



# Revista Brasileira de CIÊNCIAS DO ESPORTE

[www.rbceonline.org.br](http://www.rbceonline.org.br)



## ARTIGO ORIGINAL

# Bocha adaptada: análise cinemática do arremesso e sua relação com a realidade virtual



Raquel Daffre de Arroxellas\*, Rosangela Guimarães Romano, Raquel Cymrot e Silvana Maria Blascovi-Assis

Universidade Presbiteriana Mackenzie, Programa de Distúrbios do Desenvolvimento, São Paulo, SP, Brasil

Recebido em 16 de fevereiro de 2016; aceito em 7 de fevereiro de 2017

Disponível na Internet em 4 de abril de 2017

### PALAVRAS-CHAVE

Esportes para pessoas com deficiência;  
Terapia com exposição à realidade virtual;  
Fenômenos biomecânicos;  
Jogos de vídeo

### KEYWORDS

Sports for persons with disabilities;  
Virtual reality exposure therapy;  
Biomechanical phenomena;  
Video games

**Resumo** O objetivo deste estudo foi correlacionar características biomecânicas do membro superior durante o arremesso da bocha adaptada e do jogo boliche do Kinect Sports do videogame Xbox da Microsoft Games Studios®. Participaram da pesquisa oito atletas, cinco classificados como BC2 e três como BC4. Foram coletadas medidas das angulações de punho e cotovelo e da velocidade linear média dos arremessos mais eficientes por meio de filmagens para análise cinemática. Foram encontradas semelhanças nas angulações de punho e cotovelo e na velocidade linear média dos arremessos em ambas as situações. Dessa forma, conclui-se que o uso da realidade virtual é um fator a ser considerado no treinamento da bocha adaptada. © 2017 Colégio Brasileiro de Ciências do Esporte. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

### Boccia: Kinematics of the throwing and its relationship with virtual reality

**Abstract** The objectives of this study were to correlate biomechanical characteristics of the upper limb during the throw of the boccia and bowling game Kinect Sports Xbox video game from Microsoft Games Studios®. The participants were 8 athletes, 5 classified as BC2 and BC4 as 3. Measurements of the angles of wrist and elbow and the average linear velocity of the most effective pitches through footage for kinematic analysis were collected. Similarities were found in the angles of wrist and elbow and the average linear velocity of pitches in both situations. Thus, it is concluded that the use of virtual reality is a factor to be considered in the training of boccia. © 2017 Colégio Brasileiro de Ciências do Esporte. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

\* Autor para correspondência.

E-mail: [raquelarroxellas@gmail.com](mailto:raquelarroxellas@gmail.com) (R.D. Arroxellas).

**PALABRAS CLAVE**

Deportes para personas con discapacidad;  
Terapia de exposición mediante realidad virtual;  
Fenómenos biomecánicos;  
Videojuegos

**Bocha: análisis cinemático del lanzamiento y su relación con la realidad virtual**

**Resumen** Los objetivos de este estudio fueron establecer una correspondencia entre las características biomecánicas de la extremidad superior durante el lanzamiento en la bocha y las mismas en el videojuego de bolos Kinect Sports Xbox de Microsoft Games Studios®. Participaron 8 deportistas, 5 clasificados como BC2 y 3 como BC4. Se tomaron las medidas de los ángulos de la muñeca y el codo, y la velocidad lineal media de los emplazamientos más eficaces a través de imágenes para el análisis cinemático. Se encontraron similitudes en los ángulos de la muñeca y el codo, y la velocidad lineal media de lanzamiento en ambas situaciones. Por tanto, se concluye que el uso de la realidad virtual es un factor que debe tenerse en cuenta en el entrenamiento de la bocha.

© 2017 Colégio Brasileiro de Ciências do Esporte. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

**Introdução**

Os esportes adaptados surgiram em meados de 1940, após ter sido introduzidos como uma forma de reabilitação para ex-combatentes de guerra (Gorgatti e Costa, 2013). Esportes tradicionais sofreram alterações em suas regras de forma que possibilitassem a prática esportiva das pessoas que apresentavam alguma deficiência física. Outros esportes foram criados exclusivamente para possibilitar a prática esportiva de pessoas com deficiências físicas, como é o caso do polybat e da petra.

A bocha adaptada é um esporte praticado por pessoas com deficiências físicas que apresentam um alto grau de comprometimento motor (Oliveira e Kawashita, 2015). De acordo com o grau de deficiência, os atletas são classificados em uma das quatro possíveis classes da modalidade, todas elas com quadros topográficos de tetraplegia: BC1, BC2, BC3 e BC4 (Campeão, 2011; Jerônimo *et al.*, 2009; Vieira e Campeão, 2012).

