



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA  
LABORATÓRIO DE PESQUISA EM REUMATOLOGIA E REABILITAÇÃO DA MÃO

VICTOR CARVALHO MACHADO COELHO

CONFIABILIDADE DA AVALIAÇÃO DO ARREMESSO DE 7 METROS E  
INFLUÊNCIA DO DESEMPENHO MUSCULAR DOS SEGMENTOS DO MEMBRO  
SUPERIOR DE ATLETAS DE HANDEBOL

*São Carlos*

*2025*

**VICTOR CARVALHO MACHADO COELHO**

**CONFIABILIDADE DA AVALIAÇÃO DO ARREMESSO DE 7 METROS E  
INFLUÊNCIA DO DESEMPENHO MUSCULAR DO SEGMENTO  
SUPERIORE DE ATLETAS DE HANDEBOL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Fisioterapia.

Área de concentração: Fisioterapia e Desempenho Funcional.

Linha de Pesquisa: Fisioterapia em Ortopedia/Traumatologia, Esporte e Reumatologia

**Orientadora:** Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Paula Regina Mendes da Silva Serrão

*São Carlos*

*2025*



## UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde  
Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

---

### Folha de Aprovação

---

Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Víctor Carvalho Machado Coelho, realizada em 21/02/2025.

#### Comissão Julgadora:

Profa. Dra. Paula Regina Mendes da Silva Serrão (UFSCar)

Prof. Dr. Cleber Ferraresi (UFSCar)

Profa. Dra. Gisele Garcia Zanca (UNESP)

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia.

## AGRADECIMENTOS

É com o coração cheio de emoção que chego aqui nesse momento, onde o que mais transborda é gratidão.

Gostaria de agradecer aos meus pais por me apoiarem na minha decisão. Principalmente a minha mãe Gislene Carvalho, que me apoio emocionalmente e financeiramente a sair de casa e seguir os meus sonhos. Obrigado por me ensinar a sonhar com os pés no chão. E ao meu pai Rodrigo Machado Coelho Alzamora Gonçalves pelas conversas e brincadeiras nos momentos difíceis, que me auxiliaram a superar estas barreiras.

Gratidão aos meus avós maternos, Judith Dzendzera e Getulio Carvalho, por me darem todo o carinho e amor que avós poderiam dar. A minha vó paterna Silvana Machado Coelho Quintela, por sempre ter me aconselhado e me dado amor nos momentos de reflexão. E por fim ao meu falecido avo Marco Antônio Alzamora Gonçalves.

Gostaria de agradecer aos professores do Departamento de Fisioterapia da Universidade de São Carlos, que tiveram paciência e tato ao me ensinar uma nova visão da profissão Fisioterapia. Principalmente a minha orientadora Paula Regina Mendes da Silva Serrão, que aceitou entrar nessa aventura e em um tema que não era o principal de seu trabalho. Muito obrigado por me orientar e me ensinar todos os dias um pouco mais sobre a Fisioterapia e pela vida.

Agradeço a minha Namorada Mariana Rodrigues, com que divide apartamento comigo, e me proporcionou muito aprendizado, carinho e apoio. Que esteve comigo nos momentos de euforia, quando passei no Mestrado, nos momentos de decepção e nos momentos de correria, quando estou escrevendo esta dedicatória.

Agradeço a todos os membros do LAPREM e do LAIOT por todas as conversas, cafés, cervejas, risadas que tornaram os dois anos de mestrado mais leves e divertidos. Junto a isso, aproveito para agradecer meu amigo e aluno de iniciação científica

Guilherme Horta Vignetti, por me auxiliar em toda logística das coletas, discussões do trabalho e entre outras varias coisas.

Obrigado a toda equipe masculina e feminina de handebol da cidade de São Carlos e as equipes masculina e feminina da Universidade Federal de São Carlos por aceitarem participar e apoiarem minha pesquisa. Aqui realizo uma menção honrosa, a meu colega de equipe e amigo, Leonardo Cruz que nos deixou em 2023, muito obrigado por tudo irmão, você faz parte disso.

Obrigado a toda equipe de fisioterapia da clínica Physio4life que me abraçou e me ensinou muito sobre a Fisioterapia.

Por fim, agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo o apoio financeiro concedido para o desenvolvimento da pesquisa.

## RESUMO

O handebol é um esporte coletivo caracterizado por alta intensidade, contato físico e movimentos técnicos complexos como arremessos, passes e mudanças de direção. O arremesso, especialmente o arremesso em suspensão, é essencial para a conversão de gols e envolve a sequência proximal-distal do membro superior. A biomecânica tem um papel fundamental no desempenho do arremesso, influenciando a velocidade e precisão que são consideradas essenciais para o sucesso do esporte. Estudos apontam variáveis como força muscular, principalmente de ombro, coordenação motora e aspectos táticos como determinantes para a eficácia do arremesso. No entanto, o quanto cada segmento do membro superior influencia ainda não foi investigado, e essas informações podem ser determinante nos treinamentos e protocolos de reabilitação. Além disso, sendo a velocidade do arremesso determinante para o sucesso, essa deve ser constantemente avaliada. Métodos de avaliação como cinemática e radares esportivos têm custo elevado, limitando seu uso em países de baixa e média renda, como o Brasil. Nesse contexto, uma solução mais acessível poderia ser a utilização de filmagem por meio de um sistema de gravação com câmeras. Diante disso, os objetivos dessa dissertação foram: 1- Investigar a confiabilidade e intra- e interavaliadores da medição de velocidade no arremesso de 7 metros por meio de vídeos de câmera de baixo custo e 2- Verificar a influência da força, potência e trabalho total de cada segmento do membro superior (ombro, cotovelo punho) e da força de preensão manual sobre a velocidade de arremesso. Para tanto foram desenvolvidos 2 estudos. No estudo I participaram jogadores de Handebol, entre 18 e 40 anos de idade. Nesse estudo foi realizada a confiabilidade e validação de análise por filmagem com câmeras simples do arremesso de 7 metros. Também foi realizada a correlação dos resultados dessa filmagem com os testes de arremesso *Seated Medicine Ball Throw Test* (MBT) e o *Unilateral Seated Shot-Put Test* (USSPT). Para investigar a confiabilidade intra- e interavaliadores da velocidade de arremesso, foi avaliada por meio do Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC), utilizando um modelo de efeitos mistos bidirecional. Foi encontrada excelente correlação intra e interavaliadores. Além disso foi encontrada forte correlação entre a velocidade de arremesso e os testes de desempenho físico. Dessa forma, os resultados apontam para excelente confiabilidade interavaliadores para avaliação da velocidade de arremesso de atletas do handebol por meio de câmeras de vídeo de baixo custo. No estudo 2 também participaram jogadores de Handebol, e foi verificado o quanto cada segmento contribuiu para a velocidade do arremesso. Foi avaliada a velocidade de arremesso no tiro de 7 metros da mesma forma que no estudo 1. Além disso, foi avaliada a força concêntrica do ombro, cotovelo e punho, sendo calculados o pico de torque, trabalho total e potência. Também foi avaliada a força de preensão manual. Para avaliar a influência das variáveis sobre a velocidade de arremesso foi aplicada uma análise de componente principal (PCA). A maior variabilidade dos dados reflete a relevância biomecânica do ombro na velocidade de arremesso. No entanto, o cotovelo e punho também apresentam influência, ainda que em menor porcentagem, para maximizar a velocidade do arremesso no handebol, sendo ações complementares, contribuindo nos ajustes finais do movimento

**Palavras-chaves:** Análise de componente principal, ombro, punho, cotovelo, fisioterapia  
**ABSTRACT**

Handball is a team sport characterized by high intensity, physical contact, and complex technical movements such as throwing, passing, and directional changes. Among these, the throw—particularly the jump shot—is fundamental for goal scoring, relying on the proximal-to-distal sequence of the upper limb. Biomechanics plays a critical role in throwing performance by influencing both speed and accuracy, which are essential for success in the sport. While factors such as muscle strength, motor coordination, and tactical elements are recognized as key determinants of throwing effectiveness, the specific contribution of each upper limb segment remains unclear. This knowledge is crucial for optimizing training and rehabilitation protocols. Additionally, given the importance of throwing speed for performance, its assessment should be conducted regularly. However, the high cost of evaluation tools such as kinematic systems and sports radars limits their accessibility in low- and middle-income countries, such as Brazil. In this context, an alternative solution involves the use of video recording with low-cost cameras. This dissertation aimed to address two main objectives: (1) to investigate the intra- and inter-rater reliability of measuring throwing speed in the 7-meter shot using low-cost video cameras, and (2) to evaluate the influence of strength, power, and total work of each upper limb segment (shoulder, elbow, wrist), as well as handgrip strength, on throwing speed. Two studies were conducted to achieve these objectives. In Study 1, handball players aged 18 to 40 years participated to assess the reliability and validity of throwing speed measurement using low-cost video cameras. Intra- and inter-rater reliability was analyzed using the Intraclass Correlation Coefficient (ICC), and excellent reliability was found. Furthermore, strong correlations were observed between the video analysis results and physical performance tests, such as the Seated Medicine Ball Throw Test (MBT) and the Unilateral Seated Shot-Put Test (USSPT). These findings support the use of low-cost video cameras for reliably assessing throwing speed in handball players. In Study 2, the same group of athletes participated, and the specific contribution of each upper limb segment to throwing speed was analyzed. The 7-meter shot was evaluated as in Study 1, while concentric strength of the shoulder, elbow, and wrist was assessed to calculate peak torque, total work, and power. Handgrip strength was also measured. A Principal Component Analysis (PCA) revealed that shoulder biomechanics accounted for the greatest variability in throwing speed. However, the elbow and wrist also contributed, serving as complementary segments that refined the final movement adjustments to maximize speed. These results emphasize the biomechanical importance of each segment in throwing performance and suggest practical implications for training and rehabilitation protocols aimed at improving handball performance.

**LISTA DE ILUSTRAÇÕES:**

**Figura 1:** Representação esquemática do posicionamento da câmera digital.

**Figura 2:** Instante de Saída da bola da mão do atleta (T1), instante de chegada da bola ao alvo (T2)

**Figura 3:** Imagem do teste MBT

**Figura 4:** Imagem do teste USSPT

**Figura 5:** Fluxograma

**Figura 6:** Representação do alvo

**Figura 7:** Representação do posicionamento de avaliação

**Figura 8:** Avaliação Preensão Manual

**Figura 9:** Avaliação da articulação do Ombro

**Figura 10:** Avaliação da articulação do Cotovelo

**Figura 11:** Avaliação da articulação do Punho

**Figura 12:** Gráfico que representa a variância explicada pelos componentes principais

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1:** Caracterização dos atletas de handebol participantes do estudo.

**Tabela 2:** Performance dos Atletas de Handebol nos instrumentos de Avaliação de Arremesso ..

**Tabela 3:** Característica dos participantes

**Tabela 4:** Média dos valores de força de atletas Universitários

**Tabela 5:** Média dos valores de força de Atletas Profissionais

**Tabela 6:** Média de valores de força da Amostra

**LISTA DE APÊNDICES:**

**Apêndice 1:** Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

**Apêndice 2:** Termo de autorização para uso de voz e/ou imagem

**Apêndice 3:** Questionário Semiestruturado

## SUMÁRIO

### Sumário

PREFÁCIO .....	13
Linha de pesquisa .....	13
Originalidade .....	13
Contribuição dos resultados para o avanço científico .....	13
Relevância social .....	13
Atividades desenvolvidas durante o mestrado.....	14
Ano: 2024 .....	14
Descrição da dissertação para o público leigo .....	15
1. REVISÃO DA LITERATURA .....	16
2. OBJETIVOS DA DISSERTAÇÃO.....	20
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	21
ESTUDO 1: Confiabilidade de vídeo para arremessos de 7 metros no handebol e correlação com testes funcionais de arremesso.....	24
1 INTRODUÇÃO .....	26
2 OBJETIVOS .....	27
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	28
3.3.2Avaliação da Velocidade de Arremesso no Tiro de 7 metros .....	29
Velocidade em Km/h x 0,621 = Velocidade em Mph/h .....	31
4. ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	34
Mudança Detectável .....	36
6. DISCUSSÃO .....	37
7. CONCLUSÃO.....	40
Resumo .....	41
Palavras-chave: Handebol, Analise de Componentes Principais, Arremesso Abstract.....	42
1. INTRODUÇÃO .....	43
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	45
2.2. Participantes.....	45
(Apêndice 1 e 2).....	45
2.4. Análise dos dados .....	53
3.RESULTADOS .....	60
3.1 Análise da Variância Explicada pelos Componentes Principais .....	60

3.2 Cargas dos Componentes Principais.....	61
4.DISSCUSSÃO .....	63
5. CONCLUSÕES .....	65
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	65
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	71
Apêndice 1 .....	72
Apêndice 2 .....	76
Apêndice 3 .....	78

# **PREFÁCIO**

## **Linha de pesquisa**

Este estudo está inserido na linha de pesquisa Fisioterapia em Ortopedia/Traumatologia, Esportes e Reumatologia e foi orientado pela Profa. Dra. Paula Regina Mendes da Silva Serrão, docente do Programa de Pós-graduação de Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos.

## **Originalidade**

Atualmente nos deparamos na literatura com estudos que apresentam os fatores relacionados ao desempenho da velocidade de arremesso. No entanto, pouco se encontra sobre estudos que mostram quantitativamente a influência dos segmentos do membro superior de forma separada na velocidade de arremesso. Portanto a originalidade deste estudo está nas populações avaliadas e no fator de avaliação dos segmentos participantes do arremesso no Membro Superior dos atletas Universitários e Profissionais da cidade de São Carlos-SP.

## **Contribuição dos resultados para o avanço científico**

Uma vez que o esporte handebol está em crescimento nacional, o presente estudo busca suprir uma lacuna de informações relacionadas a população que pratica este esporte e além disso, a influência dos segmentos corporais de forma individual para o melhor desempenho do esporte, além do ombro que é usualmente avaliado.

## **Relevância social**

Levar conhecimento sobre os aspectos que influenciam o desempenho dos atletas universitários e profissionais, evidenciando assim quais variáveis apresentam melhor contribuição na prática clínica de forma mais assertiva no trabalho de desempenho no esporte. Possibilitando uma avaliação confiável e completa para uma melhor prescrição clínica.

## **Atividades desenvolvidas durante o mestrado**

### Aulas ministradas

- Graduação** • 27/06/2023: Ensino, Fisioterapia, Nível: Graduação. Aula ministrada: Lesão de Tendão Extensor de Punho e Síndrome do Túnel do Carpo, na disciplina de Ortopedia e Traumatologia Departamento de Fisioterapia para os alunos do 3º período de Fisioterapia. (Carga horária: 4h).
- 27/11/2023: Ensino, Fisioterapia, Nível: Graduação. Aula ministrada: Fisioterapia Esportiva: Urgência e Emergências na disciplina de Fisioterapia Esportiva do Departamento de Fisioterapia para os alunos de graduação em Fisioterapia. (Carga horária: 4h)
  - 30/06/2024: Ensino, Fisioterapia, Nível: Graduação. Aula ministrada: Prevenção a Lesões no Esporte para os alunos membros da empresa Jr. De Fisioterapia, Plexus. (Carga horaria:4h)
  - 07/08/2024: Ensino, Fisioterapia, Nível: Graduação. Aula Ministrada: Urgência e Emergências a beira campo para os alunos da Liga Interdisciplinar de Saúde no Esporte. (carga horaria: 4h)

### Coorientação de Iniciação Científica

**Aluno:** GUILHERME HORTA VIGNETTI

**Título:** INFLUÊNCIA DOS FATORES PSICOSSOCIAIS E BIOMECÂNICOS NO DESEMPENHO DE MEMBROS SUPERIORES EM ATLETAS DE HANDEBOL UNIVERSITÁRIO

**Instituição:** Universidade Federal de São Carlos.

**Orientadora:** Paula Regina Medes da Silva Serrão

**Ano:** 2024

### Experiência Profissional e Didática

Atuação como fisioterapeuta em casos de traumatologia/ortopedia na clínica Physio4life em São Carlos - SP

**Currículo Lattes** [https://orcid.org/0009-0001-5761-](https://orcid.org/0009-0001-5761-3284)

[3284 https://lattes.cnpq.br/8013757392116092](https://lattes.cnpq.br/8013757392116092)

### **Descrição da dissertação para o público leigo**

Esta dissertação está dividida em dois estudos. O primeiro estudo buscou aprovar a avaliação do tiro de 7 metros do handebol (que é como se o jogador estivesse batendo um pênalti) usando uma câmera simples. O outro estudo teve o objetivo de avaliar se as articulações de Ombro, Cotovelo, Punho e Mão influenciam de forma separada na forma e na velocidade no arremesso de pênalti de atletas de handebol. Para isso foi avaliado, a velocidade do arremesso durante uma situação simulando um pênalti.

## 1. REVISÃO DA LITERATURA

O handebol é um esporte coletivo, no qual o desempenho do arremesso é determinado pela velocidade e precisão, ou seja, a capacidade para realizar o gol. (ERIKSRUD. O et al. 2019). A combinação destas duas variáveis proporciona um tempo menor para defender por parte dos defensores e goleiro (VAN MUIJEN et al., 1991). Além disso, durante a partida gestos técnicos mais complexos exigem dos jogadores uma refinada coordenação motora e alto nível de força explosiva, como a corrida, o passe, a recepção e o arremesso (HESPANHOL JUNIOR *et al.*, 2012; MONTES *et al.*, 2012). Isso demonstra a necessidade de valências físicas, como força, agilidade, flexibilidade, resistência, velocidade, equilíbrio e coordenação motora (MARQUES et al., 2007; MOLLER et al., 2012; ALVARENGA *et al.*, 2014).

Em uma competição, 73-75% de todos os lançamentos durante o jogo constituem lançamentos de salto, seguidos pelo lançamento em pé com corrida (14-18%), lançamento de pênalti (6-9%), lançamento de mergulho (2-4%) e lance livre direto (0-1%) (Wagner et al., 2008). Isso pode caracterizar mais de 825 ações de alta intensidade em um jogo (MACHADO et al., 2013., WAGRNER et al., 2014., KARCHER et al. 2014., BLACK et al., 2016).

