ANALISE DE MATERIAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DE UMA PRÓTESE ATIVA DO MEMBRO SUPERIOR.

Igor Damiao de Oliveira Pereira[1]
Luis Fernando de Jesus Lobato [2]
Roberto Lima de Albuquerque[3]
Rebeka Mendonça Nascimento[4]
Rafael Ferreira Santos[5]

RESUMO

Ao analisar as dificuldades enfrentadas por uma criança, que apresenta uma deficiência física, ao tentar adquirir uma prótese ativa do membro superior, tornou-se evidente a necessidade de diminuir o custo de fabricação do equipamento. Entre os trabalhos que buscaram esse objetivo pode-se citar o realizado por Ramalho (2018), o qual desenvolveu um protótipo que pode ser produzido em ampla escala e por um preço accessível. Outro autor que produziu o membro diminuindo drasticamente o custo, foi Xavier (2016), que construiu um mecanismo com dezesseis graus de liberdade e cinco dedos articulados. Para que tais resultados pudessem ser reproduzidos em uma prótese menor foi necessário realizar pesquisas com finalidade de catalogar as características dos materiais e tecnologias que permitissem diminuir o peso da prótese, para torna-lo próximo a de um membro verdadeiro, e replicar os movimentos reais. No presente trabalhos foram envolvidos cinco (5) pessoas, sendo três alunos de Engenharia da UNIFANOR, além de dois professores do curso de Engenharia Mecânica, sendo um deles o atual coordenador do Curso de Mecânica. Assim, os dados inicialmente levantados indicam que utilizar materiais metálicos o peso do equipamento seria extremamente elevado para uma criança, logo será necessário trabalhar com materiais mais leves tipo a base de polímeros, dessa forma estabeleceu o uso dos filamentos 3d para a construção das peças. Através desse estudo foi possível constatar as vantagens de tais filamentos para a produção das partes externas e internas, diminuindo assim o custo final. Pode-se concluir que ao construir o interior do equipamento em filamento ABS e o exterior em PLA, o custo final pode diminuir mais que 90%, se comparado com o valor de uma prótese convencional.

Palavras-chave: *mão mecânica, impressão 3D, custo.*

1. INTRODUÇÃO

Com base na classificação da empresa Otto bock Inc., os avanços tecnológicos permitem o desenvolvimento de duas tipologias de próteses: passivas e ativas. Os equipamentos passivos são de fácil acesso, por apresentarem um custo de produção inferior. Entretanto a

[1]Ensino superior, graduando em E. Química, igordamiao.contato@outlook.com
[2]Mestrado, professor UNIFANOR, luis.lobato@unifanor.edu.br
[3]Doutorando, professor UNIFANOR, roberto.lima@unifanor.edu.br
[4]Ensino superior, graduanda em E. mecânica, mendonca.rebeka.n@gmail.com
[5]Ensino superior, graduando em E. mecânica, Rafael_fs_p@hotmail.com

ausência de articulações moveis impedem a realização de atividades complexas, tendo assim uma função principalmente estética (Polis, 2009). As próteses ativas, diferente das anteriores, possibilitam realizar movimento através das articulações presentes no equipamento, permitindo ao usuário a realização de ações quotidianas mais árduas (Polis, 2009). Entretanto o custo é elevado, fazendo com que somente um grupo seleto tenha acesso a esse tipo de tecnologias. Atualmente uma prótese mecânica comercializada em território nacional, que permite a articulação de 5 dedos, custa aproximadamente entre R$ 130 e R$150 mil (Ramalho,2018). Preço que se torna elevado principalmente pelo uso de tecnologias internacionais. Devido ao custo, buscou-se desenvolver próteses com o intuito de diminuir drasticamente o preço de produção e facilitar o acesso a tais equipamentos por parte de pessoas com membro superior amputado. Um exemplo é o braço mecânico HackBerry, desenvolvido pela companhia japonesa Exii. A qual permite o acesso livre e gratuito a modelagem das peças mecânicas do membro artificial, que podem ser produzidas inteiramente através de uma impressora 3D, diminuindo assim os custos de fabricação. Após analisar às inúmeras dificuldades que um deficiente físico enfrenta ao tentar adquirir uma prótese, foi formado um grupo de pesquisa na UNIFANOR que se encontra devidamente registrado no CASA. O grupo apresenta como proposta projetar e fabricar de forma autônoma uma prótese ativa do membro superior para criança e posteriormente doa-la para o bem estar da mesma, pós todos estudos serem completos. Tal equipamento será desenvolvido utilizando como parâmetros as características físicas da criança receptora. O objetivo do presente trabalho consiste em realizar a catalogação dos possíveis materiais e engenharias que permitam tornar mais eficaz a produção das estruturas externas e internas de uma prótese mecânica ativa, por meio de buscas em artigos dos últimos cinco anos.