A classe BC3 é a que apresenta maior comprometimento motor. Para fazer o lançamento das bolas, os atletas dessa classe fazem uso de um dispositivo chamado calha ou rampa. A classe BC1 aloca os atletas que conseguem arremessar as bolas com as mãos ou os pés, porém têm, entre outras características, pobre controle de tronco, dificuldade no movimento de preensão palmar e incapacidade de manobrar a cadeira de rodas com eficiência. Nas classes BC2 e BC4 são classificados os atletas que conseguem arremessar as bolas. No entanto, diferentemente da classe BC1, seu controle de tronco é mais aprimorado, assim como a habilidade de preensão. Consequentemente, esses atletas são capazes de manobrar a cadeira de rodas de forma mais eficiente. Assim, observa-se que os atletas das classes BC2 e BC4 têm perfil funcional e mecânica de arremesso semelhantes (Boccia Internacional Federation, 2013; Herbst *et al.*, 2012). A diferença entre essas classes está na deficiência dos atletas. Os atletas classificados como BC2 são todos paralisados cerebrais, já os BC4 têm deficiências de ordem não neurológica (lesão medular, distrofia muscular, nanismo, entre outras).

A precisão é uma habilidade motora fundamental para que o arremesso seja bem-sucedido (Navarro e Sanchez,

2012). Outros fatores determinantes para um bom arremesso: coordenação, ajuste e controle do movimento, amplitude e mobilidade articular e força do arremesso (Sirera, 2011).

Todos esses fatores influenciam na qualidade do arremesso. Para um desempenho motor ser preciso, é necessária uma biomecânica adequada (Hall, 2013). Um dos testes mais usados para verificar a biomecânica do movimento é a análise cinemática, pois com os seus resultados é possível descrever algumas características do gesto motor.

Dessa forma, é lógico pensar que os atletas de bocha adaptada usam grande parte dos seus treinamentos para aprimorar o gesto motor do arremesso. Dentre as diversas formas de treinar o arremesso, pode-se apontar que os jogos virtuais surgem como uma possibilidade.

Atualmente há muitos estudos que abordam o uso da realidade virtual (RV) por pessoas adultas que apresentam sequelas motoras decorrentes de lesão medular, paralisia cerebral, doenças neurológicas, entre outras (Romano *et al.*, 2013).

A RV é sustentada por três pilares: tridimensionalidade, *feedback* instantâneo e motivação. Por meio da tridimensionalidade, os usuários são transportados para o mundo virtual, de forma que os movimentos feitos no mundo real são capazes de modificar o mundo virtual (Monteiro, 2011). Em função do *feedback* imediato, o usuário pode perceber se executou o movimento corretamente ou se é necessário corrigi-lo, o incentiva à repetição do movimento (Bao *et al.*, 2013). O fator motivacional é extremamente significativo, é uma das principais causas da adesão dos usuários aos jogos da RV (Torre e Raiola, 2012).

Os jogos virtuais não foram criados inicialmente para fins de treinamento esportivo. Todavia, ao se observar o gesto motor do arremesso da bocha adaptada, deve-se considerar a possibilidade de estabelecer comparações entre essa modalidade e o jogo boliche do Kinect Sports do videogame Xbox da Microsoft Games Studios® (boliche KX).

Assim, o objetivo deste estudo foi comparar características do membro superior, tais como ângulos do cotovelo

e do punho e velocidade linear, no arremesso da bola de bocha adaptada e no arremesso da bola do boliche KX.

## Método

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética da Universidade Presbiteriana Mackenzie, com número de parecer 497.952. Todos os participantes, ao assinar o termo de consentimento livre e esclarecido, estavam cientes das condutas adotadas.

Foi feito um convite para todos os atletas praticantes da modalidade bocha adaptada filiados aos oito clubes do Estado de São Paulo por contato direto com os treinadores dos clubes. Participaram deste estudo oito atletas, oriundos de quatro clubes, já devidamente classificados pela Associação Nacional de Desporto para Deficientes [ANDE] (órgão responsável pela classificação funcional no Brasil), de ambos os sexos, cinco atletas BC2 (quatro homens e uma mulher) e três atletas BC4 (todas mulheres, uma com esclerose múltipla, outra com lesão medular nível C6 C7 e outra com poliomielite).

Os critérios de inclusão foram: ser classificado como BC2 ou BC4, ter pelo menos um ano de experiência na modalidade e arremessar por baixo (movimento de pêndulo) com o braço supinado. Já o critério de exclusão era o Kinect não fazer a correta leitura do corpo do atleta. Assim, dois atletas foram excluídos. Uma mulher BC2 foi excluída, pois o Kinect não fez a leitura do corpo dela, e um homem, também BC2, foi excluído por fazer o arremesso com o braço em pronação. Por essa razão, foram analisados os arremessos de seis atletas (três BC2 e três BC4).

As coletas foram feitas no Laboratório de Ciências do Estudo do Movimento da Universidade Presbiteriana Mackenzie. Para fazer a análise cinemática do movimento, foi preciso calibrar o espaço do teste. Neste estudo foi delimitado um retângulo de 2m x 1m, formado por quatro fios de prumo pendurados no teto. Em cada fio de prumo havia oito pérolas, distanciadas a aproximadamente 200 mm.

Para a aquisição das imagens, foram usadas três câmeras filmadoras modelo HDR-CX220, da marca Sony®, com frequência de 60 Hz. As câmeras foram posicionadas a três metros do centro do espaço calibrado, de modo que seus focos formaram um ângulo de 90°. Essas câmeras foram posicionadas e um tripé a uma altura de 74 cm do solo e abaixo de cada uma delas havia um holofote. A câmera 3, por ter a função de gravar a imagem do videogame, foi posicionada atrás do atleta a 1 m de distância.