De acordo com Zapartis et al. (2007), o desempenho do arremesso depende da manutenção principalmente da velocidade e da precisão. Demonstrando que o esporte envolve valências dinâmicas de força, salto, explosão. (HERMASSI et al. 2019). Além disso, segundo Bartlett (2000), o desempenho do arremesso é resultado de uma ativação muscular sequencial, sendo apresentado na literatura pela geração de torque proximal-distal. Esta sequência é caracterizada pela transferência de energia em cadeia cinética, que se inicia nos membros inferiores e progride pelo tronco até os membros superiores

(Bartlett, 2000; Fradet et al., 2004; Herring e Chapman, 1992; Joris et al., 1985; Roach et al. 2013).

Pensando na sequência proximal-distal do arremesso, podemos descrevê-la em seis fases principais, cada uma com características específicas que contribuem para a eficácia do movimento:

**Fase de Preparação (Windup):** Nesta fase, o atleta se prepara para o arremesso, posicionando o corpo para garantir estabilidade e equilíbrio. O tronco é rotacionado, e os braços são levados para trás, acumulando energia potencial para o movimento subsequente. Essa fase é crucial para a coordenação e controle postural (DILLMAN et al., 1993; HESPANHOL JUNIOR et al., 2012).

**Fase de Avanço (Stride):** O atleta inicia um passo à frente, promovendo a transferência de peso do corpo. A abdução horizontal do ombro e a rotação externa são ativadas, preparando o membro superior para o movimento de arremesso. Essa fase ajuda a gerar força e aceleração (WEINBERG e GOULD, 2008; LINTNER et al., 2008).

**Fase de Carga (Cocking):** Nesta fase, ocorre a máxima rotação externa do ombro, com os ombros voltados para o alvo. O úmero se posiciona em um ângulo de 90 graus, enquanto o antebraço se posiciona perpendicular ao corpo. A carga de energia acumulada durante essa fase é essencial para a velocidade e potência do arremesso (DILLMAN et al., 1993; HESPANHOL JUNIOR et al., 2012).

**Fase de Aceleração (Acceleration):** Aqui, o atleta inicia a fase de aceleração, onde a rotação interna do ombro é acionada. A ativação máxima dos músculos do manguito rotador e do bíceps ocorre para impulsionar o movimento. Essa fase é crítica para gerar a força necessária para o arremesso (DILLMAN et al., 1993; SEROYER et al., 2009).

**Fase de Desaceleração (Deceleration):** Após o lançamento da bola, o corpo deve desacelerar rapidamente. A musculatura ativa os músculos antagonistas para controlar a rápida adução do ombro e a flexão do cotovelo. Essa fase é vital para prevenir lesões e garantir a segurança do atleta (HESPANHOL JUNIOR et al., 2012; MYKLEBUST et al., 2013).

**Fase de Seguimento (Follow-Through):** Esta fase final envolve a transferência do peso do corpo para as pernas, culminando em um movimento de cessação na posição em quadra. A finalização do movimento é importante para a recuperação e preparação para ações subsequentes (DILLMAN et al., 1993; LINTNER et al., 2008).

Por meio disso, observa-se que um arremesso é essencial para medirmos o desempenho dos atletas no esporte, já que se demonstrou a principal ação para se vencer uma partida de handebol (GROMEIER et al., 2017). Visto isso, variáveis como força e velocidade são cruciais para o esporte como handebol. (VAN DE TILLAAR et al. 2003. CODINE et al. 2005., STICKLEY CD et al. 2008), passando assim, a serem medidas quantitativas para o sucesso do handebol (ROUSANOGLU et al., 2015). Além disso, outros fatores que influenciam o arremesso podem ser os aspectos táticos, relacionados às características dos jogadores defensivos e do goleiro, e aspectos técnicos, ou seja, padrão de movimento (Rousanoglu et al. 2015).

Seguindo nas capacidades físicas, a força dos membros superiores está positivamente relacionada à velocidade de arremesso de handebol, sobretudo a articulação do ombro (VAN DEN TILLAAR & ETTEMA, 2004., VAN DEN TILLAAR & ETTEMA, 2007., CHELLY et al., 2010; GOROSTIAGA et al., 2005; ORTEGA-BECERRA et al., 2018). No entanto, dado o gesto esportivo, espera-se também uma contribuição das articulações de cotovelo e punho, sendo essa investigação relevante, sobretudo para subsidiar protocolos de reabilitação e treinamento visando a melhora do

gesto esportivo. Além disso, ainda que avaliação da velocidade de arremesso seja investigada por diferentes métodos na literatura científica, para diferentes modalidades, esses métodos de avaliação são considerados caros e de difícil acesso (Paraskevopoulos *et al.*, 2023), o que torna a investigação de métodos mais acessíveis relevantes

## **2. OBJETIVOS DA DISSERTAÇÃO**

1. Investigar a confiabilidade e intra- e interavaliadores da medição de velocidade no arremesso de 7 metros por meio de vídeos de câmera de baixo custo;
2. Investigar a relação entre a medição de velocidade por meio de vídeos por câmera de baixo custo e testes funcionais de arremesso
3. Analisar a influência entre desempenho muscular dos segmentos articulares do membro superior e o desempenho funcional de atletas de handebol de São Carlos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Alvarenga CR, Hespanhol Junior LC, Pocholle M, et al. Relação entre a força dos músculos rotadores do ombro e a capacidade de ativação do músculo transverso abdominal em atletas de handebol. *Rev Bras Cienc Esporte*. 2014;36(3):679-684.

Bartlett R. Principles of throwing. In: Zatsiorsky V, editor. *Biomechanics in sport: performance enhancement and injury prevention*. Oxford: Blackwell Science Ltd; 2000.

Black GM, Gabbett TJ, Cole MH, Naughton G. Monitoring workload in throwing dominant sports: A systematic review. *Sports Med*. 2016;46(10):1503-1516.

Chelly MS, Hermassi S, Shephard RJ. Relationships between power and strength of the upper and lower limb muscles and throwing velocity in male handball players. *J Strength Cond Res*. 2010;24(6):1480-1487. doi:10.1519/JSC.0b013e3181d32fbf

Codine P, Bernard PL, Pocholle M, Herisson C. Isokinetic strength measurement and training of the shoulder: methodology and results. *Ann Readapt Med Phys*. 2005;48(2):80-92. doi:10.1016/j.annrmp.2004.07.002

Dillman CJ, Fleisig GS, Andrews JR. Biomechanics of pitching with emphasis upon shoulder kinematics. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1993;18(2):402-408. doi:10.2519/jospt.1993.18.2.402

Eriksrud O, Sæland FO, Federolf PA, Cabri J. Functional mobility and dynamic postural control predict overhead handball throwing performance in elite female team handball players. *J Sports Sci Med*. 2019;18(1):91-100.

Fradet L, Botcazou M, Durocher C, Cretual A, Multon F, Prioux J, Delamarche P. Do handball throws always exhibit a proximal-to-distal segmental sequence? *J Sports Sci*. 2004;22(5):439-447.

Freeston J, Rooney K, Smith S, O'Meara D. Throwing performance and test-retest reliability in Olympic female water polo players. *J Strength Cond Res*. 2014;28(8):2281-2287.

Gorostiaga EM, Granados C, Ibáñez J, Izquierdo M. Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur male handball players. *Int J Sports Med*. 2005;26(3):225-232. doi:10.1055/s-2004-820974

Gromeier M, Koester D, Schack T. Gender differences in motor skills of the overarm throw. *Front Psychol*. 2017;8:212. doi:10.3389/fpsyg.2017.00212

Hermassi S, Laudner K, Schwesig R. Playing level and position differences in body characteristics and physical fitness performance among male team handball players. *Front Bioeng Biotechnol*. 2019;7:149. doi:10.3389/fbioe.2019.00149

Herring RM, Chapman AE. Effects of changes in segmental values and timing of both torque and torque reversal in simulated throws. *J Biomech*. 1992;25(10):1173-1184.

Hespanhol Junior LC, et al. Principais gestos esportivos executados por jogadores de handebol. *Rev Bras Cienc Esporte*. 2012;34(3):727-739.

Joris HJ, van Muyen AJ, van Ingen Schenau GJ, Kemper HC. Force, velocity and energy flow during the overarm throw in female handball players. *J Biomech*. 1985;18(6):409414.

Karcher C, Buchheit M. On-court demands of elite handball, with special reference to playing positions. *Sports Med*. 2014;44(6):797-814.

Lintner D, Noonan TJ, Kibler WB. Injury patterns and biomechanics of the athlete's shoulder. *Clin Sports Med*. 2008;27(4):527-551. doi:10.1016/j.csm.2008.07.007

Manchado C, Tortosa-Martínez J, Vila H, Ferragut C, Platen P. Performance factors in women's team handball: Physical and physiological aspects—a review. *J Strength Cond Res*. 2013;27(6):1708-1719.

Marques MC, et al. The effect of training on the performance of handball players. *J Sports Sci Med*. 2007;6:41-47.

Moller M, et al. Performance evaluation of handball players: Biomechanical considerations. *Eur J Sport Sci*. 2012;12(2):105-112.

Montes FA, et al. Análise tridimensional do arremesso com apoio no handebol. *Rev Unopar Cient Cienc Biol Saude*. 2012;14(1):5-8.

Myklebust G, Skjølberg A, Bahr R. ACL injury incidence in female handball 10 years after the Norwegian ACL prevention study: Important lessons learned. *Br J Sports Med*. 2013;47(8):476-479. doi:10.1136/bjsports-2012-091862

Paraskevopoulos E, Pamboris GM, Plakoutsis G, Papandreou M. Reliability and measurement error of tests used for the assessment of throwing performance in overhead athletes: A systematic review. *J Bodyw Mov Ther*. 2023 Jul;35:284-297. doi: 10.1016/j.jbmt.2023.04.042. Epub 2023 Apr 20. PMID: 37330783.

Ortega-Becerra M, Pareja-Blanco F, Jiménez-Reyes P, Cuadrado-Peñafiel V, GonzálezBadillo JJ. Determinant factors of physical performance and specific throwing in handball players of different ages. *J Strength Cond Res*. 2018;32(6):1778-1786. doi:10.1519/JSC.0000000000002050

Roach NT, Lieberman DE. Upper body contributions to power generation during rapid, overhand throwing in humans. *J Exp Biol*. 2014;217(12):2139-2149.

Rousanoglou EN, et al. Self-paced and temporally constrained throwing performance by team-handball experts and novices without foreknowledge of target position. *J Sports Sci Med*. 2015;14:41-46.

Seroyer ST, Nho SJ, Bach BR, Bush-Joseph CA, Nicholson GP, Romeo AA. The kinetic chain in overhand pitching: Its potential role for performance enhancement and injury prevention. *Sports Health*. 2010;2(2):135-146. doi:10.1177/1941738110362656

Skejø SD, Møller M, Bencke J, Sørensen H. Shoulder kinematics and kinetics of team handball throwing: A scoping review. *Hum Mov Sci*. 2019;64:203-212. doi:10.1016/j.humov.2019.02.006

Stickley CD, Hetzler RK, Freemyer BG, Kimura IF. Isokinetic peak torque ratios and shoulder injury history in adolescent female volleyball athletes. *J Athl Train*. 2008;43(6):571-577. doi:10.4085/1062-6050-43.6.571

Stockbrugger BA, Haennel RG. Contributing factors to performance of a medicine ball explosive power test: A comparison between jump and non-jump athletes. *J Strength Cond Res*. 2003;17(4):768-774.

van den Tillaar R, Ettema G. Influence of instruction on velocity and accuracy of overarm throwing. *Percept Mot Skills*. 2003;96(2):423-434. doi:10.2466/PMS.96.2.423-434

van Muijen AM, Hub J, Kemper HC, van Ingen Schenau GJ. Throwing practice with different ball weights: Effects on throwing velocity and muscle strength in female handball players. *Sports Train Med Rehabil*. 1991;2(2):103-113.

Wagner H, Finkenzeller T, Würth S, von Duvillard SP. Individual and team performance in team-handball: A review. *J Sports Sci Med*. 2014;13(4):808-816.

Weinberg RS, Gould D. *Fundamentos da Psicologia do Esporte e do Exercício*. 4th ed. Porto Alegre: Artmed; 2008. 624 p.

Zapartidis I, Gouvali M, Bayios I, Boudolos K. Throwing effectiveness and rotational strength of the shoulder in team handball. *J Sports Med Phys Fitness*. 2007;47(2):169-178.

## **ESTUDO 1: Confiabilidade de vídeo para arremessos de 7 metros no handebol e correlação com testes funcionais de arremesso**

**Resumo:** O handebol é um esporte coletivo caracterizado por constantes contatos físicos, e seu desempenho depende de diversas capacidades físicas, sendo o arremesso uma das técnicas mais utilizadas para dinamizar o jogo e pontuar. Um arremesso bem-sucedido depende de fatores intrínsecos e extrínsecos, e a avaliação da velocidade de arremesso pode fornecer dados valiosos para treinamento e reabilitação. Diversos métodos de avaliação da velocidade, como radares e lasers, são encontrados na literatura, mas seu alto custo limita sua acessibilidade em países com orçamentos mais restritos, como o Brasil, onde o esporte tem crescido, mas ainda carece de investimento. Nesse contexto, a utilização de sistemas de gravação com câmeras de baixo custo, analisando a relação entre o tempo de saída da bola e o tempo de chegada ao alvo, surge como uma solução viável. O presente estudo teve como objetivo investigar a confiabilidade intra e interavaliador na medição da velocidade de arremesso de 7 metros utilizando câmeras de baixo custo e explorar a relação entre essa medição e testes funcionais de arremesso. Trata-se de um estudo transversal que seguiu as diretrizes do GRAAS (Guidelines for Reporting Reliability and Agreement Studies) e incluiu 61 atletas, dos quais 56 completaram as avaliações. A coleta de dados foi composta por anamnese, avaliação da velocidade de arremesso e testes de desempenho físico (Seated Medicine Ball Throw Test – MBT e Unilateral Seated Shot-Put Test – USSPT). A análise estatística foi realizada no software SPSS 23.0, com a confiabilidade intra e interavaliadores sendo avaliada pelo Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC), para dois avaliadores. Os resultados demonstraram excelente confiabilidade, tanto intra-avaliador (ICC = 0,992) quanto interavaliador (ICC = 0,974), além de uma forte correlação entre a velocidade de arremesso e os testes de desempenho físico, com significância estatística. Este estudo evidenciou que a avaliação da velocidade de arremesso utilizando equipamentos de baixo custo é viável, confiável e correlacionada com os testes de desempenho físico. Apesar das limitações, como a necessidade de conhecimentos técnicos para análise dos vídeos, os resultados reforçam o valor da utilização de medições por vídeo como uma ferramenta complementar, objetiva e acessível, que pode ser integrada a outros métodos de avaliação.

**Palavras-chaves:** Handebol, Velocidade de arremesso, Confiabilidade intra e inter, Testes de desempenho físico

**Abstract:** Handball is a team sport characterized by constant physical contact, and its performance relies on various physical attributes, with the throw being one of the most used techniques to dynamize the game and score points. A successful throw depends on intrinsic and extrinsic factors, and the evaluation of throw speed can provide valuable data for training and rehabilitation. Several methods for evaluating speed, such as radars and lasers, are found in the literature, but their high cost limits accessibility in countries with smaller budgets, such as Brazil, where the sport has grown but still lacks investment. In this context, the use of recording systems with low-cost cameras, analyzing the relationship between the ball release time and the time it reaches the target, emerges as a viable solution. The present study aimed to investigate intra- and inter-rater reliability in measuring the throw speed from 7 meters using low-cost cameras and explore the relationship between this measurement and functional throwing tests. This is a cross-sectional study that followed the GRAAS (Guidelines for Reporting Reliability and Agreement Studies) recommendations and included 61 athletes, 56 of whom completed the evaluations. Data collection consisted of anamnesis, throw speed evaluation, and physical performance tests (Seated Medicine Ball Throw Test – MBT and Unilateral Seated Shot-Put Test – USSPT). Statistical analysis was performed using SPSS 23.0 software, with intra- and inter-rater reliability assessed by the Intraclass Correlation Coefficient (ICC). Results showed excellent reliability both intra-rater (ICC = 0.992) and inter-rater (ICC = 0.974), as well as a strong correlation between throw speed and physical performance tests, with statistical significance. This study demonstrated that measuring throw speed using low-cost equipment is feasible, reliable, and correlated with physical performance tests. Despite limitations, such as the need for technical knowledge to analyze videos, the results emphasize the value of video-based measurements as a complementary, objective, and accessible tool, which can be integrated with other evaluation methods.

**Key words:** Handball, Throw speed, Low-cost equipment, Intra- and inter-rater reliability

# 1 INTRODUÇÃO

O handebol é um esporte coletivo que exige a soma de capacidades físicas por parte do atleta (Higashi *et al.*, 2015). Além disso, é um esporte com contatos intermitentes e extenuantes, cujo desempenho depende da capacidade de realizar repetidas contrações musculares explosivas para a realização de arremessos, mudanças de direção, saltos e acelerações (Bragazzi, *et al.* 2020).

No handebol, o arremesso é uma das técnicas de maior importância, pois permite criar a dinâmica de jogo, passes e pontuar ao longo da partida. Nesse contexto, a velocidade de arremesso e a precisão são fatores fundamentais para um arremesso bem-sucedido. Destaca-se ainda que a velocidade do arremesso depende de fatores intrínsecos (e.g., preparação física e mental, equilíbrio e posição de arremesso (Junior *et al.*, 2019; Bragazzi, *et al.* 2020) e de fatores extrínsecos impostos pela partida, (e.g. defesa de jogadores adversários, torcida (Rivilla-Garcia *et al.*, 2011). Dessa forma, a avaliação da velocidade de arremesso em atletas de handebol pode ser uma importante variável de desfecho, tanto para o treinamento físico quanto para a reabilitação desses atletas (Paraskevopoulos *et al.*, 2023).

