

UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Faculdade de Ciências e Tecnologia

Departamento de Física

Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica

Ano letivo 2022/2023

Biomecânica

Modelação em 3D de uma peça com relevância para
aplicações em Biomecânica na Medicina

Docente: Valentina Vassilenko

Ana Fernandes n.º 59995

Lara Pereira n.º 60286

Marta Simão n.º 60666

Rodrigo Fernandes n.º 59162

Índice

Introdução.....	2
Princípio de Funcionamento.....	3
Materiais e propriedades mecânicas.....	4
Elaboração do desenho 3D.....	5
Conclusão e sugestões futuras.....	8
Bibliografia.....	9

Introdução

No âmbito da Unidade Curricular “Biomecânica” foi proposta a realização de um mini-projeto de tema livre que consistisse na modelação em 3D de uma peça com relevância em aplicações da Biomecânica na Medicina.

Com o objetivo de criar algo que possibilitasse facilitar, de alguma forma, o dia-a-dia das pessoas, pensamos em tarefas que realizamos na nossa rotina, onde surgiu o subir e descer escadas. Apesar de parecer uma tarefa simples, é importante salientar que esta atividade contempla desafios biomecânicos únicos, e, por isso, circunstâncias como doenças neuromusculares, doenças ortopédicas, lesões ou até mesmo idade avançada, devido à perda de força muscular, equilíbrio e/ou coordenação associadas, por exemplo, vão afetar a sua correta e segura execução.

Com isto em mente, e face ao intuito do projeto, surgiu-nos a ideia de criar uma bengala com características especiais, que pretende oferecer uma solução simples e que permita a todos os seus utilizadores enfrentar ambientes com escadas de forma mais segura. Com o propósito de evitar quedas, lesões, ou até esforços acrescidos, pretende-se, desta forma, promover uma vida menos sedentária e de maior qualidade.

Tal como mencionado anteriormente, estamos conscientes dos desafios biomecânicos que o ato de subir e descer escadas envolve, como a necessidade de controlar a velocidade de descida, manter o equilíbrio, absorver o impacto dos degraus, sendo que a incapacidade ou falta de habilidade para lidar com esses desafios pode resultar em quedas, lesões e complicações de saúde.

O desenvolvimento do nosso dispositivo de apoio terá isso em consideração e tentará colmatar esses desafios, uma vez que pode fornecer uma base estável para o utilizador e reduzir o esforço necessário para controlar a subida, e sobretudo, a descida dos degraus. As características especiais da bengala poderão, ainda, ajudar a reduzir a carga nas articulações dos membros inferiores, o que é especialmente importante para pacientes com condições que afetam as articulações, como a artrite.

Por outro lado, esta bengala pode ainda ser útil para os profissionais de saúde, como fisioterapeutas, que trabalham com pacientes que estão em recuperação após lesões ou cirurgias. Servirá como auxiliar durante a reabilitação para ajudar a melhorar a capacidade de descida dos pacientes, promovendo a consistência e o controlo dos movimentos, bem como o aumento da confiança do paciente.

Princípio de Funcionamento

Como foi mencionado no tópico anterior, o nosso projeto consiste na elaboração de uma bengala com características especiais que permitam auxiliar na subida e, essencialmente, na descida de escadas. Para tal, foi desenhada uma peça que se assemelha a uma bengala normal, mas tem algumas particularidades.

Em primeiro lugar, foi desenhado o tubo da bengala, composto por dois cilindros sobrepostos, que se encontram unidos através de um pin preso numa das pequenas aberturas existentes. De seguida, desenhámos uma base para o antebraço, de forma a permitir maior apoio e estabilidade ao utilizador, oferecendo uma maior área onde possa ser aplicada força, em oposição à típica empunhadura, que depende exclusivamente da agilidade e força da mão e do punho. Na extremidade desta base, encontra-se uma pega vertical para ser agarrada pelo usuário no momento de subida ou descida, tendo acoplada uma saliência que, ao ser apertada, faz com que o pin recolha e o cilindro interior do tubo se mova em relação ao outro, alterando o comprimento total da bengala. Ao largar essa saliência, o pin volta a sair e a encaixar no furo mais próximo.

