com o caso, é preciso que sejam feitas ligas entre diferentes metais para que se obtenha características adequadas (GONÇALVES, 2011, p. 17-18)

As ligas de metais altamente nobres e nobres comportam elementos como ouro, prata, platina e paládio. Suas vantagens estão na fácil modelagem devido ao baixo ponto de fusão e sua coloração clara, que torna fácil mascará-las com porcelana, além de possuírem ótima biocompatibilidade, porém estas próteses possuem um custo muito elevado (GONÇALVES, 2011, p. 18)

As ligas de Metais Básicos englobam as ligas de cobalto-crômio (CoCr) e níquel-crômio (NiCr), titânio comercialmente puro, ligas de titânio e aços inoxidáveis. Suas propriedades mecânicas são superiores às do outro grupo, além da adição de crômio dar a estas ligas alta resistência à corrosão. Contudo, sua alta temperatura de fusão e elevada dureza tornam difícil seu manuseio. A maioria dos clientes se atrai por este grupo pelo fato das ligas possuírem boas propriedades unidas ao baixo custo. As ligas de titânio vêm se destacando entre as demais por possuírem maior biocompatibilidade, além de ótimas propriedades mecânicas manipuláveis, pela combinação e proporção entre a fase α do titânio (estabilizada pelo alumínio) e sua fase β (estabilizada pelo vanádio), enquanto as ligações NiCr, apesar de possuírem boas propriedades mecânicas, apresentam efeito alérgico e citotoxicidade e, nas ligas de CoCr, existe risco durante a manipulação dos

elementos, por elas incluírem berílio, um metal com efeito cancerígeno, além de serem difíceis de manusear e polir, prejudicando sua ductilidade e aumentando o seu custo (GONÇALVES, 2011, p. 20-21)

O destaque para as cerâmicas está no parâmetro estético, dentre outras características muito próximas às do dente e a alta biocompatibilidade, com ênfase para a cerâmica feldspática (entre as próteses de cerâmica pura), a qual, em alta temperatura, se decompõe em uma fase vítrea e uma fase cristalina, parâmetro necessário na fabricação dos principais sistemas de cerâmica para prótese. Também se pode destacar a cerâmica aluminizada, que é quase igual à anterior, porém com a adição de alumina, para aumentar sua resistência à flexão. É possível fazer próteses de inlays, onlays, coroas e próteses fixas usando apenas cerâmicas através dos sistemas cerâmicos fresados, nos quais alguns tipos de cerâmica são unidos/revestidos por outros, como o Procera AllCeram, em que uma cerâmica de 99,5% de alumina é revestida por cerâmica feldspática. Apesar disso, as cerâmicas puras possuem algumas propriedades mecânicas desfavoráveis que, para serem melhoradas, desenvolveram-se as próteses metalocerâmicas, as quais conferem as características mecânicas dos metais e a estética da cerâmica, usando metais, principalmente titânio, revestido por cerâmica (GONÇALVES, 2011, p. 25-33)

O sucesso clínico das ligas metalocerâmicas depende, além da qualidade da liga metálica e da cerâmica separadamente, da compatibilidade entre os dois materiais e de uma ligação estável entre eles. Por terem pior resistência a esforços de tração em relação aos de compressão, as cerâmicas devem ter um coeficiente de expansão térmica menor que o do metal, para que este sofra pressão por tração e aquela por compressão. Para um fabrico de qualidade, a maioria dos processos de ligação englobam o aquecimento dos materiais em um processo de fusão da cerâmica ao metal, no qual este vai liberar uma camada de óxido que fará ligações químicas com o interior da cerâmica, gerando uma interface de contato mais íntimo e resistente (GONÇALVES, 2011, p. 37-40)

Além das cerâmicas, dos metais e das metalocerâmicas, o campo das resinas compostas vem sendo estudado desde a metade do século passado. Elas foram incluídas na lista de materiais capazes de restaurar perdas de dentes por serem fáceis de manusear e possuírem uma grande variedade de cores, podendo-se alcançar cores muito parecidas com a do dente (GONÇALVES, 2011, p.35). O problema está em algumas de suas características físico-químico-biológicas, como a baixa resistência ao desgaste (trata-se de um material desgastado até mesmo pela escovação), o alto coeficiente de

expansão térmica e sua redução polimérica, além de apresentar falhas na interface resina-dentina (BIANCHI et al, 2007, p. 130).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As restaurações de ligas metal-cerâmica parecem ser as próteses de maior destaque na implantodontia, gerando os melhores resultados, com a estética parecida com a do dente concebida pela cerâmica, as propriedades mecânicas fornecidas pelo metal da restauração e a boa compatibilidade com o tecido biológico, propriedade que é essencial para que a região da prótese se desenvolva naturalmente, sem irritações, como acontece em alguns casos de próteses removíveis.

Percebe-se então a importância dos estudos na área de biomateriais, já que estes proporcionam cada vez mais biocompatibilidade e integração ao meio biológico, conforme se desenvolvem novas tecnologias capazes de mesclar interfaces orgânicas e inorgânicas.