Todos os atletas trajavam roupas e luvas de látex pretas. Os marcadores tinham 80 mm de diâmetro e foram posicionados em quatro pontos anatômicos: cabeça metacarpal do polegar (P1), processo estiloide do rádio (P2), epicôndilo lateral do úmero (P3) e acrômio (P4).

Para os arremessos foi delimitada uma casa de arremesso, ou seja, um quadrado de 1 m x 1 m dentro do espaço previamente calibrado. Os arremessos com a bola de bocha adaptada foram feitos com a cadeira de rodas posicionada no solo. Já os com a bola de boliche KX foram feitos com os atletas posicionados em uma plataforma de 1 m x 1 m, com 25 cm de altura. Essa plataforma foi posicionada sobre a casa de arremesso.

O alvo, tanto no arremesso da bola de bocha adaptada quanto no arremesso da bola de boliche KX, estava

posicionado 5 m à frente da linha lateral da casa de arremesso, no mesmo lado do braço que executou o arremesso. Para os arremessos com a bola de bocha adaptada, o alvo era um círculo de 270 mm confeccionado com cartolina. Já o alvo para os arremessos com a bola do boliche KX era o pino central da imagem do videogame. Essa imagem era projetada em uma tela branca, a uma altura de 25 cm, por um projetor posicionado no solo a 2,5 m da tela. O Kinect, equipamento que faz a leitura do corpo, foi posicionado a 2,5 m do atleta e a 80 cm do solo.

Cada atleta fez seis arremessos válidos com as próprias bolas de bocha adaptada e, logo em seguida, seis arremessos válidos no jogo boliche KX. Arremessos inválidos foram aqueles em que a bola de bocha adaptada tocou em algum objeto ou aqueles em que o Kinect não fez a correta leitura do corpo do atleta.

Foi solicitado aos atletas que arremessassem as bolas de bocha adaptada com o objetivo de aproximá-las ao centro do círculo alvo. Para predizer a eficiência dos arremessos, foi mensurada a distância entre a projeção do centro do círculo alvo à altura correspondente ao perímetro da bola arremessada mais próximo ao centro do círculo alvo. O equipamento usado para fazer a mensuração foi o compasso, comumente usado pela arbitragem desse esporte.

Já para os arremessos no jogo do boliche KX, os atletas foram orientados a acertar a bola do boliche no pino central. Para mensurar a eficiência dos arremessos, foi construído um registro, no qual foram anotados os pinos derrubados e as setas indicadoras de direção (fornecidas pela imagem do jogo).

A casa arremesso, nas duas situações, a cena do teste era recomposta como no início do teste, ou seja, para os arremessos com a bola de bocha adaptada, havia na cena apenas o círculo alvo e para os arremessos do jogo boliche KX, todos os 10 pinos estavam de pé.

Em função de a bola de bocha adaptada não ser maciça, podem ocorrer mudanças na forma original, que prejudicam a trajetória tomada durante o tempo em que rolar no chão. Para minimizar essa possível interferência, antes de cada arremesso, a bola foi arredondada pelos pesquisadores.

Foi permitido que os atletas fizessem até 10 arremessos de familiarização com a bola de bocha adaptada e 15 com a bola do jogo boliche KX.

## Tratamento das filmagens

Dos seis arremessos válidos que cada atleta fez em cada situação, foi analisado apenas o arremesso mais eficiente, ou seja, aquele em que o atleta mais aproximou a bola de bocha adaptada ao centro do círculo alvo e aquele em que a bola do boliche KX acertou o pino central. Nos casos em que houve mais de um arremesso nessa condição, foi analisado o arremesso no qual foi derrubada uma maior quantidade de pinos.

As filmagens capturadas foram gravadas no formato MTS e convertidas, no programa NERO 12, para o formato AVI, pois o programa DVideo for Windows 5.0, usado para analisar as imagens, somente reconhece esse formato de vídeo. O programa DVideo for Windows 5.0, desenvolvido e validado por [Barros et al. \(1999\)](#), mostrou-se eficiente e capaz de analisar os dados coletados.

Para fazer a sincronização das imagens dos arremessos das bolas de bocha adaptada, foi determinado, nas filmagens das câmeras 1 e 2, um quadro em que fosse possível identificar, por meio de um movimento qualquer, porém idêntico, um mesmo momento em ambas as câmeras. Esse quadro foi classificado de Q1. Também foram determinados, na câmera 1, os quadros em que o atleta iniciou o movimento (Qi) – quadro em que o atleta apresentou maior hiperextensão de ombro antes do arremesso e o quadro em que o movimento do arremesso foi finalizado (Qf) – último quadro em que o atleta permaneceu com a bola de bocha adaptada em contato com a mão. Dessa forma, foi feita uma subtração de Qf pelo Qi, para que se obtivesse a quantidade de quadros analisados na filmagem da câmera 1. Para sincronizar a filmagem da câmera 1 com a da câmera 2, foi somada a quantidade de quadros entre Q1 e Qi da filmagem da câmera 1 ao Q1 da filmagem da câmera 2. Assim, determinou-se o Qi da filmagem da câmera 2. Para determinar o Qf da filmagem da câmera 2, somou-se ao Qi da filmagem da câmera 2 a quantidade de quadros entre Qi e Qf da filmagem da câmera 1.