Nesse sentido, os fatores intrínsecos descritos como preparação do atleta, especialmente os aspectos de potência e força muscular podem ser avaliados, a fim de investigar suas influências na velocidade e precisão de arremesso (Kayhan *et al.*, 2024). Outras formas mais acessíveis e simples de investigar a potência e a força muscular dos membros superiores em atletas arremessadores incluem os testes de desempenho físico, como os testes *Seated Medicine Ball Throw Test* (MBT) e o *Unilateral Seated Shot-Put Test* (USSPT). Esses testes investigam a capacidade de arremesso, considerando a força e a potência muscular necessárias para arremessar na maior distância possível (Beckham *et al.*, 2019; Tagliarini *et al.*, 2023). Apesar de serem testes consolidados na literatura, até o presente momento, não foram investigadas diretamente as suas relações com a velocidade de arremesso.

A avaliação da velocidade de arremesso, por sua vez, é investigada por diferentes métodos na literatura científica, para diferentes modalidades, incluindo sistema de feixes de lasers e detectores de infravermelho, análises cinemáticas, e uso de radares esportivos.

Contudo, esses métodos de avaliação são considerados caros e de difícil acesso, especialmente para low- or middle-income countries (Paraskevopoulos *et al.*, 2023).

Países como o Brasil, apesar de apresentarem um crescimento no número de praticantes, o baixo investimento e visibilidade da modalidade favorecem a carência de instrumentos de ponta para a avaliação do desempenho dos atletas (Andres & Goellner, 2013). Nesse contexto, como uma possível solução mais acessível (affordable), poderia ser utilizado um sistema de gravação com câmeras de baixo custo, como utilizado por Timilehin e colaboradores (2021), investigando a relação entre o tempo para atingir o alvo e a distância para se obter a velocidade de arremesso, mas até o presente momento, não foram encontrados estudos que investigassem esse método de avaliação.

Ademais, até o presente momento, não foram encontrados estudos que investigassem a velocidade de arremesso em atletas de handebol utilizando sistemas de vídeo com câmeras de gravação mais acessíveis a contexto de investimento limitados.

## **2 OBJETIVOS**

Diante do exposto, os objetivos do presente estudo foram:

1. Investigar a confiabilidade e intra- e interavaliadores da medição de velocidade no arremesso de 7 metros por meio de vídeos de câmera de baixo custo;
2. Investigar a relação entre a medição de velocidade por meio de vídeos por câmera de baixo custo e testes funcionais de arremesso.

## **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **3.1 Delineamento do Estudo:**

Trata-se de um estudo transversal, que seguiu as recomendações do GRRAS (Guidelines for Reporting Reliability and Agreement Studies) (Kottner et al., 2011) que têm como objetivo identificar se todos os critérios importantes foram atendidos na produção do projeto de pesquisa, visando a melhor qualidade técnica do trabalho (Kottner et al., 2011).

### **3.2 Amostra e Participantes:**

Para estimar o tamanho amostral foram considerados dois avaliadores, alfa de 0.05, power de 90%, Coeficiente de Correlação intraclasse estimado de 0,85, com limite inferior do intervalo 95% de confiança igual a 0,7, com um teste unilateral, resultando em uma amostra mínima de 30 participantes.

Foram incluídos no presente estudo jogadores de Handebol, entre 18 e 40 anos de idade, que tivessem no mínimo um ano de treinamento, incluindo atletas profissionais e universitários, sem distinção de sexo, etnia, orientação sexual ou classe social. Foram excluídos os participantes que tivessem lesões no membro superior há menos de 3 meses e/ou que ainda estejam em processo de reabilitação; ou que possuam alguma patologia que pudesse interferir nas avaliações.

No total, foram recrutados 74 atletas da cidade de São Carlos divididos em Universitários e Profissionais (23 profissionais e 33 universitários), sendo 28 mulheres e 29 homens. Destes 61 atendiam aos critérios de inclusão no estudo, e 56 completaram todas as etapas da avaliação. Todos os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). O estudo recebeu aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa de Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (CAAE: 77566824.4.0000.5504).

### **3.3 Procedimentos:**

#### **3.3.1 Coleta de Dados:**

Após a assinatura do termo de consentimento, os participantes passaram por 3 momentos de avaliação: a) Anamnese para coleta de dados sociodemográficos, como idade, tempo de prática de Handebol, posição de jogo, histórico de lesões prévias b) Avaliação da Velocidade de Arremesso no Tiro de 7 Metros e c) Aplicação dos testes de Desempenho Físico.

Participaram da coleta de dados dois (2) avaliadores fisioterapeutas, sendo 1 fisioterapeuta com experiência com jogadores de Handebol e outro fisioterapeuta generalista. Ambos os avaliadores foram treinados durante 1 mês antes do início da coleta de dados, com 10 pessoas externas à pesquisa.

#### **3.3.2 Avaliação da Velocidade de Arremesso no Tiro de 7 metros**

Para essa avaliação foram realizados cinco (5) arremessos de 7 metros (penalidade máxima do handebol). Os participantes eram posicionados a sete (7) metros de distância do gol, seguindo as marcações da quadra de handebol. Foi posicionado um alvo ao centro do gol, em formato quadrado (1 metro de cada lado). Os participantes foram instruídos a arremessar a bola com a maior força e velocidade possível, visando acertar o alvo. Foi utilizado o comando verbal “1,2,3 e Arremessa” para iniciar o arremesso. Entre cada tentativa, foi estabelecido 45 segundos de descanso, seguindo as recomendações de Fernandez- Fernandez et al. (2022). Foram considerados válidos os arremessos que acertaram qualquer região do alvo.

Todas as tentativas foram registradas com uma câmera de smartphone com sistema Pro de 48 Megapixels, de 24mm de abertura e estabilização óptica de imagem por deslocamento de sensor de segunda geração com capacidade de gravação de vídeo em 4K a 24, 25, 30 ou 60 Frames por segundo (fps). fixada a um tripé com enquadramento para o ambiente de coleta. A câmera foi posicionada a 7,20m perpendicular (90 graus) ao ponto médio entre a linha de 7 metros e o alvo posicionado no gol, como observado na **Figura 1**. A gravação se iniciou 2 segundos antes do

comando para o arremesso e foi finalizada com 2 segundos após a bola atingir o alvo, avaliando desde o momento de saída da bola da mão do atleta e a chegada ao alvo

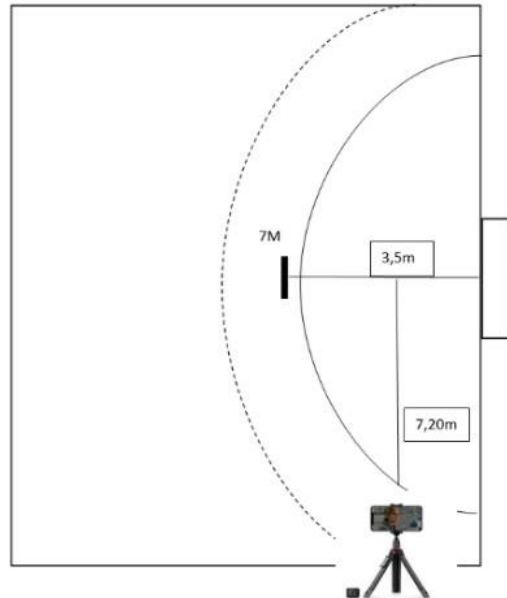


Figura 1: Representação esquemática do posicionamento da câmera digital.

### 3.3.2.1 Processamento do Vídeo:

Para a mensuração da velocidade, foi descrito o seguinte critério seguindo a teoria da gravitação e estudos em cinemática de Newton, marcar o tempo em que a bola tem o último contato com a mão do atleta (T1) e o tempo de chegada dela ao alvo (T2), como indica a Figura 2. Após delimitação dos tempos de saída e de contato com o alvo, foi realizado o tempo total de deslocamento da bola entre T1 e T2, gerando Td (tempo de deslocamento). Com o Td realizamos a divisão pela distância em que a bola percorre (7 metros) obtendo a velocidade média (VM) em m/s. (NUSSENZVEIG, 2013).

Em equações se constitui:

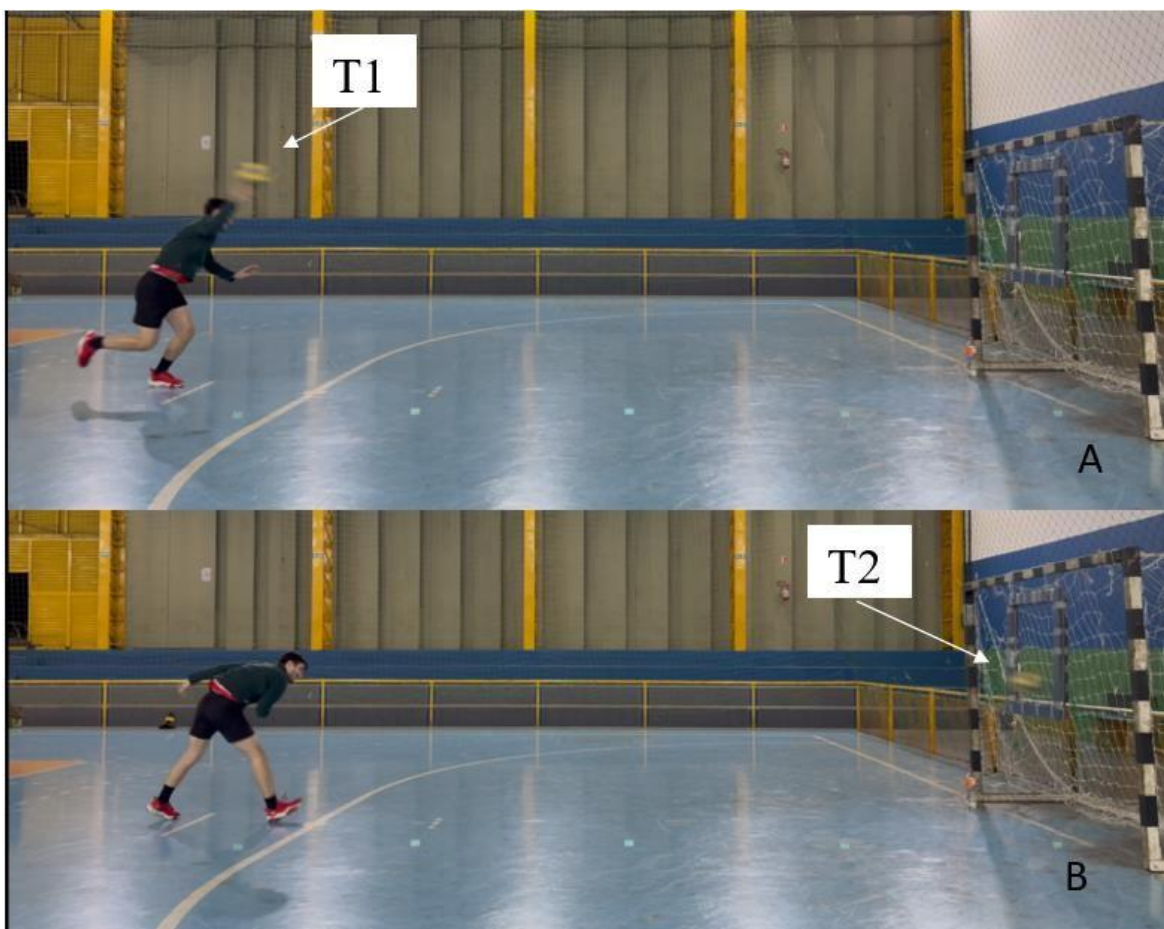
$$(T1-T2) = Td \text{ (tempo de deslocamento)}$$

$$7 / Td = \text{Velocidade em M/s}$$

$$\text{Velocidade em M/s} \times 3,6 = \text{Velocidade em Km/h}$$

**Velocidade em Km/h x 0,621 = Velocidade em Mph/h**

Para o processamento dos vídeos, participaram da avaliação os mesmos dois (2) avaliadores da coleta de dados. Ambos os avaliadores foram treinados durante um período de 1 mês, com uma familiarização do processamento de dez arremessos aleatorizados. O processamento dos vídeos ocorreu de forma cega entre os avaliadores, para permitir a investigação da confiabilidade.



**Figura 2:** Instante de Saída da bola da mão do atleta (T1), instante de chegada da bola ao alvo (T2)

### 3.3.3 Testes de Desempenho Físico de Arremesso da bola

Para investigar a capacidade de arremesso dos atletas foram utilizados os testes *Seated Medicine Ball Throw Test (MBT)* e o *Unilateral Seated Shot-Put Test (USSPT)*: *Seated Medicine Ball Throw Test (MBT)*

O MBT investiga a capacidade de arremesso utilizando apoio bimanual. O participante era posicionado sentado em um banco (com altura ajustável) estabilizado no solo, com a região das costas apoiadas contra o encosto vertical, com os membros inferiores apoiadas horizontalmente, joelhos flexionados em ângulo de 90° e tornozelos fixos no solo, segundo as recomendações de Vossen *et al.* (2000) e de Beckham *et al.*, (2019)

Para o arremesso, foi utilizada a *Medicine Ball* de três quilos, inicialmente posicionada na região do peitoral e o atleta deverá realizar o arremesso com as duas mãos o mais longe possível. A distância do arremesso foi medida a partir do ponto inicial do arremesso até seu primeiro contato com o solo. Cada participante realizou três arremessos, com intervalo de 2 minutos entre eles e foi considerado o melhor resultado entre as tentativas, seguindo as recomendações de Leite *et al.* (2016).



Figura 3: Imagem do teste MBT

### *The Unilateral Seated Shot-Put Test (USSPT)*

O teste USSPT é utilizado para investigar a força unilateral dos membros inferiores, por meio de um arremesso unimanual, e ainda permite averiguar a simetria bilateral. Para a avaliação do presente estudo, também se seguiu as recomendações de Vossen *et al.* (2000). Os atletas participantes foram posicionados sentados em um banco (com altura ajustável) estabilizado no solo, com a região das costas apoiadas contra o encosto vertical, com os membros inferiores apoiadas horizontalmente, joelhos flexionados em ângulo de 90° e tornozelos fixos no solo.

Para o arremesso, inicialmente, a *Medicine Ball* de três quilos é posicionada unilateralmente, com o ombro em posição neutra, flexão de cotovelo, antebraço pronado e punho em extensão. Os atletas participantes foram instruídos a arremessar a *Medicine Ball* na maior distância possível. Foi realizada uma sequência de dois arremessos unilaterais, com intervalo de 2 minutos de descanso entre eles, sendo considerada a média da distância obtida dentre as duas tentativas, segundo as recomendações de Degot *et al.* (2021).



Figura 4: Imagem do teste USSPT

## 4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software SPSS 23.0. Os dados descritivos foram apresentados em média  $\pm$  desvio padrão ou como proporções, quando adequado. O teste de Kolmogorov-Smirnov foi utilizado para avaliar a normalidade dos dados. Para os dados não normais, testes não paramétricos foram adotados.

Para investigar a confiabilidade intra- e interavaliadores da velocidade de arremesso, foi avaliada por meio do Coeficiente de Correlação Intraclassa (ICC), utilizando um modelo de efeitos mistos bidirecional. Foram realizados 2 cálculos de confiabilidade: a) considerando valor da maior velocidade dentre as tentativas válidas; e b) considerando a média de velocidade entre as tentativas válidas. Os valores de ICC foram interpretados da seguinte forma: Excelente (ICC > 0.90), Bom (ICC = 0.75 – 0.90), Moderado (ICC= 0.50 – 0.74) (Koo & Li, 2016). Também foram calculados o Erro Padrão da Medida (EPM) que indica a quantidade de erro nas mesmas unidades da medição original, utilizando a fórmula:  $SD \sqrt{(1 - ICC)}$  (Terwee et al., 2007). Ademais, foi estipulada a Mínima Mudança Detectável (MMD), que indica a menor quantidade de mudança entre 2 medidas que podem ser consideradas uma verdadeira mudança, fora da medida de erro. Para alcançar os valores de MMD foi utilizada a seguinte fórmula:  $1.96 \times EPM \times \sqrt{2}$  (Terwee et al., 2007).

Por fim, para averiguar a relação entre a velocidade de arremesso e os testes funcionais de arremesso, foi utilizado Correlação Linear de Pearson/Spearman. Os valores da correlação (r) foram classificados segundo a classificação de Munro (2005), sendo: Muito Fraca (> 0,29), Fraca (entre 0,29 e 0,49), Moderada (>0,5 e <0,7), Forte (>0,71 e <0,89) e Muito Forte (>0,9 e <1). Considerando que a avaliação velocidade de arremesso nos atletas de handebol é unilateral, espera-se uma correlação de moderada a forte entre a velocidade de arremesso e o USSPT, assim como espera-se uma correlação moderada entre a velocidade de arremesso e o teste MBT.

## 5.RESULTADOS:

### 5.1 Caracterização da Amostra:

Dos 56 participantes do presente estudo ( $23,07 \pm 3,51$  anos de idade), 41,07 % (n=23) eram atletas profissionais e 58,92% (n = 33) eram atletas universitários. Sexo, idade, nível de treinamento foram considerados para a caracterização da amostra (**tabela 1**). **A tabela 2** mostra a média de assertividade, velocidade média de arremesso e a performance dos testes de performance física dos participantes.

Tabela 1: Caracterização dos atletas de handebol participantes do estudo.

Participants' Characteristics	Total Sample (n = 56)	Professional Athletes (n = 23)	College Athletes (n = 33)
Age (anos)	$23,07 \pm 3,51$	$23,34 \pm 3,58$	$22,87 \pm 3,49$
Female (n[%])	28 (50%)	14 (60,86%)	14 (42,42%)
Sports Practice Time	$08,76 \pm 4,16$	$10,39 \pm 3,49$	$7,63 \pm 4,25$
Game Position (n[%])	Armador	8 (34,78%)	10 (30,30%)
	Ponta	7 (30,43%)	11 (33,30%)
	Pivô	3 (13,04%)	5 (15,15%)
	Goleiro	5 (21,73%)	7 (21,21%)

**Legenda:** Desenvolvidos pelos autores (2025). Dados quantitativos apresentados como média  $\pm$  desvio-padrão, dados categóricos apresentados em porcentagem.

Tabela 2: Performance dos Atletas de Handebol nos instrumentos de Avaliação de Arremesso.

