

COMPARATIVO DE VOLUME E PESO ENTRE UMA CALHA PARALÍMPICA CONVENCIONAL E UMA CALHA FABRICADA EM ABS POR MANUFATURA ADITIVA

Diego Augusto Costa Alves¹, diegoaugusto@ufu.br, e-mail

Thiago José Donegá¹, thdonega@yahoo.com.br, e-mail

Márcio Peres de Souza¹, marcioperes@ufu.br

Cleudmar Amaral de Araújo¹, cleudmar.araujo@ufu.br

¹ Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Mecânica, Laboratório de Projetos Mecânicos, Núcleo de Habilitação/Reabilitação em Esportes Paralímpicos (NH/RESP), Uberlândia, Brasil.

Resumo: No Brasil e no mundo crescem as pesquisas e os investimentos em tecnologias voltadas ao paradesporto. O presente estudo tem como objetivo apresentar um comparativo de volume e peso entre três calhas para bocha paralímpica classe BC3, sendo duas convencionais e uma fabricada por manufatura aditiva. Foram analisadas as calhas completas com pedestal e maleta de transporte, para efeito de identificação a calha fabricada por meio de manufatura aditiva será identificada como Calha A, e as outras duas serão identificadas como Calha B e Calha C. Além disso, mediram-se três dimensões, comprimento, largura e profundidade da maleta de transporte de cada uma delas. A calha A foi construída de peças montáveis/desmontáveis em ABS, enquanto, as outras duas foram construídas de peças inteiriças ou semi-inteiriças, as quais utilizaram madeira e/ou acrílico na peça da calha. O trabalho mostra que além do fato de a calha A ser mais leve, é bastante prática podendo ser desmontada em diversas partes e adaptada em uma pequena maleta para transporte, facilitando assim a vida dos atletas.

Palavras chave: Calha, Bocha Adaptada, Impressão 3D.

1. INTRODUÇÃO

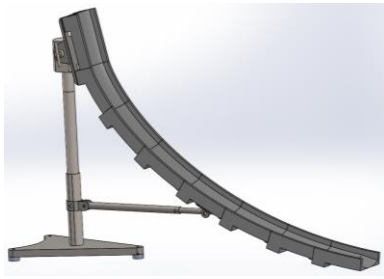
O objetivo do jogo de bocha paralímpica é aproximar as bolas azuis e vermelhas de uma bola alvo (Jack, bola branca). Dessa forma, cada jogador ou equipe joga com uma cor de bola durante a partida. A bocha paralímpica é dividida em quatro classes, sendo elas BC1, BC2, BC3 e BC4. Na classe BC3 o lançamento da bola é feito utilizando um equipamento na forma de rampa de descida que é comumente conhecido como calha (DONEGA, *et al.*, 2015).

As calhas usadas pelos jogadores da classe BC3 são confeccionadas com diferentes curvaturas e materiais como plástico, acrílico, madeira ou uma combinação destes materiais. A principal função da calha é de permitir o livre movimento da bola e um rolamento de forma linear. As calhas possuem uma rampa que é constituída de uma borda proximal onde é posicionada a bola para o arremesso, um corpo com abas laterais e uma borda distal onde acontece a saída da bola. Uma base regulável apoia a rampa no chão. As calhas devem possuir tamanho reduzido e quando montada com a base, anexos e extensões não podem ultrapassar a medida de 2,5 por 1 metros (BISFED, 2017).

Em geral as calhas utilizadas na bocha paralímpica são construídas em partes semi-inteiriças ou inteiriças. Esses equipamentos, normalmente, são feitos de madeira e/ou acrílico. Devido a serem constituídas desses materiais e de poucas partes desmontáveis, essas calhas apresentam inconvenientes relacionados ao peso e volume. Dessa forma, esses equipamentos geram certo desconforto durante o transporte, além de ser pouco prático para transportar. Muitas vezes essas questões ocasionam gastos adicionais em viagens aéreas entre competições. Assim, se houverem equipamentos mais leves e compactos, de fácil transporte e modulares, isso ajudaria no transporte (DONEGA, *et al.*, 2016).