Assim, foi obtida para cada arremesso uma quantidade de quadros a serem analisados. Para que pudesse ser feita uma comparação estatística entre o arremesso com a bola de bocha adaptada e o arremesso do boliche KX do mesmo atleta, era necessário que esses dois arremessos tivessem a mesma quantidade de quadros. Portanto, o Qi da filmagem do arremesso do boliche KX da câmera 1 foi determinado pelo quadro em que o atleta posicionou o braço na posição mais aproximada da imagem de Qi da câmera 1 do arremesso da bola de bocha adaptada. O Qf dessa filmagem foi determinado pela soma da quantidade de quadros entre Qf e Qi da filmagem do arremesso da bola de bocha adaptada ao Qi previamente determinado. O mesmo procedimento foi feito na câmera 2.

Após a seleção dos quadros de cada arremesso, os dados foram analisados e tratados nos programas DVideo for

Windows 5.0 e MatLab, gentilmente cedidos pela Escola Superior de Educação Física de Jundiá (Esef).

## Análise dos resultados

A análise dos resultados considerou a comparação feita entre o arremesso mais eficiente da bola adaptada com o arremesso mais eficiente da bola do jogo boliche KX de cada atleta. Essa comparação contemplou: ângulos do punho e do cotovelo e velocidade linear em cada um dos quatro marcadores usados.

A análise estatística, feita no programa Minitab®, usou o teste de postos sinalizados de Wilcoxon, os dados foram pareados pelos quadros, foi considerado o valor de  $p \leq 0,05$ . A diferença entre as médias foi obtida em teste de igual e diferente.

## Resultados

Estatisticamente, os atletas S3, S4 e S6 apresentaram o ângulo do punho semelhante quando comparados nas situações de arremesso da bola de bocha adaptada e de arremesso do boliche KX (tabela 1). Assim como o atleta S1, para o ângulo do cotovelo (tabela 2).

Em contrapartida, os gráficos dos ângulos do punho (fig. 1) e do cotovelo (fig. 2) mostram algumas semelhanças entre os arremessos dos atletas que foram considerados estatisticamente diferentes. Considerando os ângulos do punho, pôde-se observar que o atleta S1 apresentou semelhança nos quadros 8, 9 e 10; o atleta S2, dos quadros 7 a 11; e o atleta S5 apresentou gráficos com a variação de ângulo muito similar durante todo o arremesso. Quando analisados os gráficos dos ângulos do cotovelo, percebeu-se uma semelhança entre os quadros 7 a 11 do atleta

**Tabela 1** Ângulos do punho

Variável	Valores	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Ângulo	Média bocha (em°)	161°91	219°20	139°53	147°55	164°94	144°98
	Média boliche (em°)	153°88	207°83	141°15	145°70	140°79	154°56
Punho	Média diferença	8,03	11,36	-1,62	1,85	24,15	-9,58
	EP diferença	2,34	1,37	4,06	4,47	1,10	2,86
	Valor-p	0,019	0,005	0,610	0,944	0,009	0,059
	Conclusão	diferentes	diferentes	iguais	iguais	diferentes	iguais

°, grau.

**Tabela 2** Ângulos do cotovelo

Variável	Valores	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Ângulo	Média bocha (em°)	175°19	164°07	145°70	143°42	130°32	149°87
	Média boliche (em°)	174°88	174°86	164°18	126°65	136°14	156°66
Cotovelo	Média diferença	0,31	-10,78	-18,48	16,77	-5,83	-6,79
	EP diferença	0,82	2,63	0,84	1,59	2,18	0,62
	Valor-p	0,61	0,009	0,003	0,014	0,044	0,036
	Conclusão	iguais	diferentes	diferentes	diferentes	diferentes	diferentes

°, grau.

