



## AVALIAÇÃO DOS DIFERENTES BIOMATERIAIS APLICADOS À COMPOSIÇÃO DE PRÓTESES ORTOPÉDICAS

### EVALUATION OF DIFFERENT BIOMATERIALS APPLIED TO THE COMPOSITION OF ORTHOPEDIC PROSTHESES

Bruno Nonato da Cruz Furtado<sup>1</sup>, Caroline Peternelli<sup>1</sup>, Maria Luiza de Souza Binhara<sup>1</sup>, Nyckole Rodrigues Martins<sup>1</sup>, Rivair dos Santos Junior<sup>1</sup>, Simone Maria Klok<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Aluno do curso de Biomedicina em Uniandrade, Curitiba, Brasil

<sup>2</sup>Professor orientador do curso de Biomedicina em Uniandrade, Curitiba, Brasil  
e-mail: maria.luiiza@hotmail.com

**Resumo.** A porcentagem de acidentes envolvendo motociclistas aumentou significativamente nos últimos anos, o que acarreta, fatalmente, em eventualidades irreversíveis, como por exemplo, fraturas ósseas que, por sua vez, tornam necessária a utilização de próteses ortopédicas. A maior parte dos casos de ruptura óssea é custeada pelo Sistema Único de Saúde (SUS) e o que é levado em consideração, nesse caso, é o baixo custo. Por conta disso, utiliza-se o aço inoxidável, porém, não é o material ideal, levando em consideração que este não permite uma posterior integração da matriz óssea. A prótese ortopédica ideal seria aquela que permitisse o crescimento ósseo, podendo ser obtido com, por exemplo, a utilização de um material cerâmico. Neste caso a prótese caracterizaria um biomaterial. Biomaterial é qualquer substância ou combinação de substâncias, naturais ou não, que não sejam drogas ou fármacos, utilizadas em aplicações biomédicas e que interagem com sistemas biológicos, que tratam, aumentam ou substituem quaisquer tecidos, órgãos ou funções do corpo. A necessidade de reestabelecer funções perdidas de órgãos ou tecidos afetados por alguma doença ou trauma vem contribuindo para grandes avanços na Medicina Regenerativa na busca de estratégias inovadoras para o desenvolvimento de novos materiais e tecnologias passíveis de aplicação na confecção de dispositivos biomédicos, que proporcionem aos pacientes maior expectativa e qualidade de vida. Os biomateriais podem ser constituídos de cerâmicas, metais ou polímeros. O atual artigo tem por finalidade uma avaliação dos diferentes biomateriais aplicados à composição de próteses ortopédicas, bem como avaliar seus impactos na qualidade de vida dos pacientes.

**Palavras-chave.** Biomateriais, Próteses Ortopédicas, Composição de Próteses Ortopédicas, Integração Óssea.

**Abstract.** The percentage of accidents involving motorcyclists has increased significantly in recent years, which inevitably leads to irreversible eventualities, such as bone fractures, which in turn make it necessary to use orthopedic prostheses. Most cases of bone rupture are funded by the Unified Health System (SUS) and what is taken into account, in this case, is the low cost. Because of this, stainless steel is used, but it is not the ideal material, taking into account that it does not allow a posterior integration of the bone matrix. The ideal orthopedic prosthesis would be the one that would allow bone growth, which can be obtained with, for example, the use of a ceramic material. In this case the prosthesis would characterize a biomaterial. Biomaterial is any substance or combination of substances, natural or otherwise, that are not drugs or drugs, used in biomedical applications and that interact with biological systems, which treat, increase or replace any tissues, organs or functions of the body. The need to reestablish lost functions of organs or tissues affected by some disease or trauma has contributed to great advances in Regenerative Medicine in the search for innovative strategies for the development of new materials and technologies that can be applied in the manufacture of biomedical devices that provide patients higher expectations and quality of life. Biomaterials can be constituted of ceramics, metals or polymers. The present article aims to evaluate the different biomaterials applied to the composition of orthopedic prostheses, as well as to evaluate their impact on patients' quality of life.