Instrumentos de Avaliação	Total Sample (n = 56)	Professional Athletes (n = 23)	College Athletes (n = 33)
Velocidade de Arremesso (m/s)	38,74 ± 7,19	37,38 ± 7,63	39,79 ± 6,83
Assertividade (%)	68,57 ± 19,76	77,39 ± 19,35	62,42 ± 17,85
MBT(m)	3,95 ± 2,66	3,03 ± 1,22	3,05 ± 3,32
USSPT (m)	2,74 ± 0,845	2,63 ± 0,86	2,82 ± 0,83

**Legenda:** Desenvolvidos pelos autores (2025). Dados quantitativos apresentados como média ± desvio-padrão, dados categóricos apresentados em porcentagem. **MBT:** *i Seated Medicine Ball Throw Test* **USSPT:** *Unilateral Seated Shot-Put Test*. \* indicates  $p < 0.05$ .

## 5.2 Confiabilidade Intra- e Interavaliadores, Erro-Padrão da Medida e Mínima Mudança Detectável

Considerando a avaliação da Média das tentativas válidas, o ICC indicou que há uma confiabilidade excelente intra-avaliadores (ICC =0,992 [IC 95%: 0,987 - 0,995];  $F_{(55,110)}=121,306$ ,  $p < 0,001$ ). O EPM foi igual a 0,0894 e a MMD foi igual a 0,2479. Por sua vez, considerando a maior velocidade de arremesso obtida pela gravação com câmeras de baixo custo, o ICC indicou que existe uma confiabilidade excelente intraavaliadores (ICC =0,976 [IC 95%: 0,962 - 0,985];  $F_{(55,110)}=121,306$ ,  $p < 0,001$ ). O EPM foi igual a 0,1549 e a MMD foi igual a 0,4294. Pelos valores encontrados de confiabilidade, o uso de vídeos obtidos por câmeras de baixo custo é uma medida segura e confiável para determinar a velocidade média de arremesso de atletas de handebol.

Por sua vez, a Confiabilidade interavaliadores, o ICC foi considerado excelente para a avaliação da velocidade de arremesso, tanto considerando a maior velocidade dentre as tentativas (ICC = 0,974, [IC 95%: 0,959 - 0,984];  $F_{(55,110)}=121,825$ ,  $p < 0,001$ ) quanto considerando a média da velocidade das tentativas válidas (ICC = 0,991, [IC 95%: 0,986 - 0,995];  $F_{(55,110)}=121,825$ ,  $p < 0,001$ ).

### 5.3 Correlação entre Velocidade de Arremesso e Testes de Arremesso.

Como os dados coletados não apresentaram distribuição normal, a correlação foi investigada pelo Teste de Correlação Linear de Spearman. O teste estatístico indicou uma correlação forte entre a velocidade média de arremesso e os testes MBT ( $\rho=0,751$ ,  $p<0,001$ ) e USSPT ( $\rho=0,745$ ,  $p<0,001$ ), ambas estatisticamente significativas. Também foi identificada uma correlação considerada muito forte entre os dois testes de performance física (MBT e USSPT) ( $\rho=0,936$ ,  $p<0,001$ ).

## 6. DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo apontam que é possível avaliar a velocidade de arremesso de atletas de handebol profissionais e universitários utilizando equipamentos de baixo custo, com excelente confiabilidade entre avaliadores com diferentes perfis profissionais, garantindo segurança nesse método de avaliação. Ademais, foi possível identificar que os testes de desempenho físico de arremessos se correlacionaram fortemente com a velocidade de arremesso de atletas de handebol.

A avaliação da velocidade de arremesso durante o tiro de 7 metros, desempenha um papel crucial na análise do desempenho no handebol. Diferentes estudos reportados na literatura destacam que a velocidade de arremesso no esporte é um importante indicador de capacidades físicas de um atleta em diferentes categorias. (García et al., 2013; Wagner et al., 2010). E por essa razão merece atenção tanto no que diz respeito a melhorar o gesto esportivo quanto a questões de reabilitação que podem impactar no desempenho do atleta durante a execução desse gesto.

García et al. (2013) investigaram a relação entre a velocidade de arremesso e a eficácia de acerto de jogadores profissionais de handebol masculino espanhóis. Os autores identificaram que velocidades de arremesso superiores a 90km/h tem sido relacionada a maior eficácia de acerto (García et al., 2013). Corroborando com o estudo atual, no qual os atletas profissionais apresentaram arremessos superiores a 90km/h e apresentaram uma assertividade média de 77%.

Diferentes métodos de avaliar a qualidade do arremesso já foram investigadas na literatura científica. Na revisão sistemática conduzida por Paraskevopoulos *et al.* (2023), foram encontrados 17 estudos que investigaram a confiabilidade e as propriedades de medida de instrumentos que avaliam a velocidade, a qualidade e a distância do arremesso acima da cabeça. Destes, apenas 1 apresentou alta qualidade metodológica, e todos os estudos incluídos investigaram apenas a confiabilidade intraavaliador. Ademais, os estudos incluídos apresentaram metodologias distintas para o aquecimento de preparação e para a avaliação da velocidade de arremesso (Paraskevopoulos *et al.*, 2023). Destaca-se que nenhum estudo utilizou a análise de gravações por instrumentos de baixo custo para estimar a velocidade de arremesso de atletas de handebol, o que dificulta a comparação dos resultados do presente estudo.

Rios *et al* (2020) investigaram a confiabilidade da avaliação por radar esportivo para determinar a velocidade de arremesso em jogadores de handebol experientes e não experientes. Foi encontrado excelente confiabilidade para avaliação do arremesso de 7 metros, tanto para os atletas experientes (ICC = 0,99) quanto para os não experientes (ICC = 0,89). Esses valores são compatíveis com os identificados na avaliação intraavaliadores no presente estudo, demonstrando que apesar de não ser tão exata quanto os radares esportivos, a análise das gravações por equipamentos de baixo custo podem ser uma solução segura e confiável para avaliar a velocidade de arremesso de atletas de handebol.

Ademais, van den Tillaar, R. & Marques, M. C. (2013) investigaram a confiabilidade intra-avaliadores da velocidade de arremesso atestada por uma pistola de radar doppler em duas posições diferentes, em pé com arremesso acima da cabeça e o arremesso na posição dos testes MBT e USSPT. Os autores avaliaram estudantes universitários e encontraram valores de ICC considerados de bom a excelente (ICC=0.88 to 0.96), também compatíveis com os achados no presente estudo. Vale destacar ainda, que apesar de utilizarem o mesmo posicionamento dos testes MBT e USSPT, van den Tillaar, R. & Marques, M. C. (2013) não investigaram a relação entre a velocidade de arremesso e os testes de desempenho física.

Kayhan *et al.* (2024) investigaram a relação e o quanto as forças isométricas do membro superior e do tronco/quadril conseguem influenciar a velocidade de arremesso de jogadores de handebol masculino profissionais. Seus resultados indicam uma

correlação moderada a forte entre as variáveis de força e a velocidade de arremesso, tanto em condições estáticas quanto dinâmicas ( $r= 0,640$  a  $0,858$ ), tendo maior relação. Os resultados do presente estudo vão de encontro com os reportados por Kayhan et al. (2024). É importante destacar que ainda que sejam testes de performance física, o MBT e o USSPT são instrumentos recomendados para inferir sobre a força e potência muscular em uma atividade mais próxima do gesto esportivo dos atletas arremessadores.

Destaca-se ainda que Kayhan et al. (2024) identificaram que as forças isométricas do ombro, incluindo a flexão e extensão de ombro e as forças de rotação externa e interna são variáveis preditoras significativas para a velocidade de arremesso, tanto em condições estáveis (Flexão/Extensão:  $r^2$ =between 0.27-0.73; Rotação Interna/Externa  $r^2$ =between 0.32-0.54) quanto em condições dinâmicas (Flexão/Extensão:  $r^2$ =between 0.30-0.62; Rotação Interna/Externa ( $r^2$ =between 0.31-0.44). (Kayhan et al., 2024). Contudo, os resultados do presente estudo não são da mesma natureza que estes achados, o que não nos permite impor uma relação direta entre o desempenho dos testes de performance física de arremesso e a velocidade de arremesso, mas os resultados parecem promissores e são necessárias mais pesquisas para investigar essas relações.

Apesar dos resultados do presente estudo contemplarem algumas lacunas da literatura científica, ele apresenta algumas limitações. Dentre elas, a realidade esportiva local não se assemelha com as realidades esportivas de outros países, nos quais o handebol é um esporte mais dominante e com mais investimento. Dessa forma, os achados do presente estudo devem ser extrapolados para outras populações e outros esportes com cuidado e discernimento. Ademais, embora os achados sejam promissores para a utilização da avaliação da velocidade por gravações com equipamentos de baixo custo a necessidade de conhecimentos técnicos para a análise dos vídeos pode limitar sua aplicação em níveis mais amadores. E dessa forma, investigações para identificar o quanto a performance de testes de performance física como o MBT e o USSPT sugerem a velocidade de arremesso como importante para ampliar o acesso de avaliação.

Destaca-se, por outro lado, as forças do presente estudo. Ao seguir as recomendações de Kottner et al. (2011), garante-se que o estudo apresenta robustez metodológica e adequada para a replicação. Ademais, no presente estudo, foi investigada a confiabilidade interavaliadores, propriedade de medida importante para a

comparação dos resultados de avaliações entre diferentes profissionais, permitindo melhor acompanhamento dos atletas. Por fim, vale ressaltar que o presente estudo abre uma oportunidade de um método de avaliação de baixo custo, com a possibilidade de aplicação em diferentes contextos esportivos.

## **7. CONCLUSÃO**

Os resultados do presente estudo indicam excelente confiabilidade interavaliadores para avaliação da velocidade de arremesso de atletas do handebol por meio de câmeras de vídeo de baixo custo. Contudo, não foi possível estabelecer validade concorrente com outros equipamentos considerados padrão-ouro para a avaliação da velocidade de arremesso. Estes achados reforçam o valor das medições de vídeo como uma ferramenta complementar, objetiva e mais acessível, que pode ser integrada a métodos de avaliação visual para uma análise mais abrangente e precisa dos parâmetros de desempenho e resposta fisiológica.

## **ESTUDO 2: Influência da força de cada segmento do membro superior na velocidade de arremesso de jogadores de handebol.**

### **Resumo**

O handebol é um esporte coletivo realizado em quadra, envolvendo duas equipes de 7 jogadores, cujo objetivo principal é marcar gols arremessando a bola com os membros superiores. A modalidade exige diversas valências físicas, como acelerações constantes, agilidade, força, resistência, coordenação. Durante as partidas, o gesto técnico mais requisitado é o arremesso em suspensão, caracterizado por uma sequência proximal-distal. Essa sequência gera altos níveis de energia nos membros superiores, especialmente na articulação do ombro, que desempenha papel fundamental na aceleração e desaceleração da bola. Contudo, são necessários mais estudos quantitativos para avaliar a influência de cada segmento do membro superior na velocidade do arremesso. O objetivo deste estudo foi verificar a influência da força, potência e trabalho total de cada segmento do membro superior (ombro, cotovelo e punho), além da força de preensão manual, sobre a velocidade do arremesso. Trata-se de um estudo transversal realizado com atletas de handebol, de ambos os sexos, com idades entre 18 e 40 anos, das equipes AHB São Carlos e UFSCar. Após consentirem em participar e atenderem aos critérios de inclusão, os atletas participaram de dois encontros para a coleta de dados. No primeiro encontro, foram coletados dados antropométricos e realizada a mensuração da velocidade do arremesso de 7 metros, com cinco tentativas após aquecimento prévio e intervalos de 45 segundos entre os arremessos. No segundo encontro, avaliaram-se a força isométrica de preensão manual, utilizando o dinamômetro Jamar®, e a força concêntrica dos membros superiores no dinamômetro Biodex System 4, considerando os movimentos de rotação interna e externa do ombro, flexão e extensão do cotovelo, além de flexão e extensão do punho. Para analisar a influência das variáveis sobre a velocidade do arremesso, utilizou-se a Análise de Componentes Principais (PCA), que permite reduzir a dimensionalidade dos dados. Foram identificados três componentes principais: o primeiro (CP1) explicou 65% da variância e refletiu variáveis relacionadas ao desempenho do ombro, destacando-o como o principal gerador de potência. O segundo (CP2) explicou 10% da variância e esteve associado à potência do cotovelo em flexão e extensão, enquanto o terceiro (CP3), com 5% da variância, evidenciou a contribuição do punho, especialmente em termos de pico de torque durante flexão e extensão. Os resultados indicam que, embora o cotovelo e o punho contribuam de forma complementar para a velocidade do arremesso, o ombro desempenha o papel central, enquanto o punho tem função secundária, voltada para estabilidade e ajustes finos. Tais achados reforçam a importância de programas de treinamento e reabilitação que priorizem o desenvolvimento da força, potência e torque do ombro, além de estratégias que otimizem a transferência de potência por meio do cotovelo e do punho. Por fim, concluímos que a força, potência e torque, especialmente na articulação do ombro, são cruciais para o aumento da velocidade do arremesso, corroborando com a literatura existente. No entanto, a contribuição das articulações do cotovelo e punho é essencial para garantir estabilização, ajustes finos e precisão, aspectos fundamentais para a eficiência do gesto esportivo. Estudos futuros devem considerar também dimensões técnicas, táticas e psicológicas para compreender de forma mais ampla o desempenho no handebol.

**Palavras-chave: Handebol, Análise de Componentes Principais, Arremesso Abstract**

Handball is a court-based team sport involving two teams of seven players each, aiming to score goals by throwing the ball with their upper limbs. The sport demands various physical abilities, such as constant accelerations, changes in direction, high-intensity throws, and physical contact. During matches, the most frequently performed technical action is the jump shot, characterized by a proximal-to-distal sequence. This sequence generates high levels of energy in the upper limbs, particularly in the shoulder joint, which plays a critical role in accelerating and decelerating the ball. However, further quantitative studies are needed to evaluate the influence of each upper limb segment on throwing velocity. The objective of this study was to investigate the influence of strength, power, and total work of each upper limb segment (shoulder, elbow, and wrist), as well as handgrip strength, on throwing velocity. This cross-sectional study included handball athletes of both sexes, aged 18–40 years, from the AHB São Carlos and UFSCar teams. After consenting to participate and meeting the inclusion criteria, athletes attended two data collection sessions. In the first session, anthropometric data were collected, and 7-meter throw velocity was measured. Athletes performed five attempts following a warmup, with 45-second rest intervals between throws. In the second session, isometric handgrip strength was assessed using a Jamar® dynamometer, and concentric strength of the upper limbs was measured with a Biodex System 4 dynamometer, focusing on internal and external shoulder rotation, elbow flexion and extension, and wrist flexion and extension. To analyze the influence of variables on throwing velocity, Principal Component Analysis (PCA) was employed to reduce data dimensionality. Three principal components were identified: the first (PC1) explained 65% of the variance and reflected variables related to shoulder performance, highlighting its role as the primary power generator. The second (PC2) explained 10% of the variance and was associated with elbow flexion and extension power, while the third (PC3), accounting for 5% of the variance, highlighted wrist contributions, particularly peak torque during flexion and extension. The results indicate that, while the elbow and wrist contribute complementarily to throwing velocity, the shoulder plays a central role, with the wrist serving a secondary function focused on stability and fine adjustments. These findings underscore the importance of training and rehabilitation programs prioritizing the development of shoulder strength, power, and torque, alongside strategies to optimize power transfer through the elbow and wrist. In conclusion, strength, power, and torque, particularly in the shoulder joint, are crucial for increasing throwing velocity, as corroborated by the existing literature. However, the contributions of the elbow and wrist are essential for stabilization, fine adjustments, and precision, all of which are fundamental to the efficiency of the throwing action. Future studies should also consider technical, tactical, and psychological dimensions to achieve a more comprehensive understanding of performance in handball.

**Key words: Handball, Principal Component Analysis (PCA), Throwing**

## 1. INTRODUÇÃO

O handebol é um esporte coletivo, realizado em quadra, que envolve duas equipes de sete jogadores, buscando-se realizar a maior quantidade de gols no time adversário, arremessando-se a bola com os membros superiores. (LANGEVOORT *et al.*, 2007; HIGASHI *et al.*, 2015; IHF, 2019). É praticado por 20 milhões de atletas, divididos em mais 800 mil times listados em 167 federações espalhados ao redor do mundo. (FRITZ *et al.*, 2020; IHF, 2019; NIKOLAIDIS & INGEBRIGTESN, 2013). É um esporte que tem por característica ser uma modalidade esportiva cuja partida é longa, exigindo vários passes, corridas, tiros, saltos, acelerações repetitivas, mudanças de direção, arremessos, alta intensidade e contato entre os jogadores (RONGLAN, RAASTAD e BØRGESEN, 2006; HIGASHI *et al.*, 2015; BRAGA e CUNHA, 2019).

Durante a partida gestos técnicos mais complexos exigem dos jogadores uma refinada coordenação motora e alto nível de força explosiva, como a corrida, o passe, a recepção e o arremesso (HESPANHOL JUNIOR *et al.*, 2012; MONTES *et al.*, 2012). Isso demonstra a necessidade dos fatores biomecânicos, coordenação dos segmentos corporais, tempo de contato e mecânica do movimento (MARQUES *et al.*, 2007; MOLLER *et al.*, 2012; ALVARENGA *et al.*, 2014).

O arremesso é o último gesto técnico utilizado na partida para a conversão dos gols (VERLINCK *et al.*; 2014). Estudos mostram que em um jogo pode variar de 4 a 15 tentativas de arremesso por jogador, estendendo ao treino para 18-100 arremessos (HESPANHOL JUNIOR *et al.*, 2012; MONTES *et al.*, 2012). Esses podem ser realizados de variadas formas, sempre conforme a ação do adversário, alternando entre altura, direção e força. Sendo assim, o atleta deve estar capacitado para a melhor escolha de arremesso em quadra (VERLINCK *et al.*; 2014).

O mais comum é o arremesso em suspensão, ou arremesso por cima (WAGNER *et al.*, 2010). É caracterizado por três passos, seguidos de um salto vertical e pelo conjunto dos seguintes movimentos: flexão de quadril, rotação do tronco, adução horizontal do braço, rotação interna do ombro, extensão do cotovelo e flexão de punho, devendo ocorrer o arremesso no ponto mais alto do salto, pois será nesse momento que o arremesso atingirá a máxima potência (VERLINCK *et al.*, 2014; HESPANHOL JUNIOR *et al.*, 2012., ALVARENGA *et al.*, 2014). Estes conjuntos de movimentos são conhecidos como sequência proximal-distal (FRADET *et al.*, 2004). A sequência proximal-distal é o

fenômeno de um intervalo de tempo entre os movimentos das articulações e segmentos proximais e distais de membros superiores, em que os movimentos distais são atrasados em relação aos movimentos proximais, simulando um "movimento tipo chicote". Segundo Fradet *et al.* (2004) o arremesso por cima possui características dessa sequência já que a ação de arremesso mais rápida é realizada com uma progressão proximal para distal dos segmentos.