Com base nisso o objetivo do presente trabalho é fazer um comparativo de peso e volume entre uma calha construída de peças montáveis por manufatura aditiva com outras duas calhas fabricadas, basicamente, em madeira e/ou acrílico.

A Figura 1 apresenta um modelo de calha fabricada em impressora 3D e um modelo de calha feita de madeira e acrílico. A Figura 1a mostra o projeto de uma calha prototipada feita por fabricação em pequenas peças de fácil desmontagem, enquanto a Figura 1b mostra uma calha produzida em madeira e acrílico com partes inteiriças.



a) Calha prototipada



b) Calha de madeira e acrílico

Figura 1. Modelo das calhas

2. MATERIAIS E MÉTODOS

De acordo com a nomenclatura adotada anteriormente, a Figura 2 mostra as imagens das malas utilizadas para transportar as calhas A, B e C, respectivamente Figura 2a, 2b e 2c..



a) Calha A



b) Calha B



c) Calha C

Figura 2. Maltas utilizadas para transporte e armazenamento das calhas

Durante os testes foram medidas as massas das três calhas completas com pedestal e maleta de transporte. Além disso, mediram-se as três dimensões (comprimento, largura e profundidade), das malas de transporte de cada uma delas. A Figura 3 demonstra, esquematicamente, cada uma das dimensões. Das três calhas avaliadas, a calha A foi construída em ABS por meio de manufatura aditiva, desenvolvida e projetada no Laboratório de Projetos Mecânicos, na Universidade Federal de Uberlândia pelos próprios autores. Enquanto as outras duas foram construídas de peças inteiriças ou semi-inteiriças, as quais utilizaram madeira e/ou acrílico na peça da calha, são calhas convencionais, mais não comerciais fabricadas e desenvolvidas pelos próprios atletas de maneira empírica, pois no Brasil há uma grande dificuldade em encontrar calhas comerciais no mercado.

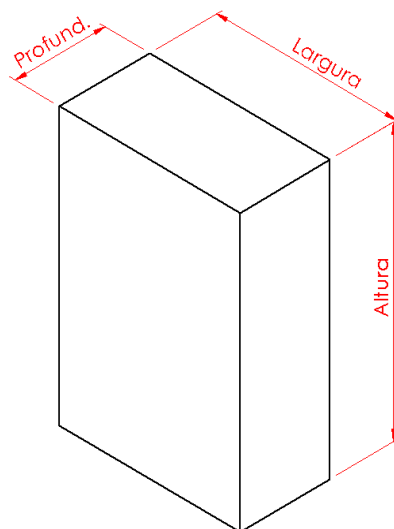


Figura 3. Esquema das dimensões medidas nas malas das calhas

A massa das calhas foi medida em uma balança mecânica de plataforma, marca Micheletti com capacidade para 200kg e precisão de 100 gramas. Para a medição da massa, as calhas foram posicionadas sobre a balança com todas as peças, ou seja, completas e acondicionadas dentro das suas respectivas malas.

As medidas das dimensões das malas foram feitas com uma trena de aço com trava, marca Lufkin com capacidade de 5 m e precisão de 1 mm. As medidas foram feitas externamente nas malas fechadas.

Tanto para as medições de massa, quanto as medições de dimensões foram feitas 5 medidas para cada uma e calculado a média e desvio padrão das medições.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta as dimensões externas das malas, mostrando o comprimento, largura e profundidade de cada mala, bem como o desvio padrão das medições.

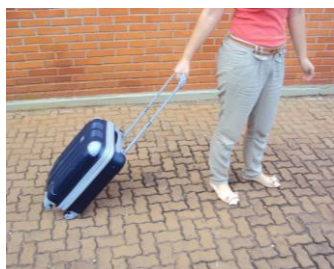
Tabela 1. Dimensões externas das malas

Mala	Comprimento (mm)		Largura (mm)		Altura (mm)	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Calha A	530	2	340	2	230	1
Calha B	1305	1	355	1	230	1
Calha C	1450	1	365	1	240	1

Nota-se pela Tabela 1 que a mala utilizada para transportar a Calha A é a de menor volume, seguida pelas malas da Calha B, e Calha C que são maiores, respectivamente. Assim, fazendo a comparação pelo volume das malas, têm-se aproximadamente $41 \times 10^6 \text{ mm}^3$, $107 \times 10^6 \text{ mm}^3$ e $127 \times 10^6 \text{ mm}^3$ para as malas da Calha A, Calha B e Calha C, respectivamente. Dessa forma a mala da Calha A apresenta, aproximadamente, metade do volume da mala da Calha B e um terço do volume da mala da Calha C.