**Keywords.** Biomaterials, Orthopedic Prostheses, Composition of Orthopedic Prostheses, Bone Integration.



## 1. INTRODUÇÃO

Estatísticas indicam o elevado número de acidentes com jovens motociclistas. Esses acidentes em sua amplitude são, de forma geral, muito graves, acarretando em perdas significativas de mobilidade, onerando o INSS (Instituto Nacional do Seguro Social) em benefícios temporários ou definitivos.<sup>1</sup>

O Sistema Único de Saúde (SUS) emprega o aço cirúrgico em próteses ortopédicas, pelo fato destas apresentarem baixo custo se comparados à platina (material adequado para próteses ortopédicas, porém de alto custo). Além disso, o aço cirúrgico utilizado eventualmente ocasiona rejeição em determinados pacientes, sendo necessária sua substituição.<sup>2,3</sup>

A necessidade de reestabelecer as funções perdidas de um órgão ou tecido devido à um trauma vem acelerando ao avanços na Medicina Regenerativa sempre em busca de proporcionar melhor qualidade de vida para o paciente. A prótese ortopédica ideal seria aquela que permitisse o crescimento ósseo, podendo ser obtido com, por exemplo, a utilização de um material cerâmico.<sup>3</sup>

Esse estudo tem por finalidade uma avaliação dos diferentes biomateriais aplicados à composição de próteses ortopédicas com ênfase nas estratégias em engenharia de tecidos para regeneração óssea bem como avaliar seus impactos na qualidade de vida dos pacientes.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o presente trabalho realizou-se uma pesquisa bibliográfica com base em dados atuais, nas plataformas Google Acadêmico, Scielo (Scientific Electronic Library Online) e Direct Science. A localização das fontes citadas acima, deu-se pela utilização de palavras-chave como Biomateriais, Próteses Ortopédicas, Composição de Próteses Ortopédicas e Integração Óssea no período de setembro a outubro de 2018.

Ressalta-se, que por meio de pesquisas e análises, o atual ofício foi escrito para melhor compreensão do assunto

abordado, visando explorar o máximo possível o material coletado.

## 2. RESULTADOS

### Biomateriais

Entende-se como biomaterial “qualquer substância ou combinação de substâncias, naturais ou não, que não sejam drogas ou fármacos, utilizadas em aplicações biomédicas e que interagem com sistemas biológicos, que tratam, aumentam ou substituem quaisquer tecidos, órgãos ou funções do corpo.” (VON RECUM; LABERGE, 1995; GIL; FERREIRA, 2006).<sup>4</sup>

A introdução destes processos na história das civilizações tem recorrência de distantes marcações temporais, como: o uso de suturas de linho e ouro no antigo Egito e de intestinos de gato. Os primeiros reconhecimentos nesta área trouxeram à ciência um novo método de ter seus desejos de evolução sanados e redesenhados para conhecimentos ainda mais extremos.<sup>5</sup>

Em 1930 foi descoberto que a penicilina e o surgimento do conceito de cirurgia asséptica contribuíram para procedimentos cirúrgicos e o uso de biomateriais nos mesmos. Na década de 80, pesquisas feitas por Branemark, definiram o conceito de osseointegração e o uso de metal como implante popularizado, o mesmo conceito foi o mais benquisto e mais publicado, referindo-se ao contato direto entre o tecido vivo e o material implantado. Com isso, muitos estudos foram direcionados para analisar e avaliar os atributos dos metais com o intuito de aperfeiçoá-los através de tratamentos de superfície a fim de proporcionar melhor compatibilidade e menos toxicidade ao entrar em contato com o organismo vivo.<sup>1</sup>

No que se refere a utilização e apropriação final destes materiais, são várias as etapas e processos de regularização para se chegar ao produto final. Processos estes que variam desde as formulações (quanto a composição) até a biostabilidade que o mesmo é capaz de proporcionar. Posteriormente, com base na escolha dos que se mostrarem mais apropriados, faz-se a fabricação seguida de esterilização e embalagem do biomaterial que é encaminhado, então, para testes mais detalhados de toxicologia, biointeração in vitro e in vivo.<sup>5</sup>

