

ENGENHARIA E IMPACTO SOCIAL: IMPLANTES ORTOPÉDICOS

Izabela Ramos de Sousa
izabela.ramosdesousa@gmail.com
Universidade Federal de Santa Catarina
Departamento de Engenharia Mecânica

Lucas Gonçalves da Silva
lucasgoncdasilva@gmail.com
Universidade Federal de Santa Catarina
Departamento de Engenharia Mecânica

Resumo

O presente artigo discute o impacto social gerado por engenheiros na área de implantes ortopédicos. Entre as fontes figuram-se experiência própria de um dos autores, livros, estudos e pesquisas na internet sobre artigos publicados na área. Traça-se um histórico desde o surgimento das primeiras próteses no século XIX na Europa até os dias de hoje no Brasil, levantando questões sobre saúde pública do SUS. Apresentam-se avanços tecnológicos na área e trazem-se discussões sobre a importância da multidisciplinaridade na Engenharia. Espera-se que o texto seja útil para estudantes de engenharia, de medicina, professores, profissionais da área e demais interessados no tema.

Palavras-chave: Implantes Ortopédicos. Engenharia. Biomecânica. Impacto Social.

Abstract

The present article raises awareness on the social impact created by engineers in the field of orthopedic implants. Amongst the bibliography sources are own experience of one of the authors, books, studies, and searches on the Internet about field related articles. A history is built, ranging from the first prosthesis in the 19th century to the current days in Brazil, bringing questions on the Brazilian public health system. Technological advances in Biomechanical implants are also presented, as well as discussions on the importance of multidisciplinarity in Engineering. The article is directed at engineering students, medical students, professors, professionals in the area and all other people that might be interested.

Keywords: Orthopedic Implants. Engineering. Biomechanics. Social Impact.

1 INTRODUÇÃO

Sabe-se e observa-se que a ciência e cultura modernas têm em sua pauta principal o prolongamento e melhoramento da vida humana. A Organização das Nações Unidas (ONU) define o “Direito à Vida” como valor fundamental da humanidade. Permite-se aqui uma extensão ao conceito de vida, inserindo a ideia de não somente viver por mais tempo, mas também com maiores índices de felicidade. Sendo a felicidade e bem-estar geral outro grande projeto da humanidade como um todo, a espécie humana vem encontrando formas de burlar, cada vez mais, as intempéries que assolam as pessoas e ameaçam nossas visões para o futuro. (Harari, 2017)

Nesse contexto de desenvolvimento humano, a engenharia permeou para a área médica, entre diversas aplicações, através do projeto de próteses ortopédicas, suplementando as habilidade e conhecimento médicos com aprimoramentos técnicos, permitindo avanços na área de implantes como um todo.

Como motivações à escolha de tema para este trabalho está a experiência na área

de uma das pessoas responsáveis pelo artigo. Izabela Ramos de Sousa participou por quatro anos de projetos relacionados à área durante sua formação de Engenharia Mecânica e apresenta neste artigo conhecimentos adquiridos.

Apresentam-se ainda nesta publicação visões históricas, problemas socioeconômicos no Brasil relacionados ao tema, discussões sobre a multidisciplinaridade na engenharia e novas tecnologias da área.

Hoje implantes já são vistos com certa naturalidade e com boas taxa de sucesso nas operações, mas para chegarmos a este nível, tivemos muitos percalços e aprendizados ao longo do tempo, e essa história começa no século XIX, como veremos na próxima seção.

2 HISTÓRICO

Com as primeiras menções de técnicas cirúrgicas assépticas, pelo britânico Joseph Lister (1827-1912), e o uso de anestesia pelo cirurgião e farmacêutico americano Crawford Long (1815-1878) durante a década de 1860, foi possível abrir a possibilidade de procedimentos cirúrgicos mais longos e invasivos.