O jogador arremessador gera altos níveis de energia nos membros superiores para acelerar e desacelerar a bola, ou o próprio braço, e as forças e o torque necessários para o arremesso estão próximos dos limites fisiológicos, que no efeito acumulativo de dezenas de arremessos podem levar a uma síndrome da sobrecarga, principalmente na região do ombro (EJNISMAN e ANDREOLI, 2001). Isso porque no handebol, assim como em outras modalidades esportivas que utilizam o arremesso, há necessidade de uma grande demanda biomecânica do ombro, fazendo com que a articulação se submeta a altas cargas de forças durante grande parte do gesto esportivo (SILVA, 2010). No entanto, a coordenação entre os segmentos articulares do membro superior e dos músculos, mais especificamente, entre o ombro e o punho/mão foi apontada como uma das mais importantes para o sucesso da execução dos movimentos do arremesso (BARTLETT, 2004; VAN DER TILLAR e ETTEMA, 2004), podendo existir uma relação íntima entre a biomecânica e a coordenação intersegmentar do movimento para a melhor execução do gesto esportivo e diminuição dos riscos de lesões por sobrecarga (NOBRE, 2014).

Nesse sentido, embora a literatura aponte os fatores relacionados ao desempenho de atletas de handebol, sobretudo quando falamos da articulação do ombro, são necessários mais estudos que avaliem quantitativamente a influência de cada segmento do membro superior na velocidade do arremesso, visto que todos, conforme relatado anteriormente, estão envolvidas no gesto esportivo. Isso porque velocidade de arremesso e precisão se tornaram medidas relativas ao sucesso no esporte e passaram a ser medidas quantitativas que inferem sobre o desempenho esportivo (ROUSANOGLU *et al.*, 2015; URBAN *et al.*, 2015; WAGNER *et al.*, 2011).

Diante do exposto, o objetivo do presente estudo foi verificar a influência da força, potência e trabalho total de cada segmento do membro superior (ombro, cotovelo punho) e da força de preensão manual sobre a velocidade de arremesso.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Tipo de estudo**

Estudo do tipo analítico transversal.

### **2.2. Participantes**

Participaram deste estudo jogadores de handebol da equipe Handebol São Carlos (AHB), do sexo masculino e feminino, com idade entre 18 e 40 anos, que tinham pelo menos um ano de treinamento do handebol, sem distinção de etnia, orientação sexual e classe social, conforme apresentado na tabela 3. Foram excluídos os participantes que tinham lesões em ombro, cotovelo, punho e/ou mão há menos de 3 meses e/ou que ainda estivessem em processo de reabilitação; ou que possuíam alguma condição que pudesse interferir nas avaliações físicas.

Os atletas participantes foram convidados pessoalmente a participarem da pesquisa (nos dias de treinamento), ou remotamente, por meio das redes sociais como Instagram, Facebook e e-mail. Após receberem informações verbais sobre os procedimentos a qual seriam submetidos, e se concordassem em participar, deveriam assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e Termo de autorização para uso de voz e/ou imagem, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (CAAE: 77566824.4.0000.5504).

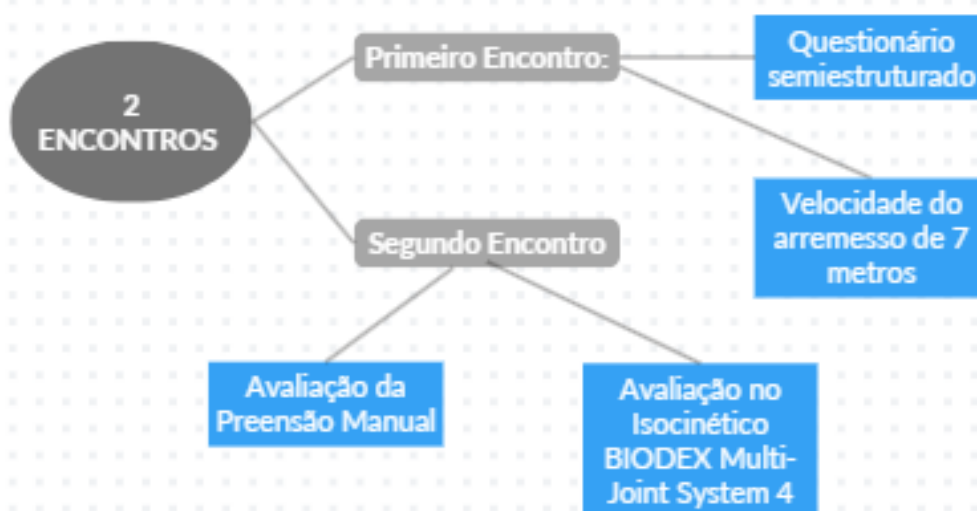
**(Apêndice 1 e 2)**

**Tabela 3:** Característica dos participantes

Idade:	Estatura (cm):	Massa Corporal (kg):	Há quanto tempo pratica o handebol (em anos) ?	Frequência semanal de treinos (nº de dias por semana)	Horas de prática de handebol por dia :	
Total (n=64)	22,82 (± 3,46)	1,72 (±0,08)	73,82 (±14,91)	8,98 (±4,13)	3,5 (±1,33)	2,03 (±0,30)
Masculino (n=32)	23,40 (± 3,31)	1,77(± 0,07)	83,47(± 13,71)	8,87(± 4,08)	3,43(± 1,10)	2(± 0,35)
Feminino (n=32)	22,25(± 3,57)	1,66 (± 0.06)	64,17(± 8.46)	9,09(± 4.24)	3,56(± 1.54)	2,06(± 0.24)
Profissional (n=26)	22,96(± 3,53)	1,71(± 0.10)	72,37(± 15.81)	10,23(± 3,45)	4,84 (± 0.54)	2,03(± 0.44)
Universitário (n=38)	22,73 (± 3,46)	1,72(± 0.07)	74,80(± 14.40)	8,13(± 4.38)	2,57(± 0.82)	2,02(± 0.16)

### 2.3 Procedimentos e instrumentos de avaliação

A coleta dos dados foi dividida em dois encontros. No primeiro encontro foram coletados os dados pessoais e antropométricos dos atletas e realizada a medição da velocidade durante o arremesso de 7 metros. No segundo encontro realizada a avaliação da Força de prensão manual, e por fim, a avaliação de força concêntrica dos membros superiores por meio do dinamômetro isocinético *BIODEX Multi-Joint System 4*. (Figura 3)



**Figura 5:** Fluxograma

### 2.3.1 Questionário semiestruturado

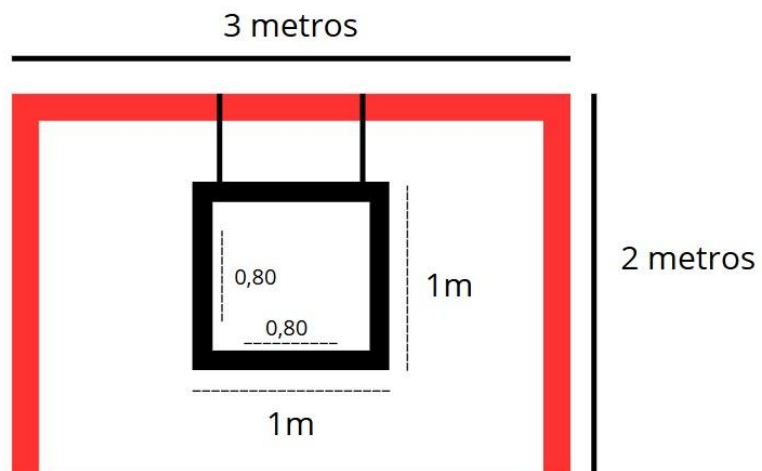
Um questionário semiestruturado foi desenvolvido pelos pesquisadores desse estudo. Nesse questionário foram abordadas questões objetivas e discursivas incluindo: tempo de prática esportiva, frequência semanal e horas por dia, volume de treino, orientação profissional, se realiza outra atividade física e o seu tempo praticado, prevalência e tipos de lesões, tipo de tratamento, alongamento e aquecimento (Apêndice 3).

### 2.3.2 Avaliação da Velocidade de arremesso de 7 metros

Previamente à realização da avaliação foi realizado um aquecimento composto por movimentos ativos livres.

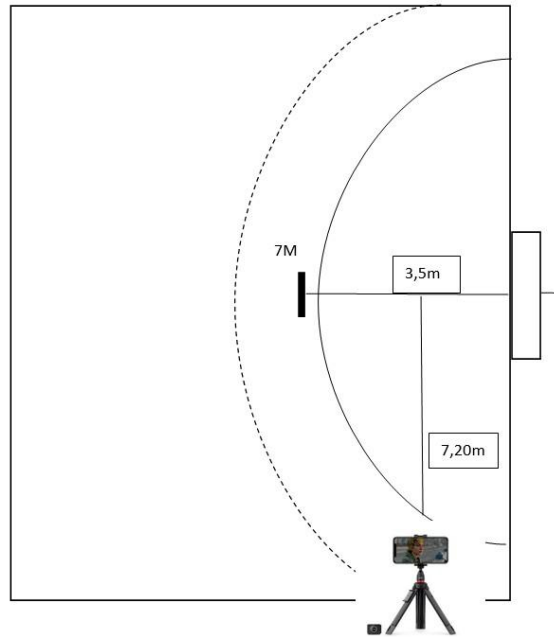
Para avaliação propriamente dita do arremesso de 7 metros, foram realizados 5 arremessos a partir da linha de 7 metros, seguindo as regras da IHFB (INTERNATIONAL HANDBALL FEDERATION). Para a categoria feminina foi

utilizada uma bola oficial (H2) e para a categoria masculina (H3). Os atletas foram instruídos a arremessar a bola em velocidade máxima visando uma área alvo quadrada de 1 m x 1 m (Figura 4). Entre cada arremesso realizado foi permitido um descanso de 45 segundos.



**Figura 6:** Representação do alvo

A velocidade do lançamento foi registrada por meio de filmagem. Os arremessos considerados válidos foram aqueles que tiveram contato direto no alvo. Todos os arremessos foram gravados, para posterior estudo e visando uma melhor análise dos mesmos, sendo a câmera posicionada 7,20m perpendicular (90 graus) ao ponto médio entre a linha de 7 metros e o alvo posicionado no gol. (FERNANDEZ-FERNANDEZ et al, 2022; TORABI TP et al, 2022) (Figura 5).



**Figura 7:** Representação do posicionamento de avaliação

### 2.3.3 Avaliação da força de preensão

A força de preensão palmar foi avaliada por meio do dinamômetro Jamar®, um sistema hidráulico de aferição considerado padrão ouro e recomendado pela *American Society of Hand Therapists* (ASHT) (FERNANDES e MARINS, 2011). Para a avaliação o atleta foi posicionado conforme proposto por Fess (1992): sentado em uma cadeira, sem apoio do braço, com os pés apoiados no chão, braço paralelo ao corpo e membro avaliado com cotovelo em 90° de flexão e antebraço em posição neutra de pronosupinação (Figura 6).



**Figura 8:** Avaliação da força de preensão

Durante a avaliação o indivíduo foi instruído a realizar a maior força de preensão, com movimento de tentar unir as alças do instrumento. A avaliação foi composta por três repetições com tempo de duração de 6 segundos cada, e descanso de 1 minuto entre elas. Foi utilizada a média das três repetições. Haverá uma familiarização prévia com o instrumento por parte do atleta avaliado (FESS, 1992).

#### **2.3.4 Avaliação isocinética concêntrica dos membros superiores**

Para avaliação da força do membro superior dos atletas foi utilizado um dinamômetro isocinético *Biodex System 4 Pro* (Biodex Medical Systems Inc., Nova Iorque, EUA). A avaliação foi realizada após prévio aquecimento, de 5 minutos com movimentos ativos livres. Os testes foram realizados na modalidade concêntrico/concêntrico e nas velocidades descritas a seguir, de acordo com a articulação avaliada. Foi avaliado o braço dominante, definido pela seguinte pergunta: “Com qual braço você arremessa a bola no tiro de 7 metros?”. Todos os testes foram realizados com o mesmo estímulo verbal, a fim de motivar o esforço máximo dos atletas

durante a realização dos testes. (SILVA et al,2014). A ordem dos testes foi randomizada, sendo dado um intervalo de 3 minutos de descanso entre cada articulação avaliada.

#### **2.3.4.1 Avaliação do torque concêntrico de rotadores de ombros**

Para a avaliação do torque concêntrico dos rotadores de ombro o atleta foi posicionado sentado na cadeira do dinamômetro, com a angulação do encosto da cadeira de  $105^\circ$  e o eixo da articulação do ombro alinhado com o eixo do dinamômetro. O ombro do atleta foi posicionado em  $90^\circ$  de abdução e  $90^\circ$  de flexão de cotovelo. A amplitude de movimento avaliada foi de  $50^\circ$  de rotação interna e  $20^\circ$  de rotação externa, totalizando  $70^\circ$  de amplitude (NIEDERBRANCHT et al., 2008). As velocidades de avaliação foram de  $60^\circ/s$  e  $180^\circ/s$ , sendo que os atletas realizaram uma série de três repetições submáximas e uma máxima, previamente a cada uma das avaliações, para familiarização com os testes. Na avaliação propriamente dita os atletas realizaram 5 repetições concêntricas máximas em  $60^\circ/s$  e 10 repetições na velocidade angular de  $180^\circ/s$ , (FORTHOMME et al,2005; ZAPARTIDIS et al, 2007). Entre cada velocidade foi dado um intervalo de 2 minutos de repouso (Figura 7)



**Figura 8:** Avaliação isocinética da articulação do ombro

#### **2.3.4.2. Avaliação do torque concêntrico de flexores e extensores de cotovelo**

O posicionamento para avaliação do torque de flexores e extensores de cotovelo, foi realizado com o atleta sentado na cadeira do dinamômetro isocinético com mesmo ângulo de encosto descrito anteriormente, e estabilizado na cadeira com cintos

colocados sobre o tórax, pelve e braço a ser testado. O eixo mecânico de rotação do dinamômetro foi alinhado com o epicôndilo lateral do úmero. O ombro foi posicionado a 30° no plano da escápula, 30° de abdução no plano frontal, e o antebraço em supinação. O dispositivo para fixação do antebraço foi colocado no terço médio desse segmento, e a aplicação da resistência colocada no terço médio dos metacarpos para que o indivíduo conseguisse segurar a parte distal do dispositivo de resistência (Figura 8). Antes do registro dos dados, o atleta realizou 3 repetições submáximas e uma máxima para a familiarização com cada velocidade testada.



**Figura 9:** Avaliação isocinética da articulação do Cotovelo

O teste propriamente dito constou na avaliação dos movimentos de flexão e extensão do cotovelo nas velocidades angulares de 60°/s (5 repetições) e 180°/s (10 repetições), com a amplitude de movimento entre 20° a 130° de flexão de cotovelo (0° = extensão completa). Entre cada velocidade também foi dado um intervalo de 2 minutos de repouso (El-ASHKER S, CHAABENE H, PRIESKE O. 2022)

#### **2.3.4.3. Avaliação do torque concêntrico de flexores e extensores de punho**

Para a avaliação de flexão e extensão de punho o procedimento foi realizado com o atleta a ser avaliado sentado na cadeira do isocinético, com encosto na mesma posição e estabilizado com cintos na região de tronco e pelve. O membro dominante, na região

do antebraço, foi estabilizado em pronação, com o cotovelo em flexão de 90° e o ombro em posição neutra. O eixo de rotação do punho foi posicionado em direção ao eixo de rotação do dinamômetro, devendo o atleta estar segurando a alça do aparelho (Figura 9). Em seguida ao posicionamento, o atleta realizou 3 repetições submáximas e uma máxima para familiarização. Após a familiarização, ocorreu a avaliação propriamente dita, sendo realizadas 5 repetições de flexão e extensão máximas de punho na velocidade de 45°/s, sendo a amplitude de avaliação inicial de 40° flexão e 20° para extensão, totalizando uma amplitude de 60° (PRANDO et al 2023).



**Figura 10:** Avaliação isocinética da articulação do Punho

## 2.4. Análise dos dados

Para avaliar a influência das variáveis sobre a velocidade de arremesso foi aplicada uma análise de componente principal (PCA – *Principal Component Analysis*). Essa análise foi utilizada para reduzir a dimensionalidade dos dados. Inicialmente foram aplicados os testes KMO (*Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy*) e Bartlett para confirmar se a quantidade amostral era adequada para a análise. Foi encontrado um valor de KMO de 0,79 e um valor de  $p < 0,01$  na análise de Bartlett. Valores acima de 0,60 na análise de KMO e um p-valor significativo ( $p < 0,05$ ) na análise de Bartlett indicam que as variáveis são adequadas para a PCA (TABACHNICK et al,

2013).

### **2.4.1 Preparação dos Dados**

A base de dados foi carregada a partir de uma planilha contendo informações de variáveis biomecânicas relacionadas à velocidade média de arremesso. As variáveis incluíram métricas de trabalho, potência e torque para diferentes articulações (ombro, cotovelo e punho), além da força de preensão manual. As inconsistências nos dados foram tratadas conforme descrito a seguir:

- Substituição de vírgulas por pontos em valores numéricos.
- Remoção de caracteres não numéricos.
- Conversão das variáveis para o formato numérico.

Além disso, os dados foram padronizados usando o método z-score (média = 0, desvio padrão = 1).

### **2.4.2 Realização da PCA**

A PCA foi aplicada utilizando a biblioteca scikit-learn. Foram calculadas as cargas das variáveis em cada componente principal, ou seja, a contribuição de cada variável estudada sobre a velocidade do arremesso. A variância explicada por cada componente foi calculada e visualizada por meio de gráficos.