Ao descer: O usuário coloca a bengala em frente como se fosse realizar um movimento horizontal normal. De seguida, aciona o mecanismo o que faz com que, por ação da gravidade, o cilindro interior desça até que a base da bengala atinja o degrau seguinte, momento em que larga o manípulo, estabilizando o tamanho da bengala.

Ao subir: O usuário coloca a bengala no degrau superior e aciona o mecanismo fazendo com que, através da força aplicada, o cilindro interior suba em relação ao outro, diminuindo o tamanho da bengala.

Este mecanismo auxilia o movimento, fazendo com que a transição entre degraus seja muito mais fluida e fácil, evitando assim que o usuário tenha de se inclinar sobre a bengala.

Além disso, na base da bengala encontra-se um amortecedor hidráulico, que evita o movimento abrupto do cilindro, tornando-o mais suave para o usuário.

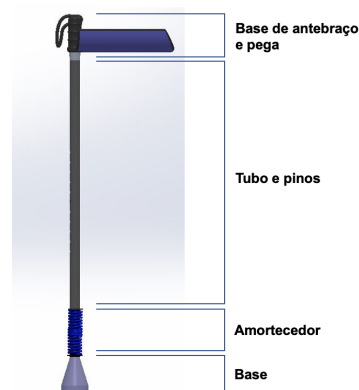


Figura 1- Desenho final da bengala com a respetiva legenda

Materiais e propriedades mecânicas

A escolha dos materiais é fundamental na execução do dispositivo idealizado neste projeto, uma vez que irá afetar diretamente as características funcionais, mecânicas, e estéticas do produto final.

De facto, a resistência e durabilidade, o conforto, a segurança, a leveza e a aparência, são alguns dos fatores a considerar aquando da escolha dos materiais, e que deverão ser conjugados de modo a garantir a qualidade do produto e o alcance dos melhores resultados aquando da sua utilização.

Para os tubos e pinos poderá ser utilizado alumínio, ou mais especificamente alumínio 6061, uma liga que se traduz numa alta resistência, comprovada pelo seu Módulo de Young de 69 GPa, e com um bom suporte à carga que conjuga com a sua leveza. [1,2]

Como possível material para a base de antebraço e pega, a Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS). É um termoplástico economicamente viável, com resistência ao impacto, abrasão e tensão, mesmo com variações de humidade e temperatura, e alta rigidez (Módulo de Young 1,79-3,2 GPa). Através destas características possibilita o conforto e funcionalidade exigidos. [3,4]

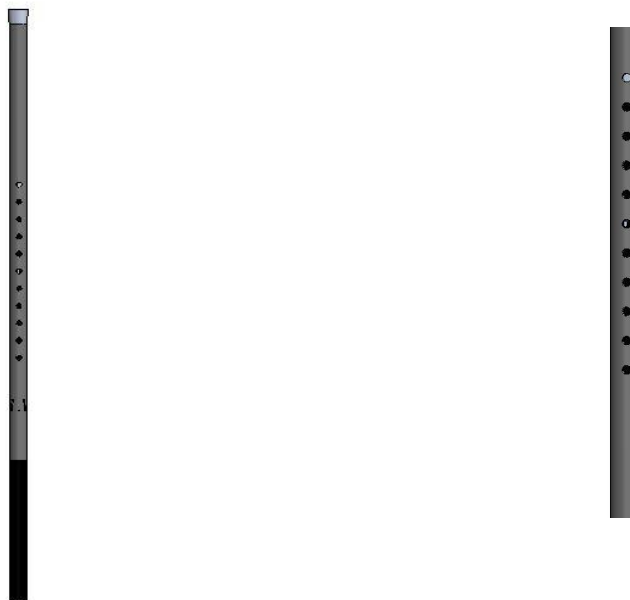
Relativamente à base da bengala, este é um elemento bastante importante, uma vez que determina em grande parte a estabilidade, equilíbrio e segurança da mesma. O material mais indicado deverá contar com alta resistência à abrasão e uma boa adesão, durabilidade e capacidade de absorver impactos, características da borracha. [5]

Para o amortecedor, como material seleccionou-se o ferro dúctil, pela sua resistência sobre cargas de compressão e desgaste, ductilidade, mas, sobretudo, pela capacidade de absorver energia de vibração. Desta forma, permite atenuar o impacto proveniente dos movimentos da própria bengala e do seu contacto com o solo. [6,7]

Elaboração do desenho 3D

Para a elaboração do desenho 3D do nosso projeto foi utilizado o *software SolidWorks*.