É de extrema importância que estudos que circulem tais aspectos científicos com uma dinamicidade indefinida de conhecimentos sejam realizados e discutidos tecnicamente através de



outros pontos importantes da área da saúde, tanto do ponto analítico quanto ao modo de sua interação com o organismo, tendo assim a abrangência do maior grau de compatibilidade e menor deterioração. Para isso, é necessário profissionais com variadas formações, de forma a abranger os vários aspectos requeridos e para que não ocorram erros. Desta forma pode-se, seguramente, afirmar que a abordagem para o desenvolvimento de biomateriais é, por natureza, multidisciplinar e que prioriza a convergência de metas.<sup>5</sup>

#### 4. DISCUSSÃO

##### **Biomateriais aplicados à próteses ortopédicas**

Uma das questões mais ponderáveis, quanto ao uso de biomateriais em próteses ortopédicas, é associada ao gênero de material utilizado em sua confecção e ao benefício que este é capaz de proporcionar ao paciente. Desta forma, torna-se necessário uma análise detalhada das categorias de biomateriais mais utilizados em próteses ortopédicas, como as ligas metálicas, titânio, cerâmicas e polímeros, levando em consideração suas respectivas vantagens, limitações e aplicabilidade.<sup>5</sup>

##### **Metais**

As ligas metálicas é um dos materiais mais analisados e utilizados para este fim, elas representam a classe de biomateriais com mais elementos na tabela periódica.<sup>1</sup>

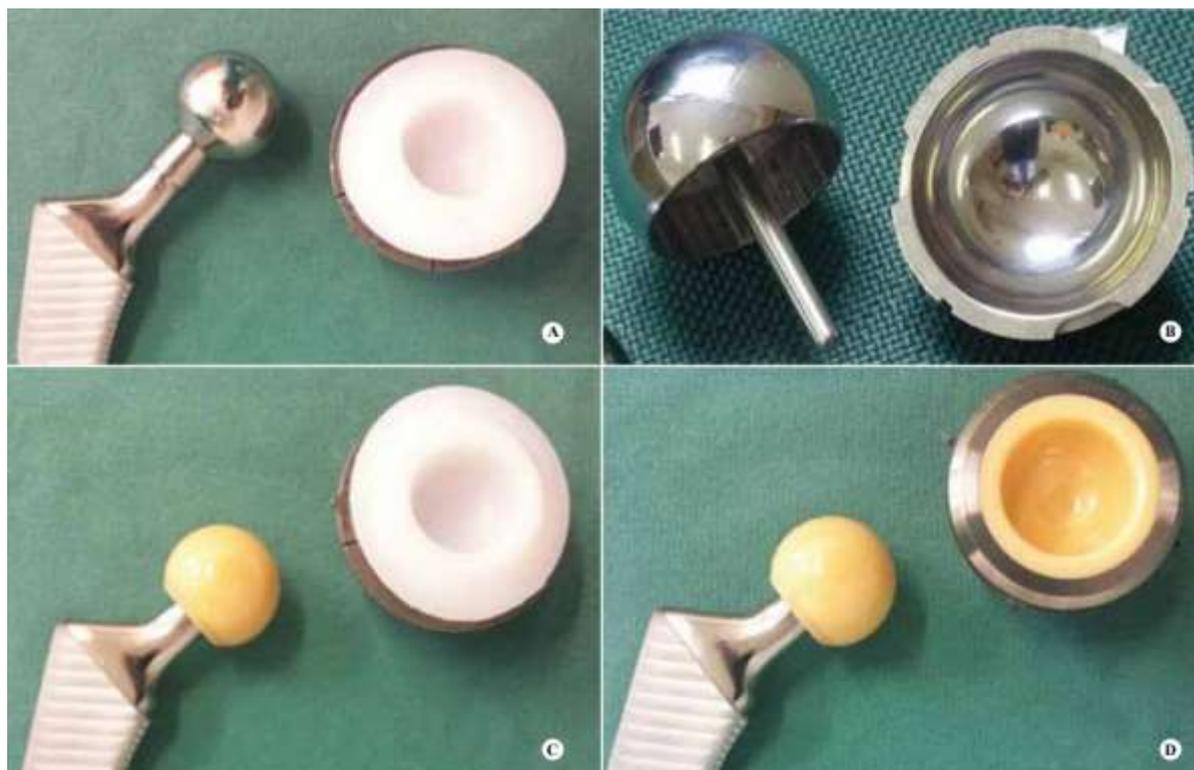
Hoje em dia o material mais utilizado comercialmente para implantes é o titânio. Porém, a maior parte dos casos de fraturas ósseas é custeada pelo SUS, o que se leva em conta,