No começo do século XX as tentativas de usar implantes e cirurgias ortopédicas eram ainda incipientes e raras, visto que a comunidade médica ainda não havia sido convencida a utilizar partes artificiais nos pacientes, tanto metálicas quanto não-metálicas. Cirurgiões desta época são vistos hoje em dia como pioneiros no ramo e eram também os principais responsáveis pelo projeto dos implantes.(Markatos et al., 2016)

As primeiras próteses ficaram conhecidas como modelos funcionais, pois eram projetadas sem preocupação com a geometria original da articulação do joelho, apenas criavam uma nova articulação que fosse capaz de reproduzir os movimentos mais simples dos membros, destinada principalmente à reconstrução de fraturas e ossos longos e suas articulações. As soluções da época não eram capazes de imitar anatomicamente as articulações e ossos, apresentando dificuldades também nesse ponto.

Uma placa de aço inoxidável foi projetada pelos britânicos Sir William Arbuthnot Lane (Cirurgião, 1856-1943) e Dame Agnes Gwendoline Hunt (Enfermeira, 1866- 1955) junto ao cirurgião belga Albin Lambotte (1866-1955) e foi utilizada para mitigar fraturas. Alguns anos depois, nos Estados Unidos, os métodos de Lane foram modificados a fim de reduzir a concentração de pressão na placa de metal, reduzindo os ângulos agudos. Eles usaram uma mistura de Vanádio e Ferro, em vez de aço inoxidável, devido à maior elasticidade. Estelite, uma mistura de cromo e cobalto, acabou se mostrando mais inerte biologicamente e introduzida por Adalbert Zierold com sua pesquisa em 1924. (Markatos et al., 2016).

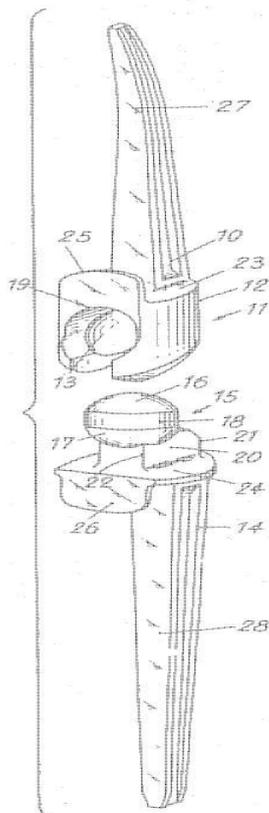


Figura 1. Modelo funcional (Fonte: GROS, 1974)

Essa mistura logo prevaleceu e foi amplamente aceita pelos cirurgiões até o final dos anos 1930.

Em seguida, vieram outros materiais como Molibdênio, Vitallium e as práticas de cirurgia incluíam muitas vezes remover o implante depois de seu uso não faz surtir efeito. Todavia, o uso de aço inoxidável se manteve em alta, corroborado por estudos científicos. Em especial, o do alemão Martin Kirschner, que utilizava pinos e fios para fortalecer a união entre implante e osso, técnica hoje em dia conhecida como K-Wire ou Kirschner wire. (Kirschner et al.)

O início do século XX foi rico no desenvolvimento de técnicas, mesmo que às vezes extremamente experimentais, como o uso de parafusos comuns. Também foram utilizadas hastes metálicas para prevenir rotação da cabeça femoral, placas com múltiplos ângulos. Os materiais eram majoritariamente aço inoxidável e Vitallium. Este último mostrou-se biologicamente mais tolerado, resultando em 30% a 40% de uso nessa época. Surgia então o dogma básico da artroplastia, que é simplesmente substituir a articulação problemática por uma artificial mais forte. (Markatos et al., 2016)

Durante a Primeira Guerra, para tratamento de fraturas expostas, inventou-se também o parafuso intramedular de fêmur. O seu inventor, Ernest Hay Groves, descreveu como uma técnica “fácil e sem danos ao periósteo”. Ele notou que a fratura curava sem o uso de um dispositivo tracionador ou gesso, o que foi um verdadeiro marco na história da ortopedia.