As variáveis relacionadas ao punho foram analisadas separadamente, para que fosse possível o detalhamento de suas contribuições.

**Tabela 4: Média dos resultados da avaliação de força dos atletas Universitários**

	Média	Desvio padrão
Trabalho Total.Rot.Externa.Ombro.60	110,6167	55,03121
Trabalho Total.Rot.Interna.Ombro.60	188,7639	85,14473
Trabalho Total.Rot.Externa.Ombro.180	117,6528	100,01034
Trabalho Total.Rot.Interna.Ombro.180	249,1694	151,21760
Potência Média.Rot.Externa.Ombro.60	17,3583	7,48257
Potência Média..Rot.interna.Ombro.60	27,6028	11,71918
Potência Média.Rot.Externa.Ombro.180	19,0778	14,98058
Potência Média..Rot.interna.Ombro.180	37,2944	23,91665
Pico de Toque Médio.Rot.Externa.Ombro.60	24,6667	9,40924
Pico de Toque Médio.Rot.Interna.Ombro.60	38,6083	14,93757
Pico de Toque Médio.Rot.Externa.Ombro.180	18,8917	9,33541
Pico de Toque Médio.Rot.Interna.Ombro.180	32,8000	15,04194
Pico de Toque Médio.NORMALIZADO.Rot.Externa.60	32,1062	9,30323
Pico de Toque Médio.NORMALIZADO.Rot.Interna.60	50,2197	14,95226
Pico de Toque Médio.NORMALIZADO.Rot.Externa.180	24,3046	9,92533
Pico de Toque Médio.NORMALIZADO.Rot.Interna.180	42,2538	15,07296
Trabalho Total.Extensão.Cotovelo.60	257,3306	95,90140
Trabalho Total Flexão.Cotovelo.60	270,7444	105,25169
Trabalho Total.Extensão.Cotovelo.180	327,2083	142,78674
Trabalho Total.Flexão.Cotovelo.180	322,1250	157,40921
Potência Média..Extensão.Cotovelo.60	37,6750	56,34835
Potência Média..Flexão.Cotovelo.60	38,2806	55,09138
Potência Média..Extensão.Cotovelo.180	57,1306	79,81346
Potência Média..Flexão.Cotovelo.180	50,7333	62,26889

Pico de Toque Médio.Extensão.Cotovelo.60	35,1861	11,48731
Pico de Toque Médio.Flexão.Cotovelo.60	36,3000	12,57033
Pico de Toque Médio.Extensão.Cotovelo.180	27,2500	11,08305
Pico de Toque Médio.Flexão.Cotovelo.180	27,9611	10,95602
Pico de Toque Médio.NORMALIZADO.Extensão.Cotovelo.60	46,1853	11,31360
Pico de Toque Médio.NORMALIZADO.Flexão.Cotovelo.60	47,2798	11,28305
Pico de Toque Médio.NORMALIZADO.Extensão.Cotovelo.180	35,3955	10,38292
Pico de Toque Médio.NORMALIZADO.Flexão.Cotovelo.180	36,1246	9,84039
Trabalho Total.Extensão.Punho.45	25,3333	13,34757
Trabalho Total.Flexão.Punho.45	83,9250	29,18795
Potência Média..Extensão.Punho.45	3,5028	1,93546
Potência Média..Flexão.Punho.45	11,1028	4,07526
Pico de Toque Médio.Extensão.Punho.45	6,6028	3,12442
Pico de Toque Médio.Flexão.Punho.45	19,8028	6,79283
Pico de Toque Médio.NORMALIZAD.Extensão.Punho.45	8,6326	3,52064
Pico de Toque Médio.NORMALIZAD.Flexão.Punho.45	26,0252	6,79810

**Tabela 5: Média dos resultados da avaliação de força dos atletas Profissionais**

	Média	Desvio padrão
Trabalho Total.Rot.Externa.Ombro.60	106,8120	39,41660
Trabalho Total.Rot.Interna.Ombro.60	198,1920	82,52466
Trabalho Total.Rot.Externa.Ombro.180	129,1560	76,07350
Trabalho Total.Rot.Interna.Ombro.180	270,6360	157,20327
Potência Média..Rot.Externa.Ombro.60	18,0920	7,66409
Potência Média..Rot.interna.Ombro.60	31,6800	14,95814
Potência Média..Rot.Externa.Ombro.180	22,7520	15,05535
Potência Média..Rot.interna.Ombro.180	43,8560	29,77289
Pico de Toque Médio.Rot.Externa.Ombro.60	25,5320	9,87930
Pico de Toque Médio.Rot.Interna.Ombro.60	42,9080	17,31577
Pico de Toque Médio.Rot.Externa.Ombro.180	21,1920	10,00058
Pico de Toque Médio.Rot.Interna.Ombro.180	36,3440	17,10395
Pico de Toque Médio NORMALIZADO.Rot.Externa.60	34,4077	8,35928
Pico de Toque Médio.NORMALIZADO.Rot.Interna.60	58,2267	16,77972
Pico de Toque Médio.NORMALIZADO.Rot.Externa.180	28,1923	9,25319
Pico de Toque Médio.NORMALIZADO.Rot.Interna.180	50,5169	17,52692
Trabalho Total.Extensão.Cotovelo.60	266,6360	113,17141
Trabalho Total.Flexão.Cotovelo.60	290,8280	120,27042
Trabalho Total Extensão.Cotovelo.180	370,6800	176,20388
Trabalho Total Flexão.Cotovelo.180	355,0760	179,85425
Potência Média.Extensão.Cotovelo.60	29,2600	12,68615
Potência Média..Flexão.Cotovelo.60	32,0560	13,95538
Potência Média..Extensão.Cotovelo.180	49,4720	25,57034
Potência Média..Flexão.Cotovelo.180	45,6240	25,47287
Pico de Toque Médio Extensão.Cotovelo.60	35,4080	14,03950
Pico de Toque Médio.Flexão.Cotovelo.60	39,3000	13,43366
Pico de Toque Médio.Extensão.Cotovelo.180	27,9200	11,70552
Pico de Toque Médio.Flexão.Cotovelo.180	29,9120	11,16439

Pico de Toque Médio.NORMALIZADO. Extensão.Cotovelo.60	47,9923	12,93443
Pico de Toque Médio NORMALIZADO.Flexão. Cotovelo.60	53,8059	11,85841
Pico de Toque Médio.NORMALIZADO. Extensão.Cotovelo.180	37,0882	10,97501
Pico de Toque Médio.NORMALIZADO. Flexão.Cotovelo.180	40,5594	10,81910
Trabalho Total.Extensão. Punho.45	25,5520	11,68921
Trabalho Total.Flexão. Punho.45	91,7800	23,22003
Potência Média.Extensão. Punho.45	3,6040	1,70501
Potência Média..Flexão.Punho.45	12,5320	3,82118
Pico de Toque Médio.Punho.45	6,8960	2,68817
Pico de Toque Médio.Punho.45	21,6880	5,70645
Pico de Toque Médio.NORMALIZAD.Extensão.Punho.45	9,2339	2,12222
Pico de Toque Médio.NORMALIZAD. Flexão.Punho.45	29,9635	5,02128
N válido (de lista)		

**Tabela 6: Média dos resultados de força.**

	Média	Desvio padrão
Trabalho Total.Rot. Externa.Ombro.60	109,0574	48,90413
Trabalho Total.Rot. Interna.Ombro.60	192,6279	83,51607
Trabalho Total.Rot. Externa.Ombro.180	122,3672	90,45413
Trabalho Total.Rot. Interna.Ombro.180	257,9672	152,76585
Pico de Toque Médio Ombro.60	17,6590	7,50252
Pico de Toque Médio.Ombro.60	29,2738	13,17955
Pico de Toque Médio.Ombro.180	20,5836	14,99651
Pico de Toque Médio.Ombro.180	39,9836	26,43534
Pico de Toque Médio.Rot. Externa.Ombro.60	25,0213	9,53253
Pico de Toque Médio Rot.Interna. Ombro.60	40,3705	15,95745
Pico de Toque Médio.Rot. Externa.Ombro.180	19,8344	9,59913
Pico de Toque Médio.Rot. Interna.Ombro.180	34,2525	15,87739
Pico de Toque Médio.NORMALIZADO. Rot.Externa.60	33,0494	8,92978
Pico de Toque Médio.NORMALIZADO. Rot.Interna.60	53,5012	16,08741
Pico de Toque Médio.NORMALIZADO. Rot.Externa.180	25,8979	9,76886
Pico de Toque Médio.NORMALIZADO. Rot.Interna.180	45,6403	16,49838
Trabalho Total.Extensão. Cotovelo.60	261,1443	102,51518
Trabalho Total.Flexão. Cotovelo.60	278,9754	111,11837
Trabalho Total.Extensão. Cotovelo.180	345,0246	157,40666
Trabalho Total Flexão.Cotovelo.180	335,6295	166,31190
Potência Média...Extensão.Cotovelo.60	34,2262	43,97671
Potência Média.Flexão.Cotovelo.60	35,7295	43,10314
Potência Média...Extensão.Cotovelo.180	53,9918	63,18151
Potência Média...Flexão.Cotovelo.180	48,6393	50,27715

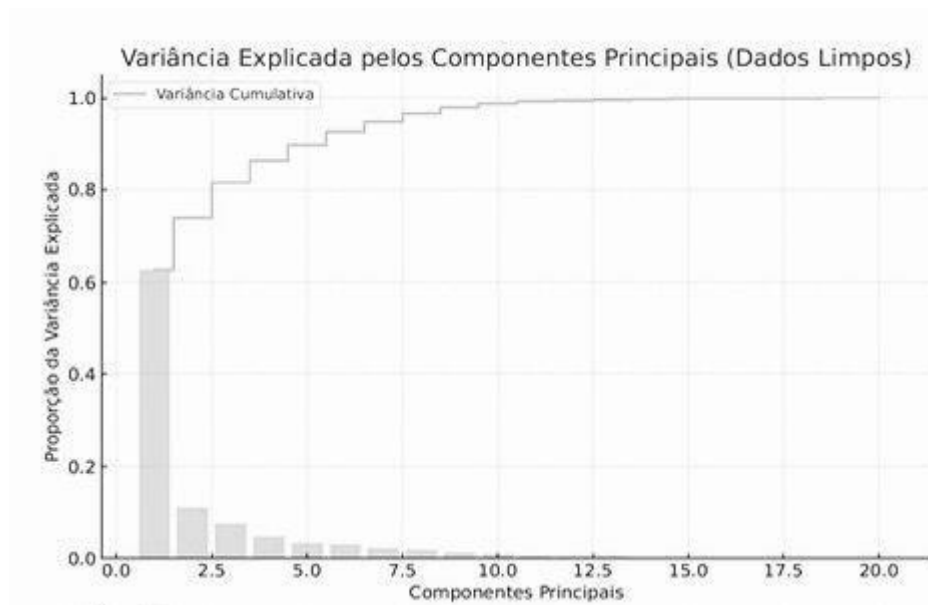
Pico de Toque Médio.Extensão. Cotovelo.60	35,2770	12,48322
Pico de Toque Médio.Flexão. Cotovelo.60	37,5295	12,90631
Pico de Toque Médio.Extensão. Cotovelo.180	27,5246	11,25039
Pico de Toque Médio.Flexão. Cotovelo.180	28,7607	10,99152
Pico de Toque Médio.NORMALIZADO. Extensão.Cotovelo.60	46,9259	11,93264
Pico de Toque Médio.NORMALIZADO. Flexão.Cotovelo.60	49,9544	11,87368
Pico de Toque Médio.NORMALIZADO. Extensão.Cotovelo.180	36,0892	10,57219
Pico de Toque Médio.NORMALIZADO. Flexão.Cotovelo.180	37,9421	10,39921
Trabalho Total Extensão.Punho.45	25,4230	12,59334
Trabalho Total.Flexão.Punho.45	87,1443	26,97783
Potência Média...Extensão.Punho.45	3,5443	1,83044
Potência Média...Flexão.Punho.45	11,6885	4,00384
Pico de Toque Médio.Extensão. Punho.45	6,7230	2,93362
Pico de Toque Médio.Flexão. Punho.45	20,5754	6,38873
Pico de Toque Médio.NORMALIZAD. Extensão.Punho.45	8,8790	3,02007
Pico de Toque Médio.NORMALIZAD. Flexão.Punho.45	27,6393	6,39200
N válido (de lista)		

### 3.RESULTADOS

#### 3.1 Análise da Variância Explicada pelos Componentes Principais

Foram identificadas na análise 3 componentes principais. O componente principal 1, nomeado como CP1, explica a maior parte da variância dos dados, sendo essa de aproximadamente 65% da variância da velocidade de arremesso. Em sequência, o componente principal 2, CP2, e o componente 3 (CP3), tem uma participação menor, mas adicionam 15% da variância, totalizando uma variância cumulativa associada ao modelo de PCA de 80% ao considerarmos os três primeiros componentes. Isso pode ser analisado na curva de variância cumulativa apresentada no gráfico a seguir (Figura 10).

Além disso, é possível observar também a proporção da variância explicada por cada componente principal (CP), sendo que existe estabilização após o componente 4.



**Figura 12:** Variância explicada pelos componentes principais

### 3.2 Cargas dos Componentes Principais

As cargas dos componentes principais (CPs) indicam o grau de associação entre as variáveis originais e os respectivos componentes, sendo valores mais altos, positivos ou negativos, representativos das variáveis que mais contribuem para a variância explicada. Ou seja, o quanto cada variável de cada componente vai explicar a variância da velocidade de arremesso. A seguir, são detalhadas as principais contribuições de cada componente:

#### Componente 1 (CP1)

O CP1 pode ser considerado o determinante, e ele reflete a importância das variáveis associadas ao desempenho do ombro, principalmente trabalho e potência, assim, as variáveis com maior contribuição dentro desse componente foram Potência e Trabalho na Rotação Externa do Ombro (Potência Rotação Externa: 0.25, Trabalho Rotação Externa: 0.23) e na Rotação Interna do Ombro (Trabalho Rotação Interna: 0.26, Potência Rotação Interna: 0.26).

O desempenho das articulações do punho e cotovelo contribuíram, mas em menor intensidade, visto que poucas variáveis relacionadas a essas (trabalho total de flexão e extensão) contribuíram para a velocidade de arremesso da bola na mesma intensidade que as variáveis do ombro.

### **Componente 2 (CP2)**

Nesse componente as variáveis que mais contribuíram para o movimento foram as variáveis relacionadas à articulação do cotovelo, principalmente a potência de extensão (0.56) e de flexão (0,53) do cotovelo

### **Componente 3 (CP3)**

O CP3 representa a menor parcela de contribuição na variabilidade dos dados. Nesse componente foi possível observar a contribuição principalmente dos movimentos de flexão e extensão do punho, sobretudo da média do pico de torque de extensão (0.4) e flexão (0.41).

### **3.3. Avaliação específica das variáveis do punho**

As variáveis relacionadas ao punho foram analisadas separadamente, dado seu papel de estabilização para a mão durante a apreensão da bola, bem como seu papel na execução final do movimento de arremesso. Assim, suas cargas nos componentes principais foram extraídas para detalhamento de suas contribuições na velocidade de arremesso.

Para o CP1 foram encontradas cargas positivas moderadas para todas as variáveis do punho, com maior associação para o trabalho total de flexão (0.253) seguido da potência durante a flexão. Para o CP2 foram encontradas cargas negativas moderadas para o punho, com maior associação para a média dos picos de torque de extensão (-0.242), já para o CP3 foi encontrada carga alta para a média da mesma variável (pico de torque extensão 0.40). Nesse sentido, o punho influenciou, mas não foi determinante para a velocidade do arremesso.

## 4.DISSCUSSÃO

A Análise de Componentes Principais (PCA) realizada neste estudo demonstrouse uma opção eficiente em identificar padrões subjacentes nas variáveis biomecânicas analisadas, simplificando a interpretação dos dados originais. Realizando uma combinação linear das variáveis originais sem excluí-las. Essa distribuição da variância explicada permite a redução da dimensionalidade dos dados sem perda significativa de informações, facilitando interpretações mais claras e objetivas para análises biomecânicas complexas

A maior variabilidade dos dados na análise de PCA, representada por aproximadamente 65% do primeiro componente (CP1), reflete a relevância biomecânica atrelada à potência, trabalho total e torque avaliados principalmente na articulação do ombro. Isso está em consonância com a literatura, já que estudos mostram que durante o arremesso há uma grande demanda do membro superior, com grande destaque para a demanda do ombro que desempenha papel fundamental no gesto esportivo (COOLS et al, 2016; SILVA, 2010). Assim, nossos resultados inferem sobre o desempenho dor ombro ser crítico para maximizar a velocidade do arremesso no handebol. Nesse sentido, intervenções que aumentem a força e potência do ombro devem ser priorizadas para melhorar a velocidade.

É importante destacar ainda que os componentes 2 e 3, adicionados ao componente 1, explicaram cerca de 80% da variância. Assim, nesses componentes, mesmo que em menor intensidade, foi encontrada associação com os movimentos do cotovelo e punho, respectivamente. Nesse sentido poderíamos inferir que as ações do cotovelo e punho sejam complementares, contribuindo para gerar a velocidade durante o arremesso, mas com contribuição nos ajustes do movimento ou em um momento mais final da execução do gesto esportivo. Além disso, é importante destacar que a predominância de cargas positivas, representa uma possível relação sinérgica entre estes grupos musculares, com cada um desempenhando o seu papel específico.

Quando olhamos especificamente para os resultados do CP2, eles estão em consonância com o que é apontado na literatura, que indica a importância da extensão de cotovelo nas atividades de arremesso e tarefas que exigem alavancagem e estabilidade (BORGES *et al.* 2007) Além disso, os valores positivos das cargas desse

componente podem indicar que a articulação desempenha um papel fundamental na transmissão de força nas ações de alta demanda biomecânica.