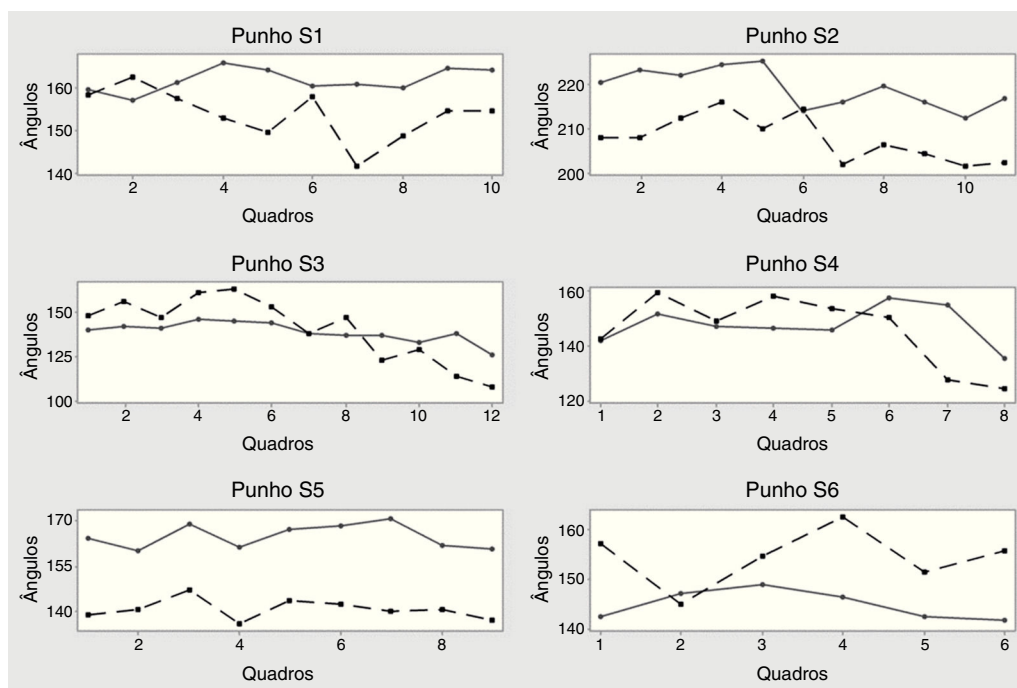


Figura 1 Ângulos do punho por quadro.

S2 e durante todos os arremessos dos atletas S3, S4 e S6.

Após calcular a média obtida entre os últimos quadros dos atletas da classe BC2 (S4, S5 e S6) para o ângulo do punho e do cotovelo nas situações bocha adaptada e boliche KX, observa-se uma pequena variação (tabela 3). A média obtida para o ângulo do punho nos arremessos da

bola de bocha adaptada foi de  $145^{\circ}83$  e nos arremessos do boliche KX foi de  $139^{\circ}23$ . Já para o ângulo do cotovelo, nos arremessos da bola de bocha adaptada a média foi de  $135^{\circ}64$ e nos arremessos do boliche KX foi de  $137^{\circ}51$ .

O mesmo cálculo foi feito para os atletas BC4 (S1, S2 e S3) (tabela 4). A média encontrada para o ângulo de punho nos arremessos da bola de bocha adaptada foi de  $169^{\circ}35$ ,

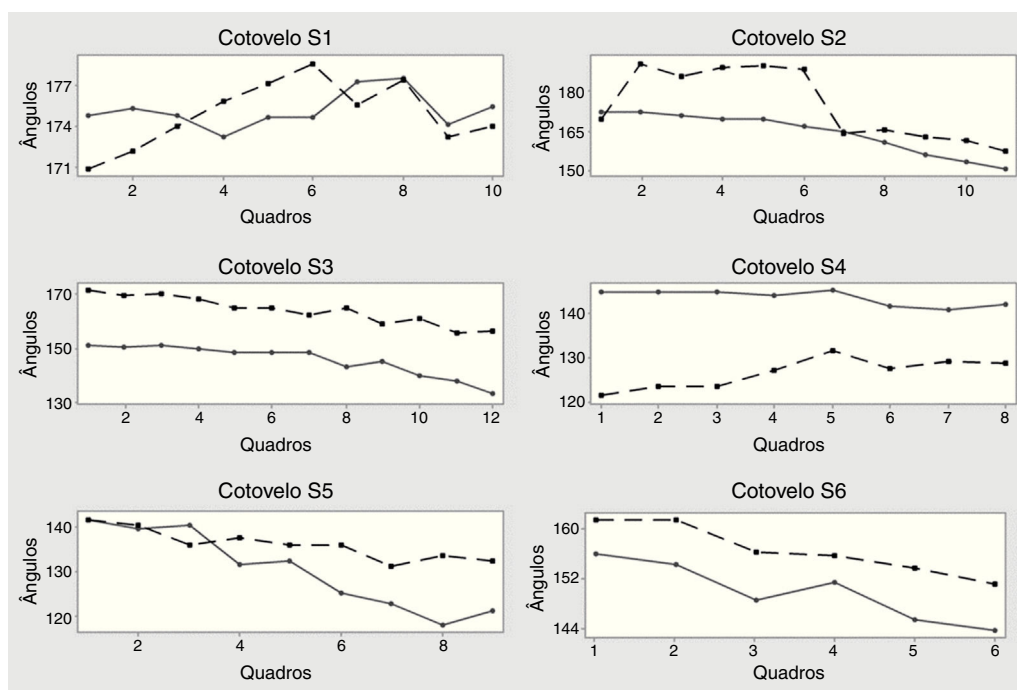


Figura 2 Ângulos do cotovelo por quadro.

**Tabela 3** Ângulos apresentados no último quadro dos atletas BC2

		S4	S5	S6	MÉDIA
Ângulos (em°)	Punho bocha	135°17	160°51	141°80	145°83
	Punho boliche KX	124°69	137°17	155°83	139°23
	Cotovelo bocha	142°04	121°19	143°70	135°64
	Cotovelo boliche KX	128°90	132°40	151°24	137°51

°, grau.