A técnica com o parafuso intramedular foi depois aperfeiçoada durante a década de 1930 em Hamburgo, na Alemanha e simultaneamente nos Estados Unidos. A notar aqui que as técnicas de tratamento de fraturas eram informações fechadas nessa época, especialmente entre esses países, devido à guerra. Esse método e outros similares acabaram sendo ostensivamente usados na Primeira Guerra, gerando vasta experiência para os cirurgiões e diversas inovações foram sendo inseridas em um curto espaço de tempo. (Markatos et al., 2016)

Durante a Segunda Guerra, no entanto, alguns métodos acabaram se mostrando ineficazes quando comparado a novos que iam surgindo, com materiais e técnicas mais refinados, sendo então substituídos por métodos e materiais mais assertivos. O advento dos antibióticos também promoveu ainda mais qualidade, pois poderiam ser realizadas operações prolongadas com risco de infecção reduzido, além do aumento de técnicas de exame de imagem. Todos esses fatores contribuíram para que as próteses pudessem ser cada vez mais implementadas e melhoradas.

Novos métodos mais amigáveis ao paciente focaram em não ferir tecidos como pele e vasos sanguíneos, isso facilitava a recuperação, sendo esta similar a criação de “calos”. Outro melhoramento foram os parafusos com travamento, que tinham melhor desempenho ao serem inseridos em posições não-verticais nos pacientes.

Somente a partir da década de 80 que se iniciou a fabricação das próteses conhecidas anatômicas. Os modelos anatômicos buscavam se assemelhar ao máximo à geometria da articulação original, criando assim uma grande melhora na qualidade do movimento desta articulação e uma melhor distribuição de forças, que, aliado aos materiais mais modernos que haviam surgido na época, tornou possível a fabricação de próteses bem mais resistentes e duradouras.

De 1990 para cá, novos sistemas feitos de materiais bioabsorvíveis não-metálicos vêm se tornando mais populares, vindo a substituir próteses metálicas ou atuar em conjunto com estas. Esses implantes não-metálicos são normalmente feitos de Poliláctico (PLA) ou de Ácido Poliglicólico (PGA) e têm a vantagem de serem absorvidos pelo próprio organismo, evitando a operação de retirada dos pinos, com a desvantagem de reações do sistema imunológico. Vale ressaltar que não existe no momento um material

único capaz de unir os pontos positivos das próteses bioabsorvíveis com a resistência das de metal. (Markatos et al. 2016)

Vemos com este histórico então que na área de próteses, a medicina foi paulatinamente unindo-se à engenharia, a fim de criar inovações em novos implantes que pudessem ser cada vez mais resistentes, eficazes e o menos invasivos o possível para o paciente. O papel do engenheiro passou pelo projeto mecânico, entendimento das partes biológicas, mecanismos de atuação do corpo contra a inserção de próteses, remoção da prótese, resistência mecânica, qualidade de fabricação, criatividade para inovação, entre outros.

3 QUESTÕES DE SAÚDE PÚBLICA NO BRASIL

As condições clínicas mais comuns para indicação de cirurgia para inserção de próteses são osteoartroses do quadril e do joelho. A essa cirurgia damos o nome de Cirurgia de Artroplastia de Substituição de Articulação com uso de próteses.

A osteoartrose apresenta aumento progressivo dos sintomas. Ao longo do tempo, o paciente apresenta aumento da dor, da limitação funcional, da rigidez, da amplitude de movimento. Decorrendo, finalmente, à fraqueza muscular. (Belloti, 2009)

Seis por cento dos adultos acima de 30 anos apresentam sintomas na articulação do joelho e três por cento apresentam o pro mesmo problema no quadril. Isso, além do desconforto *per se*, é também uma questão socioeconômica, pois esse quadro clínico é motivo também para incapacidade laborativa para 15% da população adulta no mundo.

No Brasil, o problema é a causa número três na lista de segurados da Previdência Social que recebem auxílio doença, perdendo apenas para doenças mentais e cardiovasculares. (Salmela et al., 2003)

Ressalta-se aqui que após receber o diagnóstico, o paciente não é encaminhado diretamente para inserção de uma prótese. Esta medida é indicada para pacientes que já foram submetidos a fisioterapia e remédios, mas apresentaram falha ou para casos onde o quadro da osteoartrose piorou, mesmo com cirurgias de preservação da articulação.