No entanto, quando a gente olha para os resultados do papel do punho dentro dos componentes, podemos observar que essa articulação contribui, mas não é determinante principal para a velocidade média do arremesso. O CP3 apresentou movimentos relacionados ao punho, destacando-se a potência e o torque gerados nos movimentos de flexão e extensão. Este componente em específico é relevante para atividades que requerem destreza manual e controle fino, como segurar a bola. De acordo com Tossini et (2021) os músculos extensores do punho são fundamentais na estabilização e posicionamento da articulação do punho favorecendo a ação dos músculos flexores durante movimentos de pinça e preensão. Assim, a relevância dessas variáveis reforça a importância de uma análise das articulações menores. Nesse sentido, uma análise do papel do punho em separado sobre a velocidade de arremesso foi realizada, mostrando que nossos resultados estão em consonância com a literatura visto que a partir dos nossos achados podemos inferir que o punho desempenha um papel secundário na velocidade do arremesso, contribuindo para a estabilidade e controle durante o movimento. Além disso, levando em conta o que a coordenação inter segmentar das ações articulares e musculares do tronco e membro superior e, mais especificadamente, entre o ombro e o punho/mão é uma das mais importantes para o sucesso da execução dos movimentos do arremesso (VAN DER TILLAR e ETTEMA, 2004), nossos resultados apontam para um papel do punho de transferência eficiente da potência que foi gerada no ombro e cotovelo, possibilitando a execução do gesto esportivo.

Os resultados apresentados anteriormente indicam a relevância da análise biomecânica da força que contribuem para o desempenho da velocidade de arremesso no tiro de 7 metros, e podem ser de grande valia no desenvolvimento de programas de reabilitação e treinamentos personalizados, que buscam aumentar a força, potência e torque. Mais especificadamente, o desenvolvimento de programas de treinamento focados no ombro (rotação interna e externa) bem como que estabeleçam estratégias de biomecânica que otimizem a transferência de potência durante o arremesso, como uma maior abordagem do punho que o desempenho do punho pode não aumentar diretamente a velocidade média, mas pode contribuir para a consistência e precisão do arremesso.

Embora o presente estudo tenha preenchido lacunas importantes na literatura científica, algumas limitações precisam ser consideradas. A ausência de indicadores relacionados às dimensões técnica, tática e psicológica representa um ponto que poderia contribuir para explicar a variância total do desempenho no handebol, sugerindo possíveis linhas para estudos futuros.

## 5. CONCLUSÕES

Concluimos que a força, potência e torque, especialmente na articulação do ombro, desempenham um papel essencial na maximização da velocidade do arremesso, corroborando achados prévios da literatura. No entanto, a ação conjunta das articulações adjacentes do cotovelo e punho, que, apesar de contribuírem em menor intensidade, desempenham funções críticas na estabilização e ajuste fino do movimento, garantindo eficiência e precisão durante o gesto esportivo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aderinola TB, Younesian H, Goulding C, Whelan D, Caulfield B, Ifrim G. Machine Vision-Enabled Sports Performance Analysis. arXiv. 2023. Available from: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2312.11340>.

Alvarenga CR, et al. Relação entre a força dos músculos rotadores do ombro e a capacidade de ativação do músculo transverso abdominal em atletas de handebol. Rev Bras Cienc Esporte. 2014 Jul;36(3):679-684.

Andres SS de S, Goellner SV. Trajetórias esportivas de jogadoras de handebol e suas narrativas sobre ser profissional da modalidade. Movimento. 2022 Jun 17;24:527-538. Available from: <https://www.scielo.br/j/mov/a/3YtKPQYr7PCbpvDypDfhH8B/abstract/?lang=pt>.

Barbara H. Munro. Statistical methods for health care research. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, Cop; 2005.

Beckham G, Lish S, Keebler L, Longaker C, Disney C, Debeliso M, Adams KJ. The Reliability of the Seated Medicine Ball Throw for Distance. *J Phys Act Res.* 2019 Sep 25;4(2):131-136.

Borges CK, Rodrigues AM, Loss JF, Petersen RDS, Oliveira MA. Efeito da posição da articulação do cotovelo no controle de torque de supinação do antebraço em jovens adultos. *Rev Bras Fisioter.* 2007 Dec;11(6):487-493.

Bragazzi NL, Rouissi M, Hermassi S, Chamari K. Resistance training and handball players' isokinetic, isometric and maximal strength, muscle power and throwing ball velocity: A systematic review and meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2020 Apr 13;17(8):2663.

Braga ES, Cunha FVM. Avaliação dos sintomas osteomusculares em praticantes de handebol de uma faculdade. *Rev Pesq Físio.* 2019 Aug 27;9(3):339-346. Available from: <https://www5.bahiana.edu.br/index.php/fisioterapia/article/view/2427>.

Cools AM, Vanderstukken F, Vereecken F, Duprez M, Heyman K, Goethals N, Johansson F. Eccentric and isometric shoulder rotator cuff strength testing using a hand-held dynamometer: Reference values for overhead athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016 Dec;24(12):3838-3847. doi: 10.1007/s00167-015-3755-9.

Chelly MS, Hermassi S, Shephard RJ. Relationships between power and strength of the upper and lower limb muscles and throwing velocity in male handball players. *J Strength Cond Res.* 2010;24:1480-1487. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181d32fbf.

Degot M, Blache Y, Vigne G, Franger G, Neyton L, Rogowski I. Intra- and intersession reliability and agreement of the unilateral seated shot-put test outcome measures in healthy male athletes. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2021 Jul 6;13(1):40.

Ejnisman B, Andreoli CV, Carrera EF, Abdalla RJ, Cohen M. Lesões músculoesqueléticas no ombro do atleta: mecanismo de lesão, diagnóstico e retorno à prática esportiva. *Rev Bras Ortop.* 2001 Oct;36(10). Available from: <http://www.luzimarteixeira.com.br/wpcontent/uploads/2011/02/ombro-lesoesincidencia-no-esporte-cohen-2001.pdf>.

El-Ashker S, Chaabene H, Prieske O. Maximal isokinetic elbow and knee flexorextensor strength measures in combat sports athletes: The role of movement velocity and limb side. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2022;14(1):40. doi:10.1186/s13102022-00432-2.

Fernandez-Fernandez J, Granacher U, Martinez-Martin I, Garcia-Tormo V, HerreroMolleda A, Barbado D, Garcia-Lopez J. Physical fitness and throwing speed in U13 versus U15 male handball players. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2022 Jun 20;14(1):113. doi:10.1186/s13102-022-00507-0.

Fernandes AA, Marins JCB. Teste de força de preensão manual: análise metodológica e dados normativos em atletas. *Fisioter Mov.* 2011;24(3):567-578.

Fernandez-Fernandez J, Granacher U, Martinez-Martin I, Garcia-Tormo V, HerreroMolleda A, Barbado D, Garcia-Lopez J. Physical fitness and throwing speed in U13 versus U15 male handball players. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2022 Jun 20;14(1):113. doi:10.1186/s13102-022-00507-0.

Forthomme B, et al. Factors correlated with volleyball spike velocity. *Am J Sports Med.* 2005;33(10):1513-1519. doi:10.1177/0363546505274935.

Fradet L, Botcazou M, Durocher C, Cretual A, Multon F, Prioux J, Delamarche P. Do handball throws always exhibit a proximal-to-distal segmental sequence? *J Sports Sci.* 2004 May;22(5):439-447. doi:10.1080/02640410310001641647.

Fritz B, et al. Sports imaging of team handball injuries. *Semin Musculoskelet Radiol.* 2020;24(3):227-245. doi:10.1055/s-0040-1710064.

García JA, Menayo R, De Val P. Speed-accuracy trade-off in 7-meter throw in handball with real constraints: Goalkeeper and the level of expertise. *J Phys Educ Sports.* 2017;17:879-883. doi:10.7752/jpes.2017.02134.

García JA, Sabido R, Barbado D, Moreno FJ. Analysis of the relation between throwing speed and throwing accuracy in team-handball according to instruction. *Eur J Sport Sci.* 2013 Mar;13(2):149-154.

Giroto N, Hespanhol Junior LC, Gomes MRC, Lopes AD. Incidence and risk factors of injuries in Brazilian elite handball players: A prospective cohort study. *Scand J Med Sci Sports.* 2015;27(2):195-202.

Gromer M, Koester D, Schack T. Gender differences in motor skills of the overarm throw. *Front Psychol.* 2017;6:212. doi:10.3389/fpsyg.2017.00212.

Gorostiaga EM, Granados C, Ibáñez J, Izquierdo M. Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur male handball players. *Int J Sports Med.* 2005;26(3):225-232. doi:10.1055/s-2004-820974.

Hesphahol Junior LC, et al. Principais gestos esportivos executados por jogadores de handebol. *Rev Bras Cienc Esporte.* 2012 Sep;34(3):727-739.

Higashi RH, et al. Lesões musculoesqueléticas em jovens atletas de handebol: um estudo transversal. *Fisioter Pesq.* 2015 Mar;22(1):84-89.

International Handball Federation (IHF). Member Federations.  
Available from: <https://www.ihf.info/member-federations>.

Kayhan RF, Terzi E, Bayrakdaroğlu S, Ceylan HI, Biyikli T. Isometric Shoulder and Hip Strength Impact on Throwing Velocity and Reactive Strength. *Int J Sports Med.* 2024 Jul 31;45(14):1055–1065.

Koo TK, Li MY. A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *J Chiropr Med.* 2016 Jun;15(2):155–163.

Kottner J, Audigé L, Brorson S, Donner A, Gajewski BJ, Hróbjartsson A, Roberts C, Shoukri M, Streiner DL. Guidelines for reporting reliability and agreement studies (GRRAS) were proposed. *J Clin Epidemiol*. 2011 Jan;64(1):96–106.

Langevoort G, Myklebust G, Dvorak J, Junge A. Handball injuries during major international tournaments. *Scand J Med Sci Sports*. 2007 Aug;17(4):400-407. doi:10.1111/j.1600838.2006.00587.x.

Leite MAF de J, Sasaki JE, Lourenço CLM, Zanetti HR, Cruz LG, Mota GR da, Mendes EL. Arremesso de medicine ball prediz potência de membro superior em jogadores de rugby sevens. *Braz J Kinanthropometry Hum Perform*. 2016 May 23;18(2):166.

Junior JEP da S, de Carvalho CLT, de Almeida AG. Confiabilidade de um método simples para mensuração da velocidade da bola no arremesso do handebol. *Rev Bras Esporte Coletivo*. 2019 Apr 22;3(1).

Montes FA, et al. Análise tridimensional do arremesso com apoio no handebol. *Rev Unopar Cient Cienc Biol Saude*. 2012;14(1):5-8.

Marques MC, et al. The effect of training on the performance of handball players. *J Sports Sci Med*. 2007;6(4):505-510.

Moller M, et al. Performance evaluation of handball players: Biomechanical considerations. *Eur J Sport Sci*. 2012;12(3):125-133.

Niederbrancht YB, et al. Effects of a shoulder injury prevention strength training program on eccentric external rotator muscle strength and glenohumeral joint imbalance in female overhead activity athletes. *J Strength Cond Res*. 2008;22(1):140-145. doi:10.1519/JSC.0b013e31815f5634.

Nikolaidis PT, Ingebrigtsen J. Physical and physiological characteristics of elite male handball players from teams with a different ranking. *J Hum Kinet*. 2013;38:115-124. doi:10.2478/hukin-2013-0051.

Nussenzveig HM. *Curso de Física Básica*. 1st ed. São Paulo: Blucher; 2018.

Paraskevopoulos E, Pamboris GM, Plakoutsis G, Papandreou M. Reliability and measurement error of tests used for the assessment of throwing performance in overhead athletes: A systematic review. *J Bodyw Mov Ther*. 2023 Jul;35:284-297. doi:10.1016/j.jbmt.2023.04.042.

Ortega-Becerra M, et al. Determinant factors of physical performance and specific throwing in handball players of different ages. *J Strength Cond Res*. 2018;32(6):1778–1786. doi:10.1519/JSC.000000000002050.

Paraskevopoulos E, Pamboris GM, Plakoutsis G, Papandreou M. Reliability and measurement error of tests used for the assessment of throwing performance in overhead athletes: A systematic review. *J Bodywork Mov Ther*. 2023 Jul;35:284–297.

Polit DF, Beck CT. *Statistical Methods for Health Care Research*. 1st ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2004.

Prando BC, et al. Test-retest reliability of isometric and isokinetic wrist strength. *J Orthop Sci*. 2023;28(1):138-142. doi:10.1016/j.jos.2021.09.011.

Rios LLJC, Cuevas-Aburto J, Martínez-García D, Ulloa-Díaz D, Andres O, Martín IM, Ramos AG. Reliability of throwing velocity during non-specific and specific handball throwing tests. *Int J Sports Med*. 2020 Oct 30;42(9):825-832.

Rivilla-García J, Grande I, Sampedro J, Van R. Influence of opposition on ball velocity in the handball jump throw. *PubMed*. 2011 Jan 1;10(3).

Rousanoglu EN, et al. Self-paced and temporally constrained throwing performance by team-handball experts and novices without foreknowledge of target position. *J Sports Sci Med*. 2015;14:41-46.

Roughlan LT, et al. Neuromuscular fatigue and recovery in elite female handball players. *Scand J Med Sci Sports*. 2006;16(4):267–273.

Silva RT da. Lesões no membro superior do esporte. *Rev Bras Ortop*. 2010;45(2):122–131.

Silva FF da, et al. Correlação entre a dinamometria e teste funcional em atletas de handebol. *Rev Bras Med Esporte*. 2014;20(3):172–175. doi:10.1590/1517-86922014200301872.

Tabachnick BG, Fidell LS, Ullman JB. *Using multivariate statistics*. 6th ed. Boston, MA: Pearson; 2013. p. 497-516.

Terwee CB, Bot SDM, de Boer MR, van der Windt DAWM, Knol DL, Dekker J, et al. Quality criteria were proposed for measurement properties of health status questionnaires. *J Clin Epidemiol*. 2007;60(1):34-42. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17161752>

Tossini NB, Lessi GC, Simões Zacharias AL, Corrêa ES, Seraphim Abrantes LS, Mendes da Silva Serrão PR. Impairment of electrical activation of wrist flexor and extensor muscles during gripping and functional activities in the early stage of hand osteoarthritis: A cross-sectional study. *J Hand Ther*. 2021 Jan-Mar;34(1):109-115. doi: 10.1016/j.jht.2019.12.010. Epub 2020 Mar 7. PMID: 32156575.

Torabi TP, et al. Comparison of shoulder kinematics and muscle activation of female elite handball players with and without pain—An explorative cross-sectional study. *Front Sports Active Living*. 2022;4:868263. doi:10.3389/fspor.2022.868263.

Urbán T, Gutiérrez O, Moreno FJ. Effects of unstable conditions on kinematics and performance variables in young handball players. *J Hum Kinet*. 2015;46:39-48. doi:10.1515/hukin-2015-0032.

Van den Tillaar R, Ettema G. A force-velocity relationship and coordination patterns in overarm throwing. *J Sports Sci Med*. 2004;3:211-219.

Van den Tillaar R, Ettema G. A three-dimensional analysis of overarm throwing in experienced handball players. *J Appl Biomech*. 2007;23:12-19. doi:10.1123/jab.23.1.12.

Van den Tillaar R, Marques MC. Reliability of seated and standing throwing velocity using differently weighted medicine balls. *J Strength Cond Res*. 2013;27(5):1234-1238. Available from: <https://journals.lww.com>

Verlinck KA, Stadtlober AF, Leite T, Dorst LM, Dorst DGB. Kinematics analysis of suspension throwing in handball. *FIEP Bull*. 2014;84(Special Edition):Article I.

Vossen JF, Kramer JE, Burke DG, Vossen DP. Comparison of dynamic push-up training and plyometric push-up training on upper-body power and strength. *J Strength Cond Res*. 2000;14(3):248-253.

Wagner H, Finkenzeller T, Würth S, von Duillard. Individual and team performance in teamhandball: a review. *J Sports Sci Med*. 2014;13(4):808. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4234950/>

Wagner H, et al. Performance and kinematics of various throwing techniques in teamhandball. *J Sports Sci Med*. 2011;10:73-80.

Zapartidis I, et al. Throwing effectiveness and rotational strength of the shoulder in team handball. *J Sports Med Phys Fitness*. 2007;47:169-178.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados da presente dissertação demonstraram que é possível avaliar a velocidade de arremesso de atletas de handebol utilizando equipamentos de baixo custo, com excelente confiabilidade inter-avaliadores, garantindo a viabilidade do método em contextos esportivos diversos. Nesse sentido, o método proposto representa uma solução prática e de baixo custo, com potencial para ser aplicado em diversos contextos esportivos, oferecendo novas oportunidades de avaliação com maior acessibilidade

Além disso, a análise no dinamômetro Biodex System 4, identificou que trabalho total, potência e torque, especialmente na articulação do ombro, desempenham um papel essencial na maximização da velocidade do arremesso, corroborando achados prévios da literatura. A aplicação da Análise de Componentes Principais (PCA) permitiu identificar padrões biomecânicos relevantes, explicando cerca de 80% da variância total das variáveis analisadas. A predominância do ombro no primeiro componente (CP1) reforça a necessidade de intervenções específicas para fortalecimento e aprimoramento do desempenho dessa articulação. O estudo também revelou a importância conjunta das articulações adjacentes do cotovelo e punho, que, apesar de contribuírem em menor intensidade, desempenham funções críticas na estabilização e ajuste fino do movimento, garantindo eficiência e precisão durante o gesto esportivo. Nesse sentido, os achados destacam a importância de programas de treinamento e reabilitação que promovam a coordenação intersegmentar entre ombro, cotovelo e punho, otimizando a transferência de potência e permitindo um maior desempenho durante o arremesso.

## Apêndice 1

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

**(Resolução no 466/2012)**

Pesquisadores responsáveis: Profa. Dra. Paula Regina Mendes da Silva Serrão (paula.serrao@ufscar.br); Victor Carvalho Machado Coelho (vcoelho@estudante.ufscar.br)  
Fone: (41)99795-2485

#### **RELAÇÃO DOS FATORES BIOPSISSOCIAIS NO DESEMPENHO FUNCIONAL DE MEMBROS SUPERIORES DE ATLETAS DE HANDEBOL**

O (a) Senhor (a) está sendo convidado (a) para participar da pesquisa “Relação dos fatores biopsicossociais no desempenho funcional de membros superiores de atletas de handebol”

O objetivo da pesquisa é analisar a relação entre os fatores biopsicossociais e o desempenho funcional de atletas de handebol de São Carlos. Para isso será avaliado pontos físicos, psicológicos e sociais de atletas do sexo feminino e masculino de handebol. A pesquisa é importante pois ainda não existe relação entres estes três fatores juntos no desempenho de atletas de handebol. É importante lembrar que sua participação é voluntária, ou seja, a qualquer momento você pode desistir de participar, retirar seu consentimento e sua desistência não comprometerá seu vínculo com a instituição e com os pesquisadores.