2. MÉTODO

O presente trabalho como foi mencionado trata-se de um levantamento bibliográfico sobre a informação da construção de uma mão biônica de forma fácil e acessível que irá ajudar posteriormente o grupo de mão Biônica formado na UNIFANOR. Para tanto utilizou-se a informação mão robótica e baixo custo, em sites de buscas e privilegiando artigos dos últimos cinco anos. Dessa forma pode-se estabelecer a base de informação listada a seguir. O aspecto físico apresentado pela prótese é uma característica de extrema importância para a pessoa amputada. Caso o dispositivo não tenha semelhanças com o membro original o usuário pode desenvolver uma maior rejeição pelo equipamento, podendo inclusive parar de utiliza-lo. Ao buscar reproduzir os movimentos torna-se necessário a fabricação de um número elevado de peças articuladas e consequentemente diminuir as dimensões das mesmas. Atualmente esses parâmetros podem ser alcançados graças as impressoras 3D que permitem ao usuário modelar materiais com diferentes tipos de características. Os artigos acadêmicos citam principalmente o uso do filamento denominado de poli ácido láctico

[1]Ensino superior, graduando em E. Química, igordamiao.contato@outlook.com
[2]Mestrado, professor UNIFANOR, luis.lobato@unifanor.edu.br
[3]Doutorando, professor UNIFANOR, roberto.lima@unifanor.edu.br
[4]Ensino superior, graduanda em E. mecânica, mendonca.rebeka.n@gmail.com
[5]Ensino superior, graduando em E. mecânica, Rafael_fs_p@hotmail.com

(PLA) para a fabricação de braços mecânicos, por ter baixa densidade, bom acabamento superficial e custo acessível. O material é um poliéster termoplástico de baixo custo, que é produzido por meio de fontes renováveis. A principal deficiência desse filamento é a rigidez adquirida após ser modelado, não tornando possível utilizar as peças produzidas para realizarem movimentos repetitivos (Junior, 2016). O ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno), diferente do PLA, permite produzir componentes flexíveis, mas que não suportam grandes impactos. Após a fabricação é possível utilizar acetona para polir as peças e separá-las de uma forma simples, podendo uni-las novamente através de cianoacrilato e cola epóxi. O custo de produção é inferior ao gerado pelo filamento PLA e a possibilidade de os componentes produzidos sofrerem uma leve deformação antes de romperem viabiliza o uso do polímero como material para a fabricação das componentes flexíveis, como juntas e polias, tornando dessa forma a estrutura resistente a deformações, (Junior, 2016).

3. RESULTADOS DISCUSSÃO

As características mecânicas do poli ácido láctico (PLA) e do Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS) de ambos os materiais que podem ser usados na construção da mão estão representadas na tabela 1.

Tabela 1 - Características P LA e ABS

Características	**PLA**	**ABS**
Tensão de ruptura	46[Mpa]	29[Mpa]
Densidade	1,24[g/cm³]	1,07[g/cm³]
Alongamento	3,69%	7,08%

Fonte: adaptado da 3dlab (s.d.)

Diferente dos filamentos modelados pela impressora 3D, os metais permitem esforços maiores por parte da estrutura. Entre eles o aço inox AISI 304 permite o desenvolvimento de estruturas resistentes a oxidação e boa capacidade de tolerar esforços mecânicos, como representado na tabela 2. Entretanto o material apresenta uma densidade de 8 g/cm³, tornando necessário o uso de motores mais caros para permitir a correta movimentação dos dedos. Considerando que o usuário final ainda está em uma faixa etária baixa, torna-se necessário a fabricação de uma estrutura leve, resistente e segura, obrigando assim a restringir o uso somente para a fabricação de peças internas mais simples.

Tabela 2 - Características aço inox AISI 3014

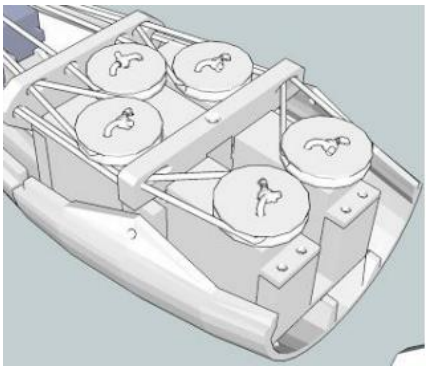
Características	**Especificações**
Resistência a tração	515-680 [Mpa]
Densidade	8 [g/cm³]