A Figura 4 apresenta um demonstrativo de pessoas carregando as três malas, sendo que todas elas têm rodinha. Uma observação importante é em relação a mala da Calha A, que além de ter menor volume é uma mala comum de transporte de bagagem que pode ser encontrada facilmente em qualquer loja de malas.

Fazendo um comparativo em relação à massa das malas com as calhas completas dentro, temos que a mala com a Calha A (prototipada) resultou em uma média de $15,2 \pm 0,1 \text{ kg}$, enquanto os outros dois equipamentos apresentaram $29,3 \pm 0,1 \text{ kgf}$ e $42,5 \pm 0,1 \text{ kgf}$ (Calha B e C, respectivamente). Assim, nota-se que a mala com a Calha A não apresenta necessidade de pagar excesso de bagagem em vôos nacionais, que é da ordem de 23 kg. Já as outras duas representam um possível gasto extra em relação a esse quesito.



a) Calha A



b) Calha B



c) Calha C

Figura 4. Demonstrativo de uma pessoa carregando as malas com as calhas

Na Figura 5 é possível observar as malas da Calha A e da Calha B abertas e uma do lado da outra, onde se compara visualmente a diferença de tamanho entre as duas, sendo facilmente verificado que a mala da Calha A é menor.



Figura 5. Comparativo entre as malas da Calha A (a direita) e a mala da Calha B (a esquerda), Globo Esporte Triângulo Mineiro (2015)

Em seguida, na Figura 6 é possível observar as malas da Calha B e da Calha C uma do lado da outra, onde se compara visualmente a diferença de tamanho entre as duas, sendo facilmente verificado que a mala da Calha B é menor.



Figura 6. Comparativo entre as malas da Calha B (acima) e a mala da Calha C (abaixo).

4. CONCLUSÃO

A calha fabricada em ABS por manufatura aditiva, além de ser menos volumosa e mais leve em comparação com as calhas convencionais fabricadas em acrílico e madeira, tem a vantagem de ser facilmente desmontável, podendo assim ser carregada em uma mala simples e pequena de fácil transporte, facilitando assim a vida dos atletas em viagens e competições.

5. REFERÊNCIAS

BISFED. BISFed International Boccia Rules, United Kingdom, v. 2, 2017.

DONEGÁ, THIAGO J.; SOUZA, MÁRCIO P.; FREITAS, DENY G.; LEITE, GLÊNIO F.; ARAÚJO, CLEUDMAR A. Comparativo de volume e peso de calhas para bocha paralímpica classe BC3. IV SEMINÁRIO INTERNACIONAL E VIII CURSO DE CAPACITAÇÃO TÉCNICA DA ANDE-2016. Rio de Janeiro, 2016.

DONEGÁ, THIAGO J.; SOUZA, MÁRCIO P.; FREITAS, DENY G.; LEITE, GLÊNIO F.; ARAÚJO, CLEUDMAR A. Força de impacto da bola na bocha paralímpica classe BC3. In: SEMINÁRIO E CONGRESSO TÉCNICO DA ANDE, São Paulo, 2015. **Anais do III Seminário e VII Congresso Técnico da ANDE**. São Paulo: ANDE, p. 45-45, 2015.

GLOBO ESPORTE TRIÂNGULO MINEIRO. Calha para Bocha Paralímpica, 01 de Novembro de 2015. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=ukUwdResZzw>>. Acesso em 28 de Novembro de 2017.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a CNPq, CAPES, FAPEMIG, FEMEC, Universidade Federal de Uberlândia, Laboratório de Projetos Mecânicos e Núcleo de Habilitação/Reabilitação em Esportes Paralímpicos pelo suporte financeiro e pelo suporte na realização desse trabalho de pesquisa.

7. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.