Como continuação deste trabalho, numa próxima etapa, haverá a vinculação dos estudos teóricos realizados com uma pesquisa de campo semiestruturada a ser realizada com profissionais da área odontológica, que são docentes e pesquisadores do curso técnico em Prótese Dentária do IFPR Campus Curitiba e que terá como base os casos clínicos atendidos por tais profissionais nas situações que envolvem a realização de implantes dentários e os materiais empregados nesses procedimentos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio da Pró-Reitoria de Extensão, Pesquisa e Inovação do Instituto Federal do Paraná, ao CNPq e ao Câmpus Curitiba pelo apoio financeiro à realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

BEHRENS, Emanuel João; SILVA, Adriano Willian da Silva. O Uso de Materiais Bioativos na Recuperação de Atletas Lesionados. **Revista Técnico Científica. v.3, n.1, 2012.**

BIANCHI, Eduardo C.; AGUIAR, Paulo R. de; ALVES, Manoel C. S.; FREITAS, César A. ;RODRIGUES, Ana R.;JUNIOR, Oscar B. de. Comparação dos Valores de Desgaste

Abrasivo e de Microdureza de 13 Resinas Compostas Usadas em Odontologia através do Método do Disco Retificado. **Polímeros: Ciência e Tecnologia, Bauru, v. 17, n. 2, p. 130-136, 2007.**

CAMPOS, Sílvia Denofre de; CAMPOS, Elvio Antônio de; FAVRETO, Wagner Alex Jann; CARNEIRO, Leandro Bispo; PAZINATTO, Jaqueline. Estudo da bioatividade de materiais constituídos por Na₂O-CaO-P₂O₅-SiO₂: Influência da adição dos óxidos de zircônio e de titânio. **Orbital, the Electronic Journal of Chemistry –www.orbital.ufms.br - v. 3, n. 4, out./dez. 2011.**

CARDOSO, Ana Rita gomes. **Previsibilidade das restaurações anteriores com resinas compostas. Que condicionantes de risco inerentes aos pacientes?** Dissertação (Mestrado em Medicina Dentária) – Universidade Fernando Pessoa, Porto, Portugal, 2010.

GOMES, E. A.; ASSUNÇÃO, W. G.; ROCHA, E. P.; SANTOS, P. H. Cerâmicas odontológicas: o estado atual. **Cerâmica, Araçatuba, v. 54, p. 319-325, 2008.**

GONÇALVES, Sara Isabel da Silva. **Resistência à fadiga de ligações metal-cerâmico em restaurações dentárias com Recurso a Interfaces Compósitas.**2011.Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) – Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Azurém, Portugal, 2011.

GORDILHO, Antonio Carlos; MORI, Matsuyoshi; GIL, Carlos; CONTIN, Ivo. A adaptação marginal dos principais sistemas de cerâmica pura. **Revista Odonto, São Bernardo do Campo, v. 37, n. 34, p. 82, jul./dez. 2009.**

HORN, Karina Seyboth. **O uso de biomateriais em implantes fenestrados: uma revisão atual.** 2011.Dissertação (Graduação em Odontologia) – UFRGS, Porto Alegre, 2011.

JÚNIOR, João Geraldo Bugarin; GARRAFA, Volnei. Bioética e biossegurança: uso de biomateriais na prática odontológica. **Revista Saúde Pública, v. 41, n. 2, 223-228, 2007.**

LIRA, Alan Bruno de Farias; ORESTES-CARDOSO, Antonio Jorge; ORESTES-CARDOSO, Silvana; FILHO, Mário Gonçalves de Oliveira; ORESTES-CARDOSO, Maria do Socorro. Lesões da mucosa oral em pacientes portadores de próteses dentárias: ilustrações clínicas e abordagem preventiva. **Revista Odonto, São Bernardo do Campo, v. 16, n 31, jan./jun. 2008.**

MORAIS, Liliâne Siqueira de; GUIMARÃES, Glaucio Serra; ELIAS, Carlos Nelson. Liberação de íons por biomateriais metálicos. **Revista Dental Press Ortodon Ortop Facial, Maringá, v. 12, n. 6, p. 48-53, nov./dez. 2007.**

NETO, Belmira de Almeida Ferrera. **Caracterização mecânica de biomateriais implantados ionicamente.**Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) – Universidade do Porto, Porto, Portugal, 1995.

RUA, Marcelo Correia Cigarro Brás. **Restaurações estéticas em dentes anteriores: diferentes abordagens em função da faixa etária dos pacientes.** 2012. Dissertação (Mestrado em Medicina Dentária) – Centro Regional das Beiras, Universidade Católica Portuguesa, Beiras, Portugal, 2012.

SÁ-SILVA, Jackson Ronie; ALMEIDA, Cristóvão Domingos de; GUINDANI, Joel Felipe. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. **Revista Brasileira de História & Ciências Sociais, v. 1, n. 1, Jul 2009.**

SILVA, Marcelo Henrique Prado da. **Apostila de biomateriais.**2006. Disponível em <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfOo4AF/apostila-biomateriais>>. Acesso em 22 de março de 2013.