Uma das maiores causas graves externa é o trauma, isso ocorre na maioria das vezes com acidentes de grande impacto, podendo causar fraturas, tornando-se um problema de saúde pública, por conta dos tipos de mecanismos, estes são: a alta morbimortalidade e os gastos diretos e indiretos.<sup>5</sup>

Muitos estudos estão investigando alguns materiais compatíveis ao corpo humano e que antecipem o processo de recuperação dos tecidos, principalmente no processo de consolidação óssea.<sup>1</sup>

nesse caso, é o baixo custo e em vista disso, utiliza-se o aço inoxidável. O titânio e suas ligas possuem atributos importantes, como baixo módulo de elasticidade e tem sido aproveitado na reposição de tecidos duros, por conta de suas particularidades. O titânio tem boa resistência à fadiga, à corrosão e excelente biocompatibilidade, e na área biomédica abrangem válvulas e dispositivos artificiais para uso cardiovascular e aplicações mais estruturais como parafusos e pinos para implantes odontológicos e próteses ósseas para membros superiores e inferiores.<sup>1</sup>

Contudo, os aços inoxidáveis são metais a base de ferro e seu uso na área da saúde precisa de uma norma específica, na qual regulamenta sua composição química para uso em humanos. A evolução do desempenho desse material em aplicações médicas, deve-se pelo uso de nitrogênio em sua composição química, onde algumas de suas propriedades são elementos químicos, aos quais atribui-se alta resistência à corrosão devida à presença de filmes de óxidos de cromo estáveis e protetores.<sup>1</sup>



**Figura 1** – Ilustra as superfícies articulares, sendo: a) articulação metal-polietileno; b) metal-metal; c) cerâmica-polietileno e d) cerâmica-cerâmica.<sup>6</sup>

### Hidroxiapatita

A hidroxiapatita é um biomaterial que vem ganhando proeminência na medicina ortopédica, apesar de nos dias atuais ser mais utilizado na área da odontologia e na estética.<sup>12</sup> A hidroxiapatita  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ , é um composto que pode ser encontrado em sua forma natural, nas rochas ígneas metamórficas, calcário e rochas de fosfato, que através da lixiviação e sedimentação se depositam nos oceanos e podem ser também encontrados na vida marinha.<sup>12</sup>

Esse biomaterial tem sido fortemente estudado por conta de suas particularidades estruturais e químicas, que viabilizam sua utilização no setor médico, por ser biocompatível com o organismo em forma de próteses e implantes. Porém, seu maior diferencial é a promoção do revestimento de próteses metálicas para que haja uma posterior ligação interfacial efetiva entre o tecido hospedeiro e o material implantado.<sup>12</sup>

### Cerâmicas

As cerâmicas, materiais que abrangem desde próteses ortopédicas, preenchimento ósseo à procedimentos odontológicos, possuem significativa importância devido ao fato destas serem menos densas do que outros biomateriais<sup>5</sup>, além de possibilitar a posterior reintegração da matriz óssea, ao contrário das ligas metálicas<sup>3</sup>.

Contudo, são pouco indicadas para locais submetidos a tensões elevadas ou que necessitem de sustentação, pelo fato destas apresentarem ligações interatômicas tendo como consequência estruturas duras e quebradiças, além de serem instáveis na presença de rachaduras e outras irregularidades, podendo contribuir para uma eventual ruptura precoce durante o uso<sup>5</sup>.