Primeiramente, fez-se o desenho do tubo da bengala (figura 2) a partir de um único cilindro com 100 cm onde, posteriormente, se fez um *cut-extrude* de 24,5 cm junto à base, de forma a simular o que seriam dois tubos incorporados. De seguida, desenhámos os orifícios (figura 3), com 3 cm de intervalo entre si, onde tivemos em conta que a altura da bengala apenas podia variar entre 85-115 cm. Estas medidas foram baseadas no tamanho padrão de uma bengala, que é cerca de 90 cm para alguém com 1,70m. Além disso, foi também adicionado um elemento nas extremidades, cujo o objetivo é impedir a passagem do pin e, assim, impor os limites mencionados.

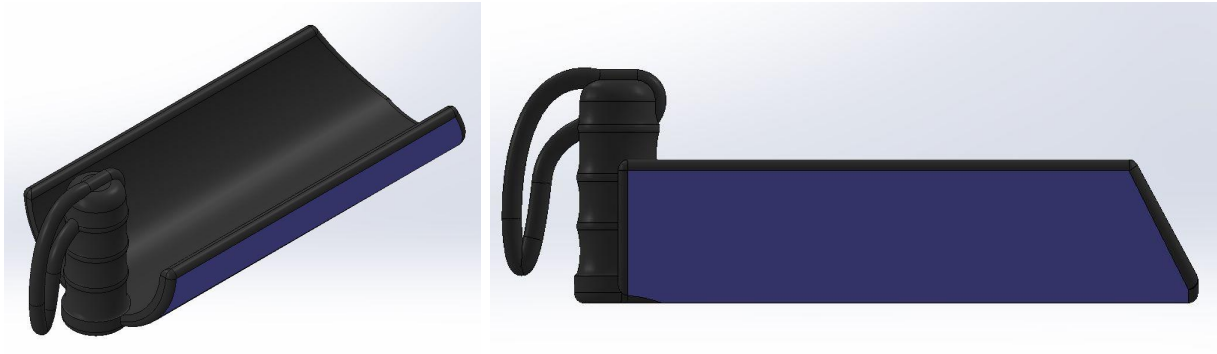


Figuras 2 e 3 - Tubo da bengala, com destaque para os seus orifícios

A segunda parte do desenho consistiu na realização da base para o antebraço (figuras 4 e 5), através da criação de duas semicircunferências e da extrusão do espaço entre elas. O diâmetro da semicircunferência é de 12cm e o seu comprimento é de 30 cm, que consideramos serem as medidas adequadas para a sua utilização pela grande maioria das pessoas. A parte posterior do suporte conta com uma ligeira inclinação, de forma a adaptar-se à anatomia do antebraço, oferecendo, assim, maior conforto.

Na parte mais dianteira da base encontra-se a pega. Esta consiste num cilindro vertical com 11 cm de comprimento e 4,5 cm de diâmetro, onde foram efetuados vários cortes em revolução, com dimensões a simular o tamanho dos dedos. Acoplado a esta

pega, encontra-se o manipulador, responsável pela ativação do mecanismo de alteração do comprimento da bengala, cuja escolha do *design* foi uma decisão puramente estética. É de referir que entre o tubo e o apoio do antebraço foi elaborada uma peça de transição, de forma a que esta seja mais suave.



Figuras 4 e 5 - Base para o antebraço

A última etapa da elaboração do desenho 3D passou pela adição de um amortecedor hidráulico, com a criação de um pistão interno incorporado numa espécie de mola (figura 6), e pelo acréscimo de uma base mais larga em relação ao diâmetro do tubo (figura 7), de forma a conferir maior estabilidade à bengala.

