

EFEITOS DAS CURVAS DE CALHAS UTILIZADAS NA BOCHA PARALÍMPICA

Vitor Costa Gonçalves, LPM-UFU, NH/RESP, vitorcg6@gmail.com
Paulo Vitor Ferreira Marques, LPM-UFU, NH/RESP, paulovfmarques@hotmail.com
Márcio Peres Souza, LPM-UFU, NH/RESP, marcioperes.mec@hotmail.com
Glênio Fernandes Leite, LPM-UFU, NH/RESP, glenioleite@yahoo.com.br
Thiago José Donegá, LPM-UFU, NH/RESP, thdonega@yahoo.com.br
Cleudmar Amaral Araújo, LPM-UFU, NH/RESP, cleudmar@mecanica.ufu.br

Resumo. O destaque do Brasil no cenário internacional nas últimas edições dos Jogos Paralímpicos vem gerando novos investimentos por parte do governo, empresas e instituições interessadas em desenvolver tecnologias que possam de alguma forma melhorar e incentivar a prática dos esportes paralímpicos. A Bocha Paralímpica é um esporte que pode ser praticado por pessoas com diversos graus de mobilidade, por isso o esporte é dividido em 4 classes, BC1, BC2, BC3 e BC4, que classificam os atletas quanto a sua mobilidade, e a utilização ou não de acessórios auxiliares na disputa do jogo, como acontece na classe BC3 que é disputada com a utilização de uma rampa de lançamento da bola, que é denominada calha. A calha é geralmente confeccionada com base na experiência dos atletas e pessoas ligadas ao esporte, mas sem utilizar métodos científicos. Nesse contexto, o objetivo do trabalho é comparar o efeito de diferentes curvas de calha, com o lançamento de bolas, comparando níveis de velocidade, alcance e força de impacto através de simulação virtual. Utilizando o programa inventor notou-se que os lançamentos utilizando uma calha com curva cicloidal alcançavam maiores velocidades e distâncias percorridas, enquanto que, o formato convencional gerava maiores forças de impacto sobre a bola de jogo

Palavras chave: Bocha Paralímpica, Calha, Paradesporto, Engenharia Biomecânica, Pessoas com Deficiência.

1. INTRODUÇÃO

A bocha olímpica tem sua origem no Egito e na Grécia antiga. Surgiu por volta de 3 a 4 mil anos a.C. e era praticada utilizando objetos esféricos, geralmente pedras, na época, como forma de passatempo. O esporte propriamente dito chamado de Bocha surgiu na Itália, entre 68 e 69 d.C., época dos imperadores (ref. 1). Porém, apenas recentemente, por volta da década de 70, o esporte foi adaptado para que pudesse ser praticado por pessoas com deficiência. A bocha paralímpica, similar a modalidade olímpica, utiliza seis bolas vermelhas e seis azuis, cada cor representando um competidor, além de uma bola branca chamada de Jack, que é a bola alvo. A modalidade é disputada em uma quadra lisa e plana podendo ter o piso de madeira ou sintético com dimensões de 12,5 x 6 m. O Objetivo é posicionar o maior número de bolas possíveis próximas à bola branca (ref. 2).

A versão adaptada do jogo inicialmente atendia pessoas com paralisias cerebrais mais severas e que levavam a um alto grau de comprometimento motor nos quatro membros, mas posteriormente foram criadas diferentes categorias, para que também pudessem participar aquelas pessoas com paralisias mais amenas, então cada categoria é dividida em função do sexo e do tipo de paralisia do competidor.

Para aquelas paralisias mais severas (Classe BC3) é permitido o uso de equipamento auxiliar, denominado calhas, onde as bolas são soltas para serem lançadas na quadra. Além disso, é permitida também a participação de um auxiliar, chamado de calheiro, que posiciona as bolas na calha do competidor para que ele possa efetuar o lançamento, e são justamente essas calhas e seus efeitos nos lançamentos, que serão tratadas nesse trabalho.