[1]Ensino superior, graduando em E. Química, igordamiao.contato@outlook.com
[2]Mestrado, professor UNIFANOR, luis.lobato@unifanor.edu.br
[3]Doutorando, professor UNIFANOR, roberto.lima@unifanor.edu.br
[4]Ensino superior, graduanda em E. mecânica, mendonca.rebeka.n@gmail.com
[5]Ensino superior, graduando em E. mecânica, Rafael_fs_p@hotmail.com

Fonte: Junior et. al. (2016)

Para replicar a movimentação das falanges optou-se por aplicar um sistema de cabos e polias. Através dessa engenharia torna-se possível produzir um torque específico em cada dedo e consequentemente cria-se a possibilidade de gerar um movimento fluido e garantir uma pegada segura para cada formato de objeto. Os cabos mais utilizados para essa estrutura são fabricados em aço ou nylon, devido à necessidade de permanecerem tensionados de forma contínua sem sofrerem rupturas ou deformações (Ramalho, 2018). Enquanto as polias, representadas na figura 1, podem ser fabricadas em filamento ABS por necessitarem suportar rotações repetitivas. Os eixos, que necessitam suportar tensão por parte do mecanismo, devem ser desenvolvidos em aço inoxidável a fim de evitar atrito entre os componentes e poderem unir as estruturas aos servomotores. Esse conjunto torna-se vantajoso devido à flexibilidade quanto ao número de polias necessárias a gerar o movimento da mão, assim possibilitando que a força e a precisão da pegada sejam reguladas com base nos parâmetros desejados.

Figura 01 - Polias e cabos



Fonte: Xavier (2016)

Ao aplicar as tecnologias citadas no artigo, na produção de uma prótese de membro superior ativa, torna-se possível diminuir as dimensões e o peso dos componentes mecânicos, permitindo assim que o modelo possa ser utilizado por crianças. Entretanto não foi possível aumentar a carga suportada pela estrutura. Quanto ao valor final do equipamento foi possível constatar que se pode produzir a estrutura da mão mecânica com custo inferior a R$800 (Xavier, 2016). Isso se deve principalmente a variação dos valores das tecnologias de impressão 3D, que por se popularizarem permitiram diminuir os custos de produção de estruturas simples e desenvolver novos filamentos que podem ser aplicados em projetos de engenharia.

4. CONCLUSÕES/CONSIDERAÇÕES FINAIS

[1]Ensino superior, graduando em E. Química, igordamiao.contato@outlook.com
[2]Mestrado, professor UNIFANOR, luis.lobato@unifanor.edu.br
[3]Doutorando, professor UNIFANOR, roberto.lima@unifanor.edu.br
[4]Ensino superior, graduanda em E. mecânica, mendonca.rebeka.n@gmail.com
[5]Ensino superior, graduando em E. mecânica, Rafael_fs_p@hotmail.com

Através desse artigo pode-se identificar as vantagens adquiridas ao utilizar diferentes materiais na produção de uma prótese do membro superior. O preço de aquisição dos filamentos e a capacidade de moldar as peças diretamente na impressora 3D contribui decisivamente para o custo final do equipamento. O qual apresenta uma diferença maior que 90% do preço inicial de uma prótese comercializada internacionalmente. Outra vantagem alcançada foi a simplificação do processo de produção do membro. Dessa forma tais informações já estão contando de base para o desenvolvimento da mão Biônica, do Centro Universitário UNIFANOR.

REFERÊNCIAS

XAVIER, R. T. **implementação de uma protese ativa para membro superior de baixo custo.** 2016. p.118, trabalho de conclusão de curso Dissertação mestrado em Engenharia Elétrica. Instituto de engenharias, UNESP. Ilha Solteira 2016

POLIS J. E. **Projeto e Construção de Parte Estrutural de Prótese de Mão Humana com Movimentos.** 2009. p.69. trabalho de conclusão de curso Especialização em engenharia mecânica, universidade estadual de campinas. Campinas, 2009

JUNIOR et. al. **prótese mioelétrica para membro superior**. 2016. p.98 trabalho de conclusão de curso Graduação em Engenharia Mecânica. Universidade São Francisco. Campinas, 2016

RAMALHO N. S. **projeto de uma prótese mioelétrica de baixo custo manufaturada via impressão 3D,** 2018. p.108 trabalho de conclusão de curso Graduação em Engenharia mecânica. Escola politécnica, universidade federal do Rio de janeiro. Rio de janeiro, 2018.

[1]Ensino superior, graduando em E. Química, igordamiao.contato@outlook.com
[2]Mestrado, professor UNIFANOR, luis.lobato@unifanor.edu.br
[3]Doutorando, professor UNIFANOR, roberto.lima@unifanor.edu.br
[4]Ensino superior, graduanda em E. mecânica, mendonca.rebeka.n@gmail.com
[5]Ensino superior, graduando em E. mecânica, Rafael_fs_p@hotmail.com