Entretanto, com a técnica Plasma Spray, essa limitação foi solucionada, tendo em vista que esse recurso visa encapar os metais com a cerâmica, unindo o benefício peculiar da biocerâmica com a consistência do metal, patenteando que o uso do material cerâmico não necessita ser de forma isolada.<sup>9</sup>

Com o crescimento elevado desse recurso, os elementos cerâmicos foram fracionados em grupos. Uma de suas classificações foi realizada



por Larry Hench, consistindo em: inertes, bioativos, porosos e reabsorvíveis.<sup>10,11</sup>

| Tipo de biocerâmica | Interações com os tecidos                                  | Exemplos                                    |
|---------------------|--|---|
| Inertes             | Não há interações químicas nem biológicas                  | Alumina                                     |
| Porosas             | Ocorre o crescimento interno dos tecidos através dos poros | Aluminatos e hidroxiapatita porosos         |
| Bioativas           | Ocorre uma forte ligação na interface osso-implante        | Biovidros, hidroxiapatita e vitro-cerâmicas |
| Reabsorvíveis       | As cerâmicas são degradadas e substituídas pelos tecidos   | Gesso e fosfato tricálcico                  |

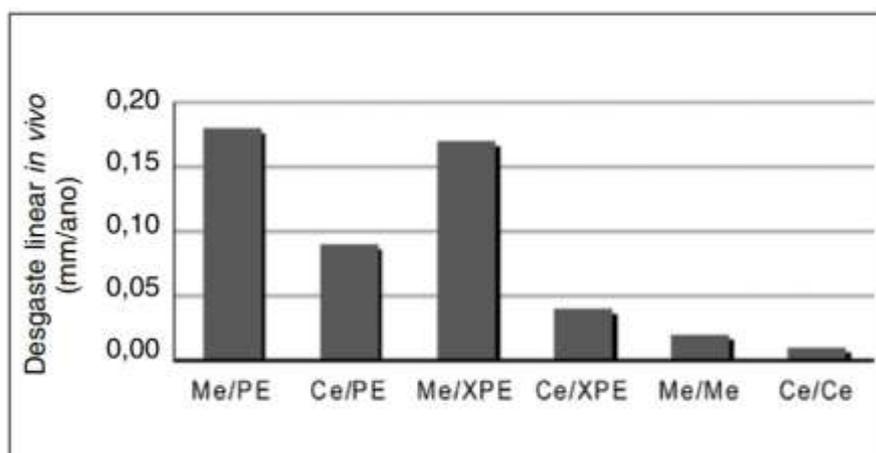
**Figura 2** – Ilustra a classificação das biocerâmicas e suas interações.<sup>9</sup>

Por conta da grande diversidade dessa espécie de biomaterial, busca-se maneiras de classificá-los em variados grupos. Todavia, mesmo que as biocerâmicas, de maneira geral, sejam classificadas em bioinertes e bioativas, de acordo com uma Conferência da Sociedade Europeia a expressão “bioinerte” não seria conveniente, pelo fato desses biomateriais possuírem a capacidade de despertar determinados estímulos ao tecido hospedeiro. Não obstante, o termo continua sendo empregado com frequência, pois este apresenta uma resposta mínima, não resultando em uma posterior rejeição ou ligação no tecido, de modo a formar uma cápsula fibrosa em torno do material.<sup>9</sup>

### Polímeros

Os polímeros, por sua vez, em comparação aos anteriores, incluem a facilidade de fabricação e boa disponibilidade, sendo este um material leve, com propriedades de isolamento térmica, de isolamento elétrica, versátil e sensível ao calor.<sup>5</sup>

Dentre os polímeros existentes, o mais eficaz para próteses ortopédicas, principalmente para implantes na área do joelho e do quadril é o polietileno (PE), por conta de suas propriedades (elevada massa molar e densidade), levando em consideração, no entanto, que sua fixação no tecido ósseo pode ser prejudicada devido à apolaridade da cadeia do elemento. Porém, a forma de fazer com que este impasse seja solucionado, é a alteração morfológica do polietileno, agregando à este porosidades em sua estrutura, fazendo com que haja um melhor reintegroamento celular ósseo.<sup>5</sup>