Normalmente, as estruturas das calhas são simples e, em geral, existem poucos estudos científicos que otimizam e avaliam a performance e a influencia das calhas no jogo. Para isso, neste estudo foram utilizados dois modelos de calhas diferentes, uma com curva convencional e outra com curva cicloidal. Através de simulação virtual utilizando o programa Inventor, parâmetros resultantes dos lançamentos de bolas foram comparados visando avaliar a performance final. Sabe-se que a performance depende da bola que possui um efeito importante, uma vez que, além do peso, rigidez e direcionamento, os efeitos de velocidade, distância percorrida e força de impacto são essenciais no jogo. Além de todos estes parâmetros, a habilidade, conhecimento e experiência dos jogadores são fundamentais para um resultado satisfatório no final do jogo. O objetivo do trabalho foi avaliar os níveis da força de impacto, velocidades e a distância máxima alcançada.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para avaliar os lançamentos e os níveis de força, velocidade e distância, foram feitas simulações virtuais através do software Autodesk Inventor. Foram variados parâmetros relacionados com o método de lançamento considerando dois formatos de curvas para as calhas, um formato convencional e outro formato, denominado cicloidal. A fig. (1) mostra os modelos geométricos desenvolvidos em ambiente Autodesk Inventor.



Figura 1. Modelos geométricos desenvolvidos para os dois formatos de curvas de calha avaliados no estudo. a) Curva convencional b) Curva cicloidal

É possível perceber que no primeiro caso a curva é mais acentuada e mais curta, enquanto no caso da cicloide, a curva é menos acentuada e tem uma extensão maior que a primeira, o que faz a bola ter uma trajetória mais suave no segundo caso.

A bola utilizada nas simulações tem massa de 270 g e um raio 4,3 cm, ou seja, seu volume é de $333,04 \text{ cm}^3$. Os valores da massa e do raio foram obtidos tendo como base uma bola oficial do jogo, o que resulta em uma densidade de $0,81 \text{ g/cm}^3$. O seu módulo de elasticidade (Young) é de $29,88.10^3 \text{ kgf/cm}^3$, ou seja, ela é deformável e essa deformação interfere na simulação, mesmo que não seja visível. Isso pode ser notado através das oscilações presentes nos gráficos das velocidades. As calhas são de madeira com densidade $0,554 \text{ g/cm}^3$, e a fricção entre as superfícies da bola e da calha vale 0,1.

As velocidades foram coletadas através dos gráficos da velocidade pelo tempo, gerados no próprio software Autodesk Inventor, e suas respectivas tabelas geradas exportando esses gráficos para outro software, o Microsoft Excel, observando o máximo valor de velocidade da tabela nos milésimos de segundos correspondentes aos momentos chave, como a saída da calha e a colisão no anteparo.

A força de impacto foi obtida de forma similar, através do gráfico da força de contato entre as superfícies da bola e do anteparo (na direção da colisão) em função do tempo, e da tabela, gerados com os dois softwares, a diferença é que ela aparece em um único momento (momento exato da colisão), então não é necessária nenhuma análise mais detalhada para saber qual a força de impacto, basta coletar o maior valor presente na tabela. A montagem feita para obtenção da força de impacto está esquematizada pela fig. (2).

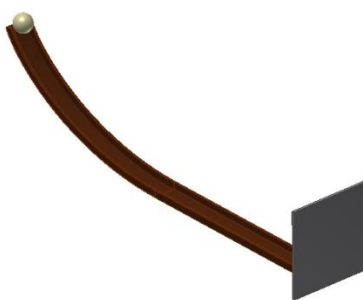


Figura 2. Modelo geométrico da estrutura utilizada para simular a colisão no anteparo.

E por último, para determinar a distância máxima alcançada pela bola nos lançamentos com as duas calhas, foram utilizados o gráfico da distância pelo tempo e sua respectiva tabela, mas para esse caso a construção dos elementos foi alterada. Foi retirado o anteparo, e a superfície plana que seria equivalente à superfície da quadra de jogo foi estendida até que tivesse tamanho suficiente para toda a trajetória da bola, quando solta livremente, percorrendo sua trajetória natural até parar, conforme mostra a fig. (3). Depois disso bastou coletar o maior valor de distância que estava na tabela.



Figura 3. Instante inicial e final da parada da bola arremessada (Queda livre) na calha.

3. RESULTADOS

Os níveis de velocidade, comparando a curva 1 (curva cicloidal) com a curva 2 (Convencional) são mostrados na fig. (4). A velocidade de lançamento (velocidade na saída da calha) foi da ordem de 2,2 m/s (2200 mm/s) para a calha 1 e 1,9 m/s (1900 mm/s) para a calha 2, e as velocidades no momento do impacto foram da ordem de 1,8 m/s (1800 mm/s) e 1,4 m/s (1400 mm/s) na curva 1 e curva 2, respectivamente, conforme indicado nos gráficos das fig. (3).