A artroplastia é mais indicada para indivíduos na faixa dos 65 a 79 anos e como a longevidade humana vem crescendo, o número de cirurgias deste tipo vem aumentando também, a fim de melhorar amenizar a dor e prover maior mobilidade e função dos pacientes no cotidiano. (Belloti, 2009)

Prevê-se que em 2050 a expectativa de vida no Brasil será de 81 anos e 30% da população será representada por idosos. No país, um fato preocupante sobre indivíduos acima de 60 anos é que somente 12% deles possuíam seguro de saúde em 2015. (ANS, 2016)

O número de procedimentos de Artroplastia no sistema público para os casos estudados, quando comparados a países desenvolvidos, apresenta déficit de 36,6 vezes em 2010. Em números temos que para cada 100 mil casos, 3,9 cirurgias são feitas no Brasil contra 142,8 na média dos países desenvolvidos. (Ferreira et al., 2018)

Além disso, o tempo de hospitalização para cirurgia de artroplastia no joelho apresenta disparidades para diferentes regiões do Brasil. Na média, a hospitalização nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste dura um dia a mais do que nas regiões Sul e Sudeste.

Para a cirurgia de artroplastia no quadril, temos um aumento no tempo médio de hospitalização nas regiões norte e nordeste, de três a cinco dias a mais quando comparado ao Sul, contrariando as tendências esperadas de diminuição do tempo de hospitalização. A

região Sul foi a única que apresentou uma diminuição progressiva na duração da estadia no hospital para os casos estudados. (Ferreira et al., 2018)

No âmbito estadual, as unidades da federação que apresentaram maior estadia foram o Amazonas e o Distrito Federal, sendo 8,4 e 7,5 dias para a cirurgia de joelho e 13,5 e 12,5 para a de quadril. Rondônia mostrou o dado discrepante de 27,4 dias para a cirurgia de quadril. Ferreira et al. aponta estados como destaques positivos nesse quesito. Entre eles Espírito Santo (3,3 dias), Bahia e Minas Gerais (ambos com 3,3 dias).

O índice de mortalidade para artroplastias é outro fator preocupante. O número mais alarmante é o da Paraíba, 11,8% de mortalidade para a operação de artroplastia de quadril. Para o caso de artroplastia no joelho, esse número é menor, tendo seu máximo no Tocantins(0,92%) e Mato Grosso (0,9%). (Ferreira et al., 2018)

Segundo Belloti, o sucesso ou falha na cirurgia com próteses é influenciado principalmente por três fatores:

- a. Fabricação - O controle de qualidade de fabricação para a prótese deve ser rígido, havendo cuidados com o tipo e especificações técnicas do biomaterial, isto é, propriedades físico-químicas, magnéticas e mecânicas. Essas próteses são regidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). A negligência a essas normas pode levar a falhas por corrosão ou reações tissulares locais por oxidação do metal e inflamação no referido membro. É de suma importância que haja muito rigor também no projeto mecânico. Isto é, com especificações da seção transversal, equilíbrio de concentrações de tensão do material, qualidade técnica de fabricação e precisão dimensional.
- b. Ato Cirúrgico - Desde o planejamento à execução, escolhendo o tipo mais adequado de implante, técnica de cirurgia a ser aplicada e cuidados de reabilitação pós-operatória. Desconhecimento técnico ou instrumentos inadequados podem causar deformações ou má posicionamento técnico do implante, gerando quebra ou soltura precoces. Similarmente, o pós-operatório mal realizado pode provocar sobrecarga e falha do implante.
- c. Características Epidemiológicas do Paciente - Falhas no implante ocasionadas por características como idade, doenças sistêmicas, qualidade óssea, características específicas do paciente sobre avanço da doença, acidentes e falta de informação sobre as restrições impostas com o uso do implante.

Entre os fatores Fabricação, Ato Cirúrgico e Características Epidemiológicas do Paciente, o que mais se destaca é o da Fabricação.