**Figura 3** – Ilustra a média de desgaste anual dos biomateriais que constituem próteses ortopédicas.<sup>6</sup>



Observa-se que o metal, como citado anteriormente, não permite a posterior integração celular óssea<sup>2,3</sup>, porém, em relação aos polímeros, possui menor porcentagem de desgaste anual.<sup>6</sup> Os polímeros (sozinhos ou com os metais e cerâmicas), apesar de suas vantagens, dispõem de maior porcentagem de desgaste, sendo o mais eficaz nesse quesito, o material cerâmico.<sup>6</sup>

### **Impacto na qualidade de vida dos pacientes**

A preocupação com a qualidade de vida de pacientes que utilizaram biomateriais em próteses ortopédicas é de extrema importância.<sup>7</sup>

Durante um determinado semestre houve a avaliação de pacientes que haviam colocado próteses, mas que em seis semanas não haviam obtido resultados significativos. Somente no trimestre seguinte o primeiro resultado apareceu, fato este que levou a todos a tranquilidade.<sup>7</sup>

Posteriormente, concluíram que esses procedimentos são capazes de melhorar significativamente a qualidade de vida dos pacientes, acarretando à uma melhora do equilíbrio dinâmico, da claudicação e da qualidade do sono.<sup>8</sup>

### **Estratégias em engenharia de tecidos para regeneração óssea**

A engenharia de tecidos é um novo ramo da ciência voltada para a pesquisa multidisciplinar, que envolve conhecimentos de medicina, biologia e engenharia, para o desenvolvimento de substitutos biológicos de reparação, reconstrução e regeneração de tecidos decorrente de grande perda de integridade tecidual por traumas e deformidades do seu desenvolvimento. Diferentemente dos tratamentos convencionais vigentes, baseados em cirurgia reconstrutiva ou transplante de órgãos, estratégias em engenharia tecidual possibilitam o desenvolvimento de substitutos biofuncionais para órgãos e tecidos com tolerância imunológica para implantação, sem risco de rejeição pelo paciente. Por isso, a aplicação de biomateriais sintéticos e naturais na regeneração do tecido ósseo é relevante pelo pouco dano causado aos tecidos saudáveis, fácil dissolução e absorção em meio fisiológico, baixo risco de contaminação viral e bacteriana, estímulo à formação óssea, e fácil disponibilização no mercado.<sup>13</sup>

## **5. CONCLUSÃO**

Nos últimos anos, o setor de biomateriais não só engrandeceu em número de produtos e em desenvolvimentos, mas também investiu economicamente de maneira expressiva, sua força no progresso da qualidade da vida humana é evidente e sua contribuição futura deve ser numericamente mais superiora.

Conclui-se, portanto, que os estudos avançados sobre biomateriais em próteses ortopédicas, buscando sempre o menor custo e o maior benefício, necessitando, por conta disso, de uma equipe multidisciplinar, gera uma significativa melhoria na qualidade de vida para o paciente, além de interferir integralmente na economia e na saúde pública do país.