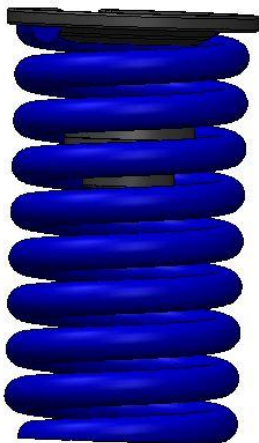


Figura 6- Amortecedor hidráulico



Figura 7- Base da bengala

Através da escolha dos materiais e das medidas para cada elemento da nossa peça, obtivemos uma massa final de 3,85 kg, o que faz com que a bengala que idealizamos seja leve e adequada para qualquer pessoa. Além disso, tivemos em consideração o centro de massa (CM) do dispositivo, isto é, o ponto hipotético onde se considera que toda a massa do objeto está concentrada.

Para além da localização de cada elemento na projeção do objeto, também a escolha dos materiais afeta a posição do CM, pelo que ambos deverão ser conjugados de maneira a promover uma estrutura que minimize os esforços necessários para manter a bengala em posição vertical e que confira uma maior estabilidade, o que poderá ajudar a reduzir o risco de quedas ou lesões. [9]

No caso da nossa bengala, as coordenadas do centro de massa são: $X = 341,76\text{mm}$; $Y = 712,70\text{ mm}$; $Z = 1127,69\text{ mm}$. Isto faz com que o CM se situe na direção vertical da base da bengala, ligeiramente a meio da mesma, o que constitui a posição indicada para que seja mantido o equilíbrio. [8]



Figura 8- Desenho final da bengala

Conclusão e sugestões futuras

Após a compreensão de como o dia-a-dia de pessoas com dificuldades motoras é afetada pelos desafios impostos por um ambiente com escadas, a ideia foi desenvolver um dispositivo de apoio que fizesse face a essa questão.

Na idealização deste projeto, tivemos como objetivo oferecer uma solução simples, com uma funcionalidade clara e que proporcionasse o máximo de segurança e conforto ao seu utilizador.

Apesar de não termos conseguido projetar o mecanismo que permite recolher os pins como idealizado, desenhamos a peça saliente apertada. No entanto, pensamos em algumas soluções para este problema:

- Poderia ser um mecanismo elétrico que ao apertar o manípulo “daria ordem” aos pins para recolher;
- Poderia existir um fio de aço ligado ao pino, que ao apertar, seria puxado, removendo o pin do orifício. Ao parar de apertar a saliência o pin encaixaria imediatamente no orifício mais perto.

Para além disso, como sugestão futura, equacionamos que a base de antebraço e pega poderá ter de sofrer alterações de acordo com as características individuais, para permitir um ajuste ao tamanho e posição do braço, de modo a aumentar a ergonomia e fornecer uma posição mais natural do braço. Também os tamanhos máximo e mínimo da bengala poderiam ser adaptáveis às características físicas de cada utilizador, como, por exemplo, a sua altura e peso.

Relativamente à utilização deste dispositivo em reabilitação, poderia ser altamente benéfico a incorporação de recursos tecnológicos como, por exemplo, sensores, que permitiriam ao profissional de saúde monitorar a utilização, verificando se há um uso correto, quais tensões são aplicadas, etc.

Gostaríamos ainda de mencionar que a ideia foi essencialmente desenvolvida para descer escadas, sendo possível a necessidade de pequenas modificações de forma a permitir, talvez, uma maior eficiência para subir.

Bibliografia

[1] <https://group10crutches.wordpress.com>

[2] <https://material-properties.org/pt-br/liga-6061-densidade-resistencia-dureza-ponto-de-fusao/>

[3] <https://www.indesmed.com/forearm-crutch-cuff.php>

[4] <https://omnexus.specialchem.com/selection-guide/acrylonitrile-butadiene-styrene-abs-plastic>

[5] <https://ortoprime.pt/products/bases-para-muletas>

[6] <https://www.elderlux.com/mobility/walking-sticks-and-canes/ergonomic-walking-canes/orthopedic-shock-absorber-palm-grip-cane-right-or-left/>

[7] <https://www.mg3comercial.com.br/ferro-fundido-cinzentos>

[8] http://koslover.ucsd.edu/YSC/centerofmass_worksheet.pdf

[9] <https://www.britannica.com/science/centre-of-gravity>