Belloti afirma que no mercado nacional são utilizadas próteses nacionais e importadas e a escolha da prótese é essencialmente função de condições socioeconômicas do paciente, familiaridade do cirurgião com um método específico e a qualidade do instrumental e do implante. A referência também menciona que o país é deficiente na literatura do tema. Aponta que pode ser devido à diversidade de tipos de próteses disponíveis no mercado nacional e a inexistência de um programa nacional de controle desse tipo de cirurgia quanto a seus resultados, falhas e complicações. Não há dados o bastante à disposição para avaliar a efetividade dos diversos tipos de próteses, logo a escolha muitas vezes não se baseia em evidências científicas de boa qualidade. Isso deixa em evidência a necessidade de se realizarem maiores estudos na área, estudando a real efetividade dos vários tipos de prótese.

4 AVANÇOS TECNOLÓGICOS NA ÁREA DE BIOMECÂNICA

Como colocado anteriormente, a introdução de engenheiros mecânicos na área médica resultou em um rápido avanço no desenvolvimento de novos produtos médicos como as próteses, solucionando problemas dos pacientes e médicos de uma forma mais otimizada tanto na questão das propriedades biocompatíveis e mecânica dos materiais, como também no tipo de fabricação e *design*. Um exemplo disso é o caso das próteses padronizadas e as próteses personalizadas de joelho.

Todos estes avanços tecnológicos contribuíram para que hoje em dia a artroplastia total de joelho seja considerada um dos procedimentos mais bem sucedidos em toda a medicina. De acordo com a Agência Americana para Pesquisa e Qualidade em Saúde, mais de 600.000 artroplastias de joelho são realizadas por ano nos Estados Unidos, onde mais de 90% dos pacientes sentem uma redução enorme das dores no joelho e uma significativa melhora na capacidade de realizar as atividades comuns do dia a dia.

Mesmo com o bom índice de sucesso da cirurgia de artroplastia, devida a maioria das próteses serem *standard* (tamanhos P, M e G) em vez de feitas especialmente para anatomia do paciente, ainda há muitos casos de falha e sendo assim é de grande interesse o desenvolvimento de próteses personalizadas que mantenham as qualidades de propriedades mecânicas necessárias e ofereçam maior estabilidade da interface prótese-osso que reduzam as cirurgias de revisões necessárias. (Bártolo, Bidanda, 2008).

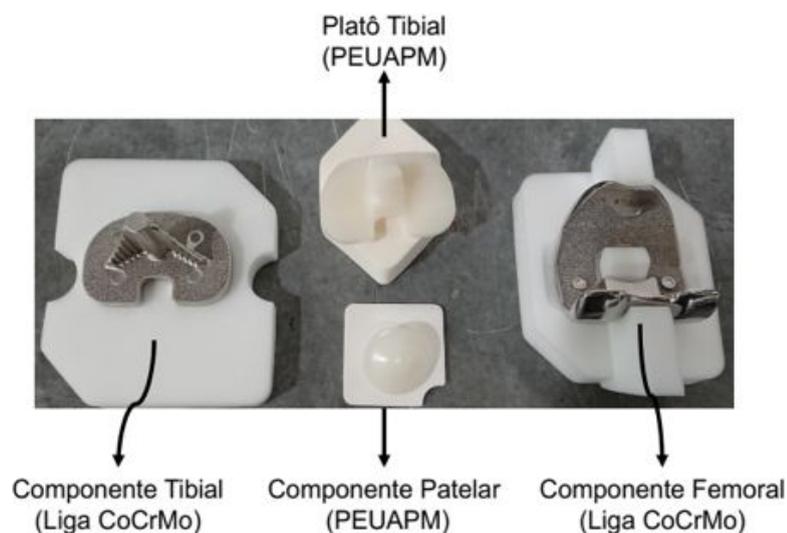


Figura2. Prótese total de joelho padronizada. (Fonte: Autoria própria)

As próteses personalizadas diferenciam-se das *standard* por dois principais motivos: a não utilização de moldes para os tamanhos pré definidos e pelo processo de fabricação, além de não necessitar a retirada de osso saudável do paciente durante a cirurgia. Para o desenvolvimento de próteses personalizadas é necessário primeiramente adquirir imagens médicas do paciente através do TAC (Tomografia Axial Computadorizada) ou RMN (Ressonância Magnética Nuclear). Após a aquisição de imagens é possível fazer a modelagem em software CAD para biomecânica e por o modelo produzido a partir da imagem do paciente pode ser fabricado em ligas metálicas biocompatíveis, como especificado pela ASTM F2083, através do processo de fabricação de fusão a laser.