## **REFERÊNCIAS**

1. Costa TC. Avaliação da Interface Osso-Implante em Superfícies de Ti6Al4V e do Aço Iso 5832-9 Tratadas Eletroquimicamente [dissertação]. Curitiba (PR): Universidade Federal do Paraná; 2012.
2. Silva EF, Oliveira LFC. Caracterização Química e Metalográfica dos Aços Inoxidáveis de Implantes Removidos de Pacientes (Chemical and Metallographic Characterization of Stainless Steel in Implants Removed from Patients) [Internet]. *Acta Ortop Bras.*; 2011 [citado 2018 out 01]; 19(5): 280-5. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/aob/v19n5/03.pdf>.
3. Azevedo VVC, Chaves SA, Bezerra DC, Costa ACFM. Materiais Cerâmicos Utilizados para Implantes [Internet]. *Revista Eletrônica de Materiais e Processos/ISSN*; 2008 [citado 2018 out 01]; 1809-8797 / v.3.1 31-39. Disponível em: [www2.ufcg.edu.br/revista-re-map/index.php/REMAP/article/download/58/87](http://www2.ufcg.edu.br/revista-re-map/index.php/REMAP/article/download/58/87)
4. Oliveira LSAF, Oliveira CS, Machado APL, Rosa FP. Biomateriais com Aplicação na Regeneração Óssea – Método de Análise e Perspectivas Futuras (Biomaterials for Bone Regeneration – Methods of Analyses and Future Perspectives) [Internet]. *R. Ci. méd. biol.*; 2010 [citado 2018 out 01]; 9(Supl.1):37-44. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/1560/1/3503.pdf>.



5. Pires ALR, Bierhalz ACK, Moraes AM. Biomateriais: Tipos, Aplicações e Mercado (Biomaterials: Types, Applications, and Market) [Internet]. Quím. Nova; 2015 [citado 2018 out 01]; Vol. 38, No. 7, 957-971. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v38n7/0100-4042-qn-38-07-0957.pdf>.
6. Schwartzmann CR, Boschini LC, Gonçalves RZ, Yépez AK, Spinelli LF. Novas Superfícies em Artroplastia Total do Quadril (New Bearing Surfaces in Total Hip Replacement) [Internet]. Rev. Bras. Ortop.; 2012 [citado 2018 out 01]; 47(2):154-9. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-36162012000200002](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-36162012000200002).
7. Silva RR, Santos AAM, Júnior JSC, Matos MA. Qualidade de Vida Após Artroplastia Total do Joelho: Revisão Sistemática [Internet]. Rev. Bras. Ortop.; 2014 [citado 2018 out 05]; 49(5):520-527. Disponível em: [http://www.scielo.br/pdf/rbort/v49n5/pt\\_0102-3616-rbort-49-05-0520.pdf](http://www.scielo.br/pdf/rbort/v49n5/pt_0102-3616-rbort-49-05-0520.pdf).
8. Lopes GD, Souza SR. Fatores que Interferem na Qualidade de Vida Após Artroplastia Total de Quadril (Factors that Interfere with Quality of Life After Total Hip Arthroplasty) [Internet]. Rev. Rene.; 2017 [citado 2018 out 05]; 18(2):264-71. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/rene/article/download/19266/29983>.
9. Kawachi EY, Bertran CA, Reis, RR, Alves OL. Biocerâmicas: tendências e perspectivas de uma área interdisciplinar (Bioceramics: tendencies and perspectives of an interdisciplinary area) [Internet]. Quím. Nova vol.23 n.4.; 2000 [citado 2018 out 24]. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v23n4/2652.pdf>.
10. Hench LL. Bioceramics: From Concept to Clinic [Internet]. Journal of the American Ceramic Society; 1991 [citado 2018 out 24]. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1151-2916.1991.tb07132.x>.
11. Hench LL. Bioceramics [Internet]. Journal of the American Ceramic Society; 2005 [citado 2018 out 24]. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1151-2916.1998.tb02540.x>.
12. Mavropoulos E. A hidroxiapatita como absorvedor de metais [Internet]. Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública 105 p.; 1999 [citado 2018 out 24]. Disponível em: [https://portaldeseres.icict.fiocruz.br/transf.php?id=00006603&lng=pt&script=thes\\_chap](https://portaldeseres.icict.fiocruz.br/transf.php?id=00006603&lng=pt&script=thes_chap).
13. SILVA, V. V. Aplicação de biomateriais em ortopedia e engenharia de tecido ósseo. Revista Saúde e Meio Ambiente – RESMA, Três Lagoas, v, 5, n.2, p. 14-27, agosto /dezembro. 2017. ISSN: 2447-8822. Disponível em: [http://seer.ufms.br/index.php/sameamb/article/view/4151/pdf\\_24](http://seer.ufms.br/index.php/sameamb/article/view/4151/pdf_24).