**Tabela 4** Ângulos apresentados no último quadro dos atletas BC4

		S1	S2	S3	MÉDIA
Ângulos (em°)	Punho bocha	164°38	217°01	126°66	169°35
	Punho boliche KX	154°71	202°32	107°90	154°97
	Cotovelo bocha	175°46	150°10	133°47	153°01
	Cotovelo boliche KX	174°05	157°40	156°61	162°68

°, grau.

enquanto que nos arremessos do boliche KX a média foi de 154°97. Para o ângulo do cotovelo, nos arremessos de bocha adaptada a média foi de 153°01 e nos arremessos do boliche KX foi de 162°68.

Um dado interessante de ressaltar é a altura em que a bola de bocha adaptada perdeu o contato com a mão do atleta. Para tal, foi mensurada a distância entre o solo e o marcador P2. Os sujeitos soltaram a bola a uma altura que variou entre 26,67 cm e 47,09 cm, média de 38,56 cm.

A análise estatística da velocidade linear sugere que essa variável é semelhante para todos os atletas quando comparado o arremesso com a bola de bocha adaptada ao arremesso do jogo boliche KX (tabela 5). Com exceção do P1 no S4 e do P4 nos atletas S1, S2 e S4, a velocidade linear foi mais alta nos arremessos feitos no boliche KX.

## Discussão

O protocolo usado permitiu coletar e analisar os dados de forma adequada, demonstrou ser apropriado para a análise cinemática dos arremessos com a bola de bocha adaptada e com a bola do boliche KX (Arroxellas *et al.*, 2014).

Os estudos da biomecânica do arremesso da bola de bocha adaptada são escassos. Llauro (1999) investigaram o arremesso de um atleta BC2 e concluíram que o arremesso por baixo, tal qual foi usado neste estudo, demonstrou ser o mais eficiente em relação a outras formas de arremesso. Lourenço (2013) analisaram o arremesso, segundo o *checklist* de Gallahue, de 12 atletas da classe BC1, nove atletas BC2 e cinco atletas BC4 e concluiu que a habilidade motora de rolar (ocasionada pelos arremessos por baixo) é de grande eficiência e a mais usada por atletas experientes. Sirera (2011) apontou algumas vantagens do arremesso por baixo, como maior estabilidade do tronco e dos membros superiores, o que tem como consequência uma maior precisão no momento de soltura da bola.

Sabe-se que a altura da soltura da bola pode influenciar no resultado do arremesso. Neste estudo a média da altura da soltura da bola de bocha adaptada foi de 38,56 cm. Em

contrapartida, Llauro (1999) encontraram para a mesma variável a medida de 26 cm. Essa diferença pode ser atribuída ao fato das diferentes características dos atletas analisados em cada estudo.

Outro fator que parece influenciar os arremessos é a angulação do punho e cotovelo. Na média da diferença dos ângulos (tabelas 1 e 2), quando a angulação se apresentava maior no boliche KX em relação ao arremesso da bola de bocha adaptada, os valores registrados eram negativos. Já valores positivos eram registrados quando a média dos ângulos dos quadros do arremesso da bola de bocha adaptada apresentava-se maior do que os ângulos obtidos no arremesso do boliche KX. Considerando que foi analisado somente o arremesso mais eficiente de cada atleta em cada situação, pode-se afirmar que para os atletas analisados o arremesso feito no jogo boliche KX apresentou uma maior amplitude na articulação do punho e uma menor amplitude na articulação do cotovelo quando comparado com o arremesso da bola de bocha adaptada.

Tanto para os atletas da classe BC2 quanto para os atletas da classe BC4, a média dos ângulos apresentados no último quadro do melhor arremesso mais eficiente de cada atleta foi similar nas situações de bocha adaptada e boliche KX (tabelas 3 e 4). Quando analisada a articulação do punho dos atletas BC2, a diferença da média entre a situação bocha adaptada (145°83) e boliche KX (139°23) foi de 6°60. Já para o cotovelo, a diferença foi de 1°87 (bocha adaptada 135°64 e boliche KX 137°51). Nos atletas da classe BC4, a articulação do punho apresentou uma diferença de 14°38 (bocha adaptada 169°35 e boliche KX 154°97). Já para o cotovelo a diferença foi de 9°67 (bocha adaptada 153°01 e boliche KX 162°68).

Essa pequena variação entre as médias dos quadros finais indica forte relação entre os arremessos da bola de bocha adaptada e do jogo boliche KX, uma vez que o instante final em que o atleta é capaz de impulsionar a bola, seja ela virtual ou real, é decisivo para o resultado do arremesso.

Todos os atletas apresentaram em todos os marcadores velocidade linear estatisticamente igual para as situações bocha adaptada e boliche KX. Esse é um indicativo de que