Por ser um procedimento relativamente novo não existem muitas referências bibliográficas nessa área para analisar o desempenho das próteses a longo prazo, contudo

é evidente que o tempo para reabilitação no pós-operatório e a quantidade de perda de sangue durante a cirurgia é bastante inferior se comparada à utilização das próteses padronizadas. Mc Dermott, especialista e consultor na área de cirurgias ortopédicas, afirma que a satisfação dos pacientes chega a 95%, tendo diminuído portanto dois terços da insatisfação quando comparado com as próteses *standard*.

Apesar de estar sendo amplamente comercializada nos EUA e países europeus, as próteses personalizadas ainda não receberam o aval da ANVISA para a sua comercialização no Brasil. Espera-se que nos próximos anos esse produto possa ser comercializado no país e com isso melhorar a qualidade de vida de muitos pacientes.

5 MULTIDISCIPLINARIDADE

A abordagem de discussões sobre os conteúdos ministrados durante a graduação de Engenharia como um todo, mas neste caso, com o enfoque da Engenharia Mecânica, vem sendo cada vez mais recorrente. É evidente as extensas cargas horárias de matérias técnicas e puramente teóricas, sobrando uma ínfima parcela de tempo para discussão real papel do engenheiro na sociedade. Anteriormente a principal tarefa para os engenheiros era realizar a uma determinada produção;serviço com o menor custo possível em detrimento até mesmo de questões ambientais as quais começaram a entrar em pauta a partir de 1968 com o Clube de Roma, entretanto apenas a partir da conferência Rio 92 que foram estipuladas metas e medidas para a redução dos impactos gerados através da intensa industrialização e consumo exacerbados de recursos (Mota,2008).

Além de questões ambientais estarem cada vez mais presente no dia-a-dia do engenheiro nas diversas etapas de produção (retirada da matéria prima, energia; água; insumos utilizadas na produção, otimização da fabricação, embalagem, etc.), é importante para os futuros engenheiros que se atentem às novas exigências impostas pelo Mercado e pela sociedade em que estamos inseridos. Além de uma boa habilidade de expor novas ideias, identificar problemas, relacionamento entre dos integrantes da equipe, conhecimentos técnicos e das novas tecnologias, o engenheiro deve ser capaz de resolver problemas multidisciplinares que vão além dos problemas puramente mecânicos como os vistos em sala de aula. Ter uma experiência que proporcione o desenvolvimento dessa habilidade durante a graduação pode ser um diferencial no seu futuro como profissional e como cidadão.

Durante a graduação são inúmeras as oportunidades apresentadas aos alunos como atividades extracurriculares. Podemos citar as equipes de competição (Baja, Fórmula, *Aerodesign*, barco solar, entre outros), núcleos de desenvolvimento acadêmico e profissional, empresas juniores, laboratórios para iniciação científica, estágios, etc. Cada atividade com suas especificidades busca suprir aos alunos o contato com problemas reais de engenharia e com isso complementar os conhecimentos obtidos em sala.

Dentre as áreas da Engenharia Mecânica, podemos destacar a Engenharia Biomecânica como uma área de impacto direto no bem estar social e por envolver a resolução de problemas multidisciplinares envolvendo a área médica e da engenharia mecânica . Ao desenvolver projetos e trabalhos nesta área a primeira tarefa do engenheiro será identificar o sistema a ser estudados, detalhar o volume de controle de interesse, discretizar o problema e fazer as devidas aproximações ou descon siderações. Além do conhecimento puramente mecânico do problema, deve-se obter o conhecimento fisiológico fazendo com que o estudante/engenheiro adquira novos conceitos e uma visão mais ampla do problema. Como podemos perceber, este tipo de abordagem é válida para

qualquer área de atuação da engenharia, capacitando-o por tanto independente da área de atuação futura.