A coleta de dados será realizada em dois dias de avaliação no Laboratório de Pesquisa em Reumatologia e Reabilitação da Mão – LAPREM, localizado departamento de fisioterapia da UFSCar. No primeiro dia, você responderá alguns questionários: iniciando pelo Questionário Semi-estruturado (Avaliará questões objetivas e discursivas incluindo: tempo de prática esportiva, frequência semanal e horas por dia, volume de treino, orientação profissional, se realiza outra atividade física e o seu tempo praticado, prevalência e tipos de lesões, tipo de tratamento, alongamento e aquecimento); Questionário Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand -DASH (questionário avaliará a incapacidade relacionada ao ombro, antebraço e mão em atividades de vida diária, profissional, lazer e esporte); Questionário de qualidade de vida do atleta - QQVA (avaliará os fatores determinantes para a qualidade de vida específica dos atletas nas dimensões cognitivas, emocionais e comportamentais, de socialização e percepção de saúde); Questionário de Burnout em Atletas - ABQ (Será avaliado

os níveis de esgotamento dos atletas em 3 dimensões, sendo elas, Exaustão emocional/física; Realização pessoal reduzida e Desvalorização da prática desportiva); Questionário Perceived Motivational Climate In Sport Questionnaire-2 - PMCSQ-2 (Será avaliado os aspectos sociais do atleta, quanto ao clima motivacional, orientação a tarefa e orientação ao ego); Escala de Ansiedade Traço Competitivo – SCAT – (um instrumento específico de ansiedade para o desporto que, por meio do autorrelato, é capaz de rastrear como o traço de ansiedade competitiva pode influenciar na performance do atleta); O tempo de resposta destes questionários são de aproximadamente 40 minutos. Em seguida voce irá realizar testes funcionais: Seated medicine ball - MBT (Teste em que deve se arremessar com os dois braços uma bola de 3kg o mais longe possível); The Unilateral Seated Shot-Put Test - USSPT (Teste semelhante ao interior, no entanto o arremesso da bola será realizado apenas com um braço); Avaliação da velocidade de arremesso (Será avaliado a velocidade que a bola atinge no arremesso de 7 metros e será filmado para melhor análise da amostra) totalizando 1 hora e 20 minutos de avaliação no primeiro dia.

No segundo dia de avaliação será realizado os testes de força, descritos como: Avaliação da força de preensão manual (Será utilizado um equipamento nomeado dinamômetro Jamar®, que avaliará a força de preensão manual em quilogramas); Avaliação de força de ombro, cotovelo e punho (Será avaliado a força nos movimentos de rotação interna e externa de ombro, flexão e extensão de cotovelo e punho no equipamento isocinético Biodex System 4 Pro), caracterizando o segundo dia de avaliação em 1 hora.

Após o segundo dia de avaliação você receberá um laudo contendo o desempenho durante os testes. Caso a pontuação do questionário de ansiedade e depressão, apresente alguma dessas condições, você poderá ser encaminhado ao atendimento psicológico.

Todos os dados coletados (questionários e testes funcionais) serão mantidos em sigilo e segurança. Em todas as etapas da pesquisa você estará acompanhado (a) de um(a) pesquisador (a), para garantir sua segurança de sigilo de dados e para caso tenha alguma intercorrência durante a pesquisa, você será acompanhado (a) pelo pesquisador até a resolução. Importante ressaltar, que todos os dados serão armazenados em um Hd externo, para melhor segurança dos dados coletados.

Os possíveis riscos durante a pesquisa será o provável cansaço em responder cinco questionários e/ou algum desconforto relacionado a perguntas que poderão remeter a lembranças/emoções/constrangimentos. Em relação aos testes funcionais, pode ser que ocorra desconforto relacionado à dificuldade de realizar o teste, este risco será minimizado com tentativas de familiarização pré avaliação; pode ser que ocorra desconforto relacionado ao

cansaço após a realização das avaliações, este risco será minimizado com períodos de descanso entre cada série de avaliação e entre cada avaliação.

Os benefícios da pesquisa estão relacionados a uma ficha com os resultados das avaliações que serão retornados a você após os dois dias que podem servir como pontos para o treinamento. E indiretamente, os benefícios serão relacionados a valores de referência que vão auxiliar a prática clínica e a pesquisa.

Durante a participação da pesquisa você não terá nenhum custo ou compensação financeira, mas todas as despesas vinculadas à pesquisa como o transporte e alimentação serão financiadas pelos pesquisadores. Além disso, você terá direito a indenização, caso seja comprovado algum dano decorrente diretamente da pesquisa, segundo a resolução 466/12 do CNS.

Você assinará duas vias deste termo, uma via ficará com você e uma com o pesquisador. No final do termo consta o telefone e o endereço da pesquisadora principal, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento. Recomendamos que você guarde esse documento.

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFSCar (CEP), que, vinculado à Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), tem a responsabilidade de garantir e fiscalizar que todas as pesquisas científicas com seres humanos obedeçam às normas éticas do País, e que os participantes de pesquisa tenham todos os seus direitos respeitados. O CEP-UFSCar funciona na Pró-Reitoria de Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos, localizada na Rodovia Washington Luiz, Km. 235 - Caixa Postal 676 – CEP 13.565-905 - São Carlos - SP - Brasil. Fone (16) 3351-9685. Endereço eletrônico: cephumanos@ufscar.br

**Dados do pesquisador para contato**

Nome: Victor Carvalho Machado Coelho E-mail: vcoelho@estudante.ufscar.br

Nº celular: (41)99795-2485

Endereço: Rod. Washington Luiz, Km. 235, São Carlos – SP - CEP: 13565-905 Tel:  
(16) 3351-8704

Profa Dra. Paula Regina Mendes da Silva Serrão E-mail: paula.serrao@ufscar.br

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar. Eu aceitei participar deste estudo por livre e espontânea vontade, porém minha desistência não comprometerá o vínculo com a instituição e com os pesquisadores. Entendo que este documento é feito em duas vias: uma para o pesquisador e outra para o participante, portanto, é meu direito manter uma via deste consentimento assinado e rubricado.

São Carlos, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Assinatura do participante

\_\_\_\_\_

Assinatura do pesquisador

## Apêndice 2

### TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA USO DE VOZ E/OU IMAGEM

Eu, \_\_\_\_\_, de posse do TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO da pesquisa intitulada **RELAÇÃO DOS FATORES BIOPSISSOCIAIS NO DESEMPENHO FUNCIONAL DE MEMBROS SUPERIORES DE ATLETAS DE HANDEBOL**, após ter ciência e entendimento quanto aos (i) riscos e benefícios que essa pesquisa poderá trazer e (ii) métodos que serão usados para a coleta de dados; e por estar ciente da necessidade da filmagem, AUTORIZO, por meio deste termo, que os pesquisadores Victor Carvalho Machado Coelho e Guilherme Horta Vignetti, capturem fotografia e filmagem para fins EXCLUSIVOS da referida pesquisa científica e com a condição de que esse material, na sua forma original, não seja divulgado. Nessas condições, apenas o material derivado do original poderá, nos termos desta autorização, ser divulgado em meios científicos, tais como, teses, dissertações, trabalhos de conclusão de curso, artigos em periódicos, congressos e simpósios ou outros eventos de caráter científico-tecnológico – no sentido de preservar o meu direito ao ANONIMATO e demais direitos, como definido na regulamentação ética da pesquisa envolvendo seres humanos no Brasil.

As fotografias e filmagens ficarão sob a propriedade e a guarda do pesquisador responsável pela pesquisa Victor Carvalho Machado Coelho. Terão acesso aos arquivos: Victor Carvalho Machado Coelho (Aluno de mestrado), Guilherme Horta Vignetti (Aluno de graduação), Paula Regina Mendes da Silva Serrão (Orientadora)

Esta AUTORIZAÇÃO foi concedida mediante o compromisso do(s) pesquisador(es) citados em garantir-me que:

1. a transcrição da gravação de minha voz me seja disponibilizada, caso a solicite;
2. os dados coletados serão usados exclusivamente para gerar informações para a pesquisa aqui tratada e outras publicações científicas dela decorrentes;
3. a minha identificação não será revelada em nenhuma das vias de publicação científica das informações geradas pela pesquisa;
4. a utilização das informações geradas pela pesquisa para qualquer outra finalidade não especificada no TCLE somente poderá ser feita mediante minha autorização;
5. os dados coletados serão armazenados por 5 (cinco) anos, sob a responsabilidade do(s) pesquisador(es) responsável(véis) pela pesquisa; e, após esse período, serão destruídos;
6. a interrupção de minha participação na pesquisa poderá ser feita a qualquer momento, sem nenhum ônus, mediante mera comunicação ao(à) pesquisador(a) responsável, que,

nesse caso, deverá providenciar a devolução (e adoção de medidas condizentes com essa situação) do material relacionado a esta autorização.

Valido esta autorização assinando e rubricando este documento em duas vias de igual teor e forma, ficando uma em minha posse.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_, \_\_\_\_

Local e data

\_\_\_\_\_

Nome completo do Participante da Pesquisa

\_\_\_\_\_

Assinatura do Participante da Pesquisa

\_\_\_\_\_

Nome e Rubrica do Pesquisador Responsável

## Apêndice 3

### QUESTIONÁRIO SEMIESTRUTURADO PARA AVALIAÇÃO DE JOGADORES DE HANDEBOL

DATA DE APLICAÇÃO DESTE QUESTIONÁRIO \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

AVALIADOR : \_\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_ Telefone: ( ) \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_ Estatura: \_\_\_\_\_ Massa corporal: \_\_\_\_\_ IMC: \_\_\_\_\_

Escolaridade: ( ) Ensino Fundamental Completo ( ) Ensino Fundamental Incompleto ( )

Ensino Médio Completo ( ) Ensino Médio Incompleto ( ) Ensino Superior Completo ( ) Ensino

Superior Incompleto

Fuma? ( ) Sim. ( ) Não. Faz consumo de bebidas alcoólicas? ( ) Sim ( ) Não.

Faz uso de outras drogas? ( ) Sim ( ) Não. Se sim, quais? \_\_\_\_\_ Faz  
uso de medicação? ( ) Sim ( ) Não.

Faz uso de anticoncepcional? ( ) Sim ( ) Não.

Período do ciclo menstrual? \_\_\_\_\_

Há quanto tempo pratica o handebol? \_\_\_\_\_ Categoria: ( ) Amador ( ) Profissional ( )  
Semiprofissional

Em qual posição iniciou no esporte:

( ) Goleiro ( ) Ponta Direita ( ) Ponta Esquerda ( ) Armação Direita ( ) Armação Esquerda ( )  
Armação central ( ) Pivô.

Posição Atual:

( ) Goleiro ( ) Ponta Direita ( ) Ponta Esquerda ( ) Armação Direita ( ) Armação Esquerda ( )  
Armação central ( ) Pivô.

Dominância: ( ) Destro ( ) Canhoto ( ) Ambidestro

Frequência semanal de treinos: \_\_\_\_\_ (nº de dias por semana) e Horas de prática por dia:  
\_\_\_\_\_

Você treina:

( ) sem orientação de um técnico/educador físico

( ) eventualmente, com orientação de um técnico/educador físico

( ) sempre com orientação de um técnico/educador físico

Frequência mensal de jogos competitivos: \_\_\_\_\_ Time: \_\_\_\_\_

Pratica alguma atividade física além do handebol? ( ) Sim ( ) Não. Se sim, qual?  
\_\_\_\_\_

Faz uso de equipamentos protetores?  Não  Sim.

Qual/Quais? \_\_\_\_\_

Realiza \*aquecimento antes do handebol?  Sim  Não

\*Entende-se por aquecimento exercício não estático com duração mínima de 6 minutos.

<b>*Aquecimento geral</b>	<b>Tempo</b>
<input type="checkbox"/> corrida	<input type="checkbox"/> 6 min <input type="checkbox"/> 20 min <input type="checkbox"/> 30 min ou mais
<input type="checkbox"/> bicicleta	<input type="checkbox"/> 6 min <input type="checkbox"/> 20 min <input type="checkbox"/> 30 min ou mais

<input type="checkbox"/> caminhada	<input type="checkbox"/> 6 min <input type="checkbox"/> 20 min <input type="checkbox"/> 30 min ou mais
<input type="checkbox"/> salto	<input type="checkbox"/> 6 min <input type="checkbox"/> 20 min <input type="checkbox"/> 30 min ou mais
<input type="checkbox"/> Mobilizações ativas	<input type="checkbox"/> 6 min <input type="checkbox"/> 20 min <input type="checkbox"/> 30 min ou mais

Realiza \*alongamento antes e/ou depois do handebol?  Sim (assinalar abaixo)  Não.

\*Entende-se por alongamento estender um músculo por no mínimo 20 segundos de forma estática.

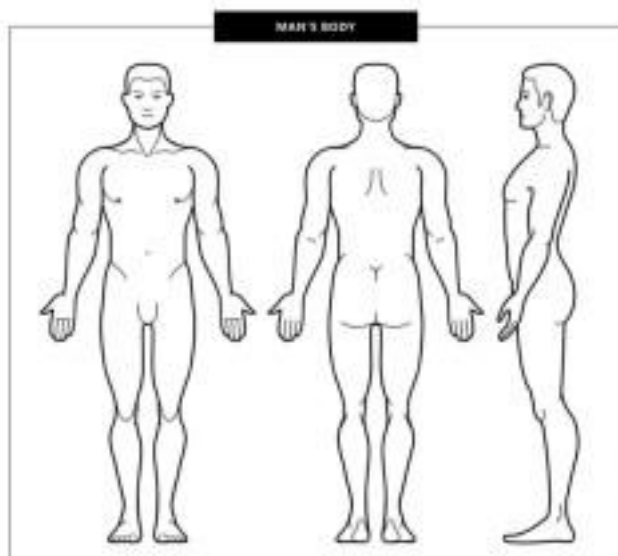
	<b>*Alongamento (antes)</b>	<b>Número de repetições</b>	<b>Nenhum (antes)</b>	<b>*Alongamento (depois)</b>	<b>No. De repetições</b>	<b>Nenhum (depois)</b>
<b>Pescoço</b>	<input type="checkbox"/> 10s; <input type="checkbox"/> 20s; <input type="checkbox"/> 30s ou mais	<input type="checkbox"/> 1X <input type="checkbox"/> 2X <input type="checkbox"/> 3X ou mais		<input type="checkbox"/> 10s; <input type="checkbox"/> 20s; <input type="checkbox"/> 30s ou mais	<input type="checkbox"/> 1X <input type="checkbox"/> 2X <input type="checkbox"/> 3X ou mais	
<b>Tronco</b>	<input type="checkbox"/> 10s; <input type="checkbox"/> 20s; <input type="checkbox"/> 30s ou mais	<input type="checkbox"/> 1X <input type="checkbox"/> 2X <input type="checkbox"/> 3X ou mais		<input type="checkbox"/> 10s; <input type="checkbox"/> 20s; <input type="checkbox"/> 30s ou mais	<input type="checkbox"/> 1X <input type="checkbox"/> 2X <input type="checkbox"/> 3X ou mais	
<b>Braços</b>	<input type="checkbox"/> 10s; <input type="checkbox"/> 20s; <input type="checkbox"/> 30s ou mais	<input type="checkbox"/> 1X <input type="checkbox"/> 2X <input type="checkbox"/> 3X ou mais		<input type="checkbox"/> 10s; <input type="checkbox"/> 20s; <input type="checkbox"/> 30s ou mais	<input type="checkbox"/> 1X <input type="checkbox"/> 2X <input type="checkbox"/> 3X ou mais	
<b>Pernas</b>	<input type="checkbox"/> 10s; <input type="checkbox"/> 20s; <input type="checkbox"/> 30s ou mais	<input type="checkbox"/> 1X <input type="checkbox"/> 2X <input type="checkbox"/> 3X ou mais		<input type="checkbox"/> 10s; <input type="checkbox"/> 20s; <input type="checkbox"/> 30s ou mais	<input type="checkbox"/> 1X <input type="checkbox"/> 2X <input type="checkbox"/> 3X ou mais	

A maior parte de suas lesões ocorreu no 1º ou no 2º tempo da competição ou treinamento?  1º tempo  2º tempo

Treinamento

Regiões Anatômicas:	1-Número de vezes que lesou	2-Tipos de lesões	3- Qual foi a causa?	4- Essa lesão ocorreu durante:	5 - Houve afastamento? Se sim, quanto tempo?


**QUADRO 1: LOCALIZAÇÃO E TIPOS DAS LESÕES. RESPONDER AS QUESTÕES 2, 3 E 4 DE ACORDO COM A LEGENDA.**



**LEGENDA:**

2 - Tipos de lesões	3 - Qual foi a causa?	4 - Essa lesão ocorreu durante:
---------------------	-----------------------	---------------------------------

<p>1-Lesão Muscular (distensão e/ou contusão)</p> <p>2- Fratura (quebra de ossos)</p> <p>3-Luxação (deslocar articulação)</p> <p>4-Entorse (torção da articulação)</p> <p>5-Tendínea ou ligamentar (ruptura ou lesão parcial)</p> <p>6-Concussões (batida na cabeça com alteração</p>	<p>1- Defesa de arremesso (goleiro)</p> <p>2- Realizar bloqueio (defesa)</p> <p>3- Passar ou Receber a bola</p> <p>4- Receber bloqueio (ataque)</p> <p>5- Corrida durante a jogada</p> <p>6- Contato direto durante jogadas</p> <p>7- Aterrissagem sem</p>	<p>1-Treinamento</p> <p>2-Campeonato</p> <p>3- Amistoso</p> <p>4-Outros</p> <p>Especificar: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>neuroológica de curta duração)</p> <p>7- Outros</p> <p>Especificar: _____</p> <p>_____</p>	<p>contato</p> <p>8- Aterrissagem com contato</p> <p>9- Excesso de treino</p> <p>10- Outros.</p> <p>Especificar: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>_____</p>