**Tabela 5** Velocidade linear

Variável	Valores	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Velocidade P1	Média bocha (em m/s)	1,53	1,61	1,56	1,51	2,86	3,23
	Média boliche (em m/s)	1,63	3,37	3,18	1,13	3,09	4,85
	Média diferença	-0,10	-1,75	-1,62	0,38	-0,23	-1,62
	EP diferença	0,10	1,26	1,57	0,64	2,15	1,02
	Valor-p	0,103	0,266	0,367	0,726	1,000	0,208
Velocidade P2	Conclusão	iguais	iguais	iguais	iguais	iguais	iguais
	Média bocha (em m/s)	1,54	1,37	1,53	1,39	2,34	2,96
	Média boliche (em m/s)	1,56	3,10	3,11	1,44	2,56	4,25
	Média diferença	-0,02	-1,74	-1,58	-0,05	-0,22	-1,29
	EP diferença	0,13	1,17	1,56	0,74	1,87	0,85
Velocidade P3	Valor-p	0,919	0,230	0,410	0,834	0,906	0,402
	Conclusão	iguais	iguais	iguais	iguais	iguais	iguais
	Média bocha (em m/s)	0,64	0,45	0,50	0,58	0,58	0,79
	Média boliche (em m/s)	0,69	1,52	1,32	0,66	0,83	1,42
	Média diferença	-0,05	-1,07	-0,82	-0,80	-0,25	-0,63
Velocidade P4	EP diferença	0,07	0,52	0,59	3,78	0,48	0,46
	Valor-p	0,610	0,142	0,327	0,624	0,477	0,295
	Conclusão	iguais	iguais	iguais	iguais	iguais	iguais
	Média bocha (em m/s)	0,16	0,14	0,16	0,11	0,15	0,11
	Média boliche (em m/s)	0,13	0,10	0,47	0,07	0,48	0,23
Velocidade P4	Média diferença	0,03	0,04	-0,31	0,04	-0,33	-0,12
	EP diferença	0,06	0,04	0,15	0,02	0,16	0,10
	Valor-p	0,541	0,307	0,065	0,141	0,076	0,208
	Conclusão	iguais	iguais	iguais	iguais	iguais	iguais

m/s, metros por segundo.

atividades de coordenação visomotora que objetivem um alvo desenvolvem velocidades semelhantes.

Llauró (1999), em seu estudo de caso, mensuraram a velocidade linear da mão durante os arremessos e identificaram que a média da velocidade linear esteve em 2,27 m/s. Achados esses que permeiam os resultados encontrados no presente estudo, considerando os valores de 1,86 m/s para os arremessos com a bola de bocha adaptada e 2,67 m/s para os arremessos no jogo do boliche KX. Huang *et al.* (2014) também verificaram essa variável no estudo feito com 20 crianças com paralisia cerebral sem experiência na modalidade de bocha adaptada. Os autores obtiveram a média de 0,99 m/s para a velocidade linear da mão.

Uma provável possibilidade da divergência entre os resultados deste estudo e os estudos de Llauró (1999) para os resultados de Huang *et al.* (2014) está na diferença de idade e experiência na modalidade dos participantes dos estudos.

Os dados disponíveis na literatura e os fornecidos no presente estudo não permitem definir um padrão para o gesto motor do arremesso da bola de bocha adaptada que atenda a todos os atletas de uma mesma classe. Isso porque o gesto motor é influenciado por fatores externos (cadeira de rodas e densidade da bola, por exemplo) e por fatores pertinentes a cada deficiência e seus graus de acometimento. A prática esportiva feita por pessoas com deficiência física deve considerar as peculiaridades de cada deficiência (Soares e Blascovi-Assis, 2011). Navarro e Sanchez (2012) ressaltam que cada atleta deve estudar o seu próprio arremesso para, então, definir um gesto motor em que tenha mais eficiência.

Diez-Alegre e Cuerda (2012) fizeram 30 sessões de treinamento com o jogo bocha do Nintendo Wii® em 10 sujeitos adultos com paralisia cerebral tetraplegia espástica. Os autores identificaram melhorias expressivas na coordenação motora e na motricidade fina da mão, assim como maior amplitude articular no punho. Com base nos resultados do estudo de Diez-Alegre e Cuerda (2012) e nas semelhanças da análise cinemática aqui discutidas entre o arremesso da bola de bocha adaptada e do arremesso da bola do jogo boliche KX, é possível indicar uma relação positiva do treinamento dos atletas de bocha adaptada no jogo boliche KX.

As limitações deste estudo foram o número reduzido de atletas e a sensação térmica elevada relatada por alguns atletas em virtude da camiseta de manga longa, da luva de látex e do calor emitido pelos holofotes.

## Conclusão

Para os atletas estudados, o gesto motor usado nos arremessos no jogo boliche KX não foi idêntico ao feito com a bola de bocha adaptada. Porém, a análise dos gráficos dos ângulos do punho e do cotovelo dos arremessos em ambas as situações demonstra grandes semelhanças. A velocidade linear média nas duas condições de arremesso se apresentou estatisticamente igual, demonstrou que a prática do jogo boliche KX é adequada para que os atletas de bocha adaptada aperfeiçoem essa variável. A partir dos resultados alcançados pode-se indicar que os jogos de realidade virtual surgem como um fator a ser considerado na rotina do treinamento. Portanto, sugere-se que outros

estudos investiguem a intervenção do jogo boliche KX no padrão de arremesso da bola de bocha adaptada.

## Financiamento

O presente trabalho contou com o financiamento da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) na forma de bolsa de mestrado.

## Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

## Agradecimentos

A autora responsável agradece o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) na forma de bolsa de mestrado.