Um dos integrantes do presente artigo, graduanda em Engenharia Mecânica na UFSC, esteve envolvida durante aproximadamente quatro anos da sua graduação nessa área. O interesse surgiu primeiramente na de aplicação de conceitos teóricos de engenharia vistos em sala em problemas reais que tivessem um impacto social significativo, como por exemplo a obtenção de produtos biomédicos mais eficientes e que melhorem a qualidade de vida dos pacientes como também testes mecânicos que identifiquem por exemplo a vida útil de uma prótese de quadril através de testes mecânicos de fadiga entre outras aplicações.

A primeira experiência foi portanto como bolsista de iniciação científica no LEBm – UFSC (Laboratório de Engenharia Biomecânica) onde primeiramente foi proposta uma imersão em diversos assuntos na área como livros de anatomia, biomecânica e uma numerosa gama de artigos para obter um conhecimento introdutório. Após esse período foi iniciada uma pesquisa para avaliar a resistência mecânica no colo do fêmur em ossos sintéticos, a fim de determinar valores em Newtons (N) no intuito de nortear futuros trabalhos. Além disso foram feitos experimentos para comparar a força máxima de compressão suportada pelo fêmur do grupo controle comparado ao grupo que foi submetido à femuroplastia (introdução de cimento ósseo na região transcon da cabeça do fêmur), procedimento que pode ser usado como profilaxia evitando futuras complicações como a fratura no colo do fêmur, muito como na faixa etária mais idosa e em mulheres(BOAS,1998). Através dessa experiência foi possível identificar os problemas reais enfrentados na prática, além do aprendizado no desenvolvimento de ensaios mecânicos, modelagem de dispositivos, análise de dados e contato com profissionais que trabalham na área.



Figura 3. Corpo de prova após ensaio de compressão estático.(Autoria Própria)

Outra experiência relevante na área de engenharia biomecânica que evidencia a importância da multidisciplinaridade na graduação foi uma das matérias feita pela integrante no curso de Mestrado em engenharia Biomecânica na universidade de Twente na Holanda. Além de disciplinas como mecânica dos fluidos para o sistema respiratório, controle do movimento humano, biomecânica, Izabela estudou a matéria de *design* integrado de produtos biomédicos. Em síntese a matéria tinha como objetivo a concepção de um produto biomédico no intuito de atender uma demanda real do Mercado. Para isso

montaram-se grupo diversos compostos por alunos de engenharia mecânica, engenharia biomedical, *design* industrial e negócios. Médicos de diferentes áreas (ortopedista, cardiovascular, endocrinologista, etc.) de diferentes cidades holandesas expuseram problemas vividos no dia a dia dos hospitais e o grupo, através de diferentes óticas e abordagens, foi desafiado a desenvolver um produto que atendesse aos requisitos do cliente e fosse viável para fabricação e comercialização, além de seguir compatibilidades biológicas e normas.

6 CONCLUSÃO

Ao acompanhar a evolução na área de produtos médicos fica notável a importância da introdução dos engenheiros mecânicos para o desenvolvimento de produtos e estudos que anteriormente eram confeccionados empiricamente pelo médico e que começam a ter o seu *design*, materiais e tipo de fabricação otimizados seguindo as normas da ASTM que envolvem o produto em questão.

A área de engenharia biomecânica caracteriza-se pela sua multidisciplinaridade envolvendo conceitos médicos e aplicações da engenharia mecânica tornando-se uma boa oportunidade para o estudante de engenharia desenvolver atividades práticas que resultam em um impacto social direto, como por exemplo no suporte para a reabilitação do paciente, redução das cirurgias de revisão necessárias e como um todo melhorar a sua qualidade de vida.

Devido aos constantes avanços tecnológicos, alternativas e novas formas de fabricação estão sendo propostas e verificadas, como exemplo pode-se citar as próteses personalizadas, as quais reduzem o tempo do pós operatório, melhoram a estabilidade da interface prótese e osso, além de apresentar 95% de satisfação dos pacientes.