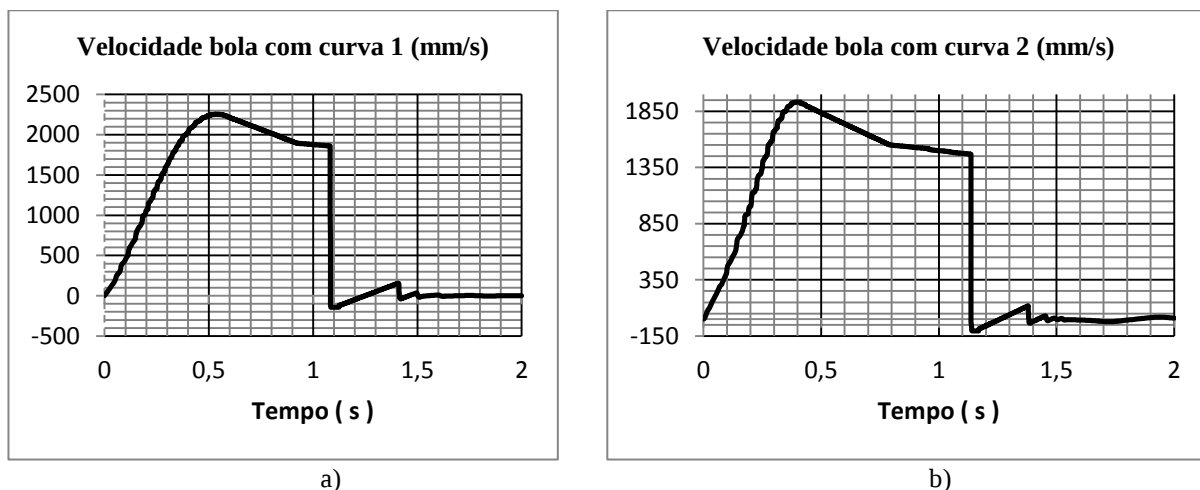


Figura 3. Gráfico da velocidade horizontal da bola. a) curva 1 (cicloidal). b) curva 2 (convencional).

Na força de impacto no anteparo, situado a 1 m do final da calha, percebeu-se uma inversão, ou seja, a curva 1 apresentou um resultado inferior à curva 2, com valores de impacto, respectivamente de 153,77 N e 179,41 N, conforme mostrado na fig. (4).

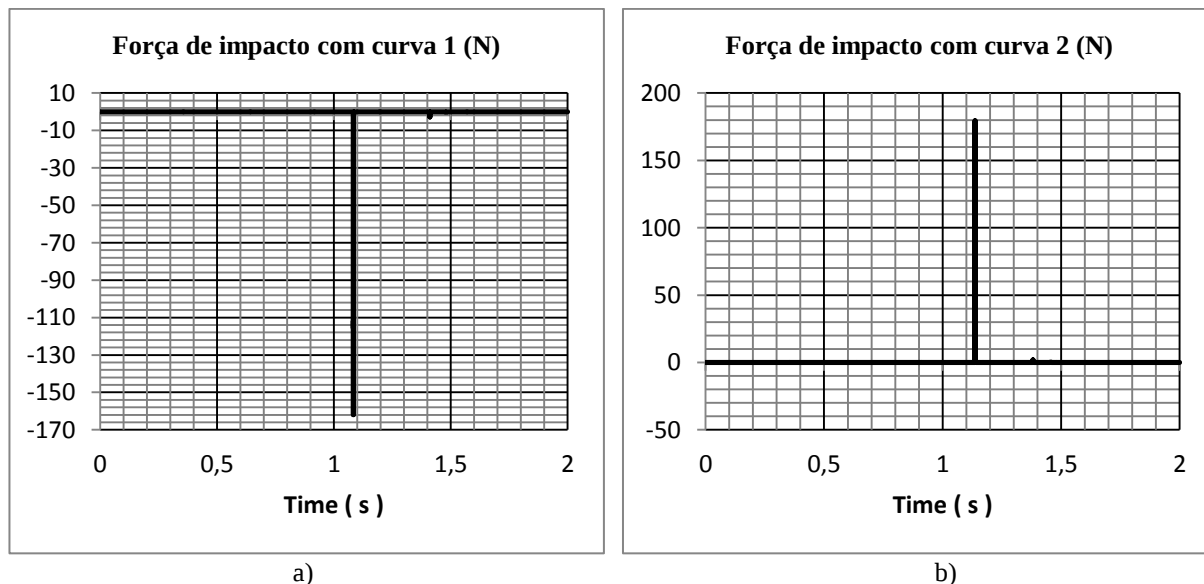


Figura 4. Força de impacto horizontal no anteparo em função do tempo. a) Curva 1 (cicloidal). b) Curva 2 (convencional)