## Referências

- Arroxellas RD, Romano RG, Blascovi-Assis SM. Proposta de um protocolo para a análise cinemática do arremesso da bocha adaptada. Florianópolis: Congresso Paradesportivo Internacional 4; 2014. p. 8–356.
- Bao X, Mao Y, Lin Q, Qiu Y, Chen S, Li L, et al. Mechanism of Kinect-based virtual reality training for motor functional recovery of upper limbs after subacute stroke. *Neural Regeneration Research* 2013;8(13):13–2904.
- Barros RML, Brenzikofer R, Leite HJ, Figueroa PJ. Desenvolvimento e avaliação de um sistema para análise cinemática tridimensional de movimentos humanos. *Revista Brasileira de Engenharia Biomédica* 1999;15(1–2):79–86.
- Boccia International Sports Federation. Classification Rules. 2013 [acesso em 14/05/2015]. Disponível em: <http://www.bisfed.com/wp-content/uploads/2014/01/BISFed-Boccia-Classification-Rules-2nd-Edition-2013.pdf>.
- Campeão MS. O esporte paraolímpico como instrumento para a moralidade das práticas em saúde pública envolvendo pessoas com deficiência: uma abordagem a partir da bioética de proteção. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública; 2011, Tese de doutorado em ciências e saúde pública.
- Diez-Alegre MI, Cuerda RC. Empleo de un video juego como herramienta terapéutica en adultos con parálisis cerebral tipo tetraparesia espástica. *Revista Fisioterapia* 2012;34(1):23–30.
- Gorgatti MG, Costa RF. Atividade física adaptada: qualidade de vida para pessoas com necessidades especiais. Barueri: Manole; 2013.
- Hall SJ. *Biomecânica básica*. Barueri: Manole; 2013.
- Herbst DM, Mascarenhas LP; Slonski EC. A história da bocha paralímpico no Brasil e sua evolução como esporte de alto rendimento. *Fiep Bulletin* 2013 [acesso em 20/06/2015]; 83 (special edition). Disponível em: <http://www.fiepbulletin.net/index.php/fiepbulletin/article/view/2965/5783>.
- Huang P, Pan P, Ou Y, Yu Y, Tsai Y. Motion analysis of throwing Boccia balls in children with cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities* 2014;35:9–393.
- Jerônimo JP, Camargo AMF, Campo LAS, Neto OB. Bocha e paralisia cerebral severa: possibilidades de inclusão social. *Coleção Pesquisa em Educação Física* 2009;8(3):59–64.
- Llauró TC. Estudio biomecánico de los lanzamientos de bochia. Espanha: Federación Espanola de Deportes de Personas con Parálisis Cerebral y Lesión Cerebral, 1999 [acesso em 14/06/2015]. Disponível em: <http://www.fedpc.org/upload%5Ccirculares%5CESTUDIO%20BIOMEC%20C3%81NICO%20DE%20LOS%20LANZAMIENTOS%20DE%20BOCCIA.pdf>.
- Lourenço C. Habilidades motoras utilizadas pelos jogadores de bochia. *Revista Digital Educación Física y Deportes* [periódicos na Internet]. 2013 [acesso em 20/06/2015]; 17(178). Disponível em: <http://www.efdeportes.com/efd178/habilidades-motoras-utilizadas-pelos-jogadores-de-boccia.htm>.
- Monteiro CBM. *Realidade virtual na paralisia cerebral*. São Paulo: Plêiade; 2011.
- Navarro AV, Sanchez APL. Sesión de entrenamiento para un niño con parálisis cerebral. *Revista Actividad Física y Desarrollo Humano* 2012;4(1):5–121.
- Oliveira AFL, Kawashita IMS. Bocha Paralímpica: Concepção de pais e profissionais. *Fiep Bulletin* 2015 [acesso em 20/06/2015]; 85. Disponível em: <http://www.fiepbulletin.net/index.php/fiepbulletin/article/view/85.a2.107/10763>.
- Romano RG, Raia F, Dias IR, Blascovi-Assis SM. Tecnologia de games e reabilitação virtual: adaptação do software Labview para captura dos dados do Wii balance board. *Revista Millennium* 2013;45:91–181.
- Sirera JL. Aspectos técnicos y tácticos en el desarrollo de la Boccia. Valência: Encuentro Formativo Aspectos Motrices Básicos Incidentes en el Rendimiento Desportivo en Boccia, 2011 [acesso em 14/05/2015]. Disponível em: [http://www.amicsdelaboccia.com/formacion/02\\_encuentro.formativo/Aspectos\\_tecnicos\\_tacticos\\_en\\_boccia.pdf](http://www.amicsdelaboccia.com/formacion/02_encuentro.formativo/Aspectos_tecnicos_tacticos_en_boccia.pdf).
- Soares VL, Blascovi-Assis SM. A atividade esportiva e sua influência na imagem corporal do adolescente com deficiência física: um estudo de dois casos. *Cadernos de Pós-Graduação em Distúrbios do Desenvolvimento* 2011;11(1):78–88.
- Tore PA, Raiola G. Exergame-design and motor activities teaching: an overview of scientific paradigms on motor control. *Mediterranean Journal of Social Sciences* 2012;3(11):22–119.
- Vieira IB, Campeão MS. Bocha Mello MT, Winckler C, editors. *Esporte paralímpico*. São Paulo: Atheneu; 2012. p. 83–91.