Apesar dos altos índices de sucesso e da presente comercialização destes produtos em países desenvolvidos, no Brasil as próteses personalizadas ainda não foram regulamentadas pela ANVISA. Espera-se que em breve estas sejam aprovadas no mercado brasileiro, contribuindo portanto para o aumento da qualidade de vida dos pacientes submetidos a essas intervenções cirúrgicas.

REFERÊNCIAS

- ASTM F2083:12 ,Standard Specification for Knee Replacement Prosthesis.
- ABNT NBR 15699-1:2014, Implantes ortopédicos - Prótese de joelho - Parte 1: Especificações para prótese para artroplastia total de joelho.
- ABNT NBR 15699-3:2015, Implantes ortopédicos — Prótese de joelho - Parte 3: Especificações para prótese de superfície patelar.
- ABNT NBR ISO 5832-4, Implantes para cirurgia — Materiais metálicos Parte 4: Liga fundida de cobalto-cromo- molibdênio.
- ABNT NBR ISO 5834, Implantes para cirurgia – Polietileno de ultra-alto peso molecular.
- ASTM F75, Standard Specification for Cobalt-28 Chromium-6 Molybdenum Alloy Castings and Casting Alloy for Surgical Implants.
- BOAS, A. V. (1998). **A fratura do colo do fêmur como fator de maior morbidade e mortalidade.** *Rev Bras Ortop* , 33.
- HARARI, Y. N. **Homo Deus.** Tradução . [s.l.] Natur & Kultur Allmänlitt., 2017.
- BELLOTI, J.C. **Cenário atual do uso de próteses ortopédicas – Discussão sobre próteses nacionais versus importadas.** Universidade Federal de São Paulo-Escola Paulista de Medicina, 2009
- SALMELA, L.F.T.; MACEDO B.G.; AGUIAR, C.M.; BAHIA, L.A.; **O impacto da movimentação passiva contínua no tratamento de pacientes submetidos a artroplastia total de joelho.** [Impact of continuous passive motion for the treatment of total knee replacement patients]. *Acta Fisiatrica.* 2003;10(1):21-7.
- BRASIL. Agência Nacional de Saúde. Perfil do Setor.** Disponível em: <http://www.ans.gov.br/perfil-do-setor/dados-eindicadores-do-setor>
- MARKATOS, K.; Tsoucalas, G.; Sgantzos, M.; **Hallmarks in the history of orthopaedic implants for trauma and joint replacement,** *Acta Med Hist Adriat,* 2016
- FERREIRA, M.C.; OLIVEIRA. J.C.P.; ZIDAN, F.F.; FRANCIOZI, C.E.S.; LUZO, M.V.M.; ABDALLA, R.J., **Total knee and hip arthroplasty: the reality of assistance in Brazilian public health care.** Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia, Hospital do Coração, São Paulo, SP, Brazil, 2018
- BRAND, RA. ; Sir William Arbuthnot Lane, 1856–1943. **Clin Orthop Relat Res** 2009, 467:1939–1943.
- Fernández Vázquez JM, Camacho Galindo J. Martin Kirschner (1879-1942). **Acta Ortop Mex.** 2007, 21:45-46
- Bong MR, Koval KJ, Egol KA. **The History of Intramedullary Nailing. Bulletin of the NYU Hospital for Joint Diseases.** 2006, 64: 94-97.
- .J. Beckmann, S.J. Ferguson, M. Gebauer, C. Luering, B. Gasser, P. Heini. **Femoroplasty – Augmentation of the proximal femur with a composite bone cement – feasibility, biomechanical properties and osteosynthesis potential.**(2006)
- Chaves, A. (2009). **Soft Skills Enriquecimento do Curriculum Vitae.**
- Mota, J. A. (2008). **TRAJETÓRIA DA GOVERNANÇA AMBIENTAL. regional e urbano .**
- Slamin, J. (2012). **Evolution of customization design for total knee arthroplasty Total Knee Replacement - OrthoInfo – AAOS.** Disponível em:<<https://www.orthoinfo.org/en/treatment/total-knee-replacement>>
- The Future Of Joint Replacement Lies In 3D Printing .** Diponível em : <https://www.huffingtonpost.co.uk/ian-mcdermott/the-future-of-joint-repla_b_16255510.html?guccounter=1>.