A diferença na direção das duas curvas deve-se às diferentes orientações estabelecidas na simulação. Neste caso, foram avaliados os valores em módulo. As curvas indicam a diferença na eficiência das duas calhas no que diz respeito à velocidade, confirmando os dados anteriores, pois é possível perceber que o impacto aconteceu em um tempo menor quando foi utilizada a calha 1 e em um tempo maior quando foi utilizada a calha 2.

Nas simulações, a distância máxima alcançada pela bola, utilizando as diferentes curvas das calhas, mostrou um valor de 11,4 m para a calha 1 e 8,13 m para a calha 2.

4. CONCLUSÃO

A principal contribuição deste estudo é mostrar que as curvas das calhas possuem um papel fundamental em alguns dos parâmetros do jogo, relacionados com a bocha paralímpica, especificamente na modalidade BC3. Os modelos de simulação estudados ainda necessitam ser ajustados e validados experimentalmente, principalmente considerando aspectos de deformação da bola, níveis de atrito, forças resistivas, dentre outros. Estes efeitos possuem uma influência fundamental nos parâmetros analisados. Dentro das aproximações utilizadas nos modelos foi possível observar que, com a curva cicloidal, é possível obter velocidades 20% maiores do que com a curva convencional e uma distância 40% maior, enquanto que, com a curva convencional, a força de impacto foi cerca de 5% maior do que com a curva cicloidal.

5. Referências

1. <<http://www.portaldabocha.com.br/conteudo.aspx?id=1>>
2. <<http://www.educacaofisica.seed.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=271>>
3. ANDE, Esportes Palímpicos (2015) Disponível em;
<http://www.ande.org.br>
4. Andrade A.V.; Rolamento e atrito de rolamento ou por que um corpo que rola para. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 35, n. 3, 3704 (2013). Disponível em; <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/353704.pdf>>
Batista G. S. e Moreira J.E., Experiência com a Braquistócrona. Física na Escola, v. 7, n. 2, 2006. Disponível em;
<<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol7/Num2/v13a10.pdf>>
5. BISFed; Bocha Paralímpica (2013) .Disponível em;
<<http://www.bisfed.com/wp-content/uploads/2014/01/BISFed-Boccia-Classification-Rules-2nd-Edition-2013.pdf>>
6. ISO8767. Passenger car Tyres, Methods of measuring rolling resistance.Disponível em;
<http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?iic1=83&ics2=160&ics3=10&csnumber=16179>
7. Nuno F. P. Medição Experimental do Coeficiente de Resistência ao Rolamento e do Coeficiente de Arrasto Aerodinâmico de um Veículo Automóvel de Elevada Eficiência Energética. Julho de 2012, 66, Mestrando, Universidade de Coimbra.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, ao LPM, ao NH/RESP e aos órgãos de fomento CNPq, Fapemig e Capes. Agradecem também à empresa Alphamix pelo suporte no projeto.

7. Abstract

Brazil's notability in the international scenario in the last editions of the Paralympic Games is bringing new investments by the government, enterprises and institutions interested in developing technologies that can, in a way, stimulate the practice of Paralympic sports and turn them better. The Paralympic bocce is an sport that can be practiced by people with various degrees of mobility, so the sport is divided in 4 categories, BC1, BC2, BC3 and BC4, according to each one's mobility, and the need of auxiliary equipment during the game, like in the BC3 class, disputed with the use of a realizing ramp for the ball, which is named gutter. The gutter is usually projected based on the experience of the athletes and people somehow related to the sport, but without scientific methods. In this context, this work's objective is to compare the effect of different gutter curves, by realizing the balls, comparing speed, range and impact force levels through virtual simulation. Using the software Inventor, it was noted that using a cycloidal curve, the releases reached higher speeds and range, while the conventional curve made the game's ball be launched with higher impact force.

8. Responsabilidade pelas Informações

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações contidas nesse trabalho.