

MINISTÉRIO DA DEFESA  
EXÉRCITO BRASILEIRO  
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO E CULTURA DO EXÉRCITO  
CENTRO DE CAPACITAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO

## CURSO DE INSTRUTOR DE EDUCAÇÃO FÍSICA

ALUNO: **Blener** da Silva Ferreira – 1º Ten

ORIENTADOR: Maria Claudia Pereira Nunes da Cunha – Profª Drª

CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS DE DINAMOMETRIA ISOCINÉTICA  
DE ROTADORES DE OMBRO E O DESEMPENHO NA PROVA DE  
LANÇAMENTO DE GRANADAS EM ATLETAS DE PENTATLO MILITAR

Rio de Janeiro - RJ

2019

ALUNO: **Blener** da Silva Ferreira – 1º Tenente

CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS DE DINAMOMETRIA ISOCINÉTICA  
DE ROTADORES DE OMBRO E O DESEMPENHO NA PROVA DE  
LANÇAMENTO DE GRANADAS EM ATLETAS DE PENTATLO MILITAR

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
como requisito parcial para conclusão da  
graduação em Educação Física do Exército.

ORIENTADOR: Maria Claudia Pereira  
Nunes da Cunha – Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup>

Rio de Janeiro – RJ  
2019

MINISTÉRIO DA DEFESA  
EXÉRCITO BRASILEIRO  
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO E CULTURA DO EXÉRCITO  
CENTRO DE CAPACITAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO

ALUNO: **Blener** da Silva Ferreira – 1º Tenente

TÍTULO: CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS DE DINAMOMETRIA ISOCINÉTICA DE ROTADORES DE OMBRO E O DESEMPENHO NA PROVA DE LANÇAMENTO DE GRANADAS EM ATLETAS DE PENTATLO MILITAR.

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aprovado em \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019.

Banca de avaliação

---

Profª Drª Maria Cláudia Pereira Nunes da Cunha  
Avaliador

---

Profª Drª Cláudia de Melo Meirelles  
Avaliador

---

Profª Drª Miriam Raquel Meira Mainent  
Avaliador

FERREIRA, Blener da Silva. Correlação entre variáveis de dinamometria isocinética de rotadores de ombro e o desempenho na prova de lançamento de granadas em atletas de pentatlo militar. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Educação Física). Escola de Educação Física do Exército. Rio de Janeiro – RJ, 2019.

## RESUMO

**INTRODUÇÃO:** Esportes que utilizam lançamento sobre a cabeça costumam sobrecarregar os músculos rotadores de ombro. No entanto, não foram encontrados estudos que tenham avaliado variáveis de dinamometria isocinética na população de atletas de pentatlo militar bem como buscado correlacionar tais resultados com o desempenho em alguma das provas da modalidade. Portanto, o objetivo do estudo foi verificar a correlação entre variáveis de dinamometria isocinética de rotadores de ombro e o desempenho na prova de lançamento de granadas em atletas de pentatlo militar. **MÉTODOS:** Participaram do estudo oito jovens atletas da equipe brasileira masculina de pentatlo militar da Comissão de Desportos do Exército (idade:  $26,5 \pm 2,2$  anos; massa:  $73,3 \pm 2,9$  kg; estatura:  $180,1 \pm 6,9$  cm). Todos os participantes foram submetidos à avaliação do pico de torque do membro dominante em dinamômetro isocinético *Biodex System 4 Pro* (*Biodex Medical System, Inc.*, EUA). O protocolo de teste consistiu em cinco repetições concêntricas/concêntricas de rotadores externos e internos de ombro a  $60^\circ/s$  e a  $120^\circ/s$ . Foi respeitado o intervalo de um minuto entre as repetições e a ordem das velocidades foi contrabalanceada. Os voluntários também realizaram uma prova simulada de lançamento de granadas para obtenção da distância máxima. Todas as variáveis de dinamometria isocinética estudadas foram correlacionadas à distância máxima na prova de lançamento de granadas utilizando a Correlação de Pearson. O nível de significância adotado foi de 5%. **RESULTADOS:** Não foram encontradas correlações significantes entre as variáveis biomecânicas de dinamometria estudadas e distância máxima no lançamento de granadas para atletas de pentatlo militar. **CONCLUSÃO:** Os atletas apresentaram elevada força muscular de rotadores internos e externos de ombro e um bom equilíbrio muscular para essa articulação. No entanto, não foi verificada qualquer correlação para todas as variáveis estudadas.

**Palavras-chave:** articulação glenoumeral; dinamômetro; manguito rotador; pico de torque; trabalho total.

FERREIRA, Blener da Silva. Relationship between shoulder rotator isokinetic dynamometry variables and the performance of grenade throwing in military pentathlon athletes. Course Conclusion Paper (BS in Physical Education). Physical Education College of the Brazilian Army. Rio de Janeiro - RJ, 2019.

## ABSTRACT

**INTRODUCTION:** Sports that use overhead throws tend to overload the shoulder rotator muscles. However, no studies were found evaluating variables of isokinetic dynamometry in the military pentathlon athlete's population trying to correlate these results with the performance in any of the pentathlon's events. Therefore, the aim of this study was to verify the correlation between shoulder rotator isokinetic dynamometry variables and the performance of distance throwing in military pentathlon athletes. **METHODS:** Eight young athletes from the Brazil's Male Team of Military Pentathlon participated in the study (age:  $26.5 \pm 2.2$  years; mass:  $73.3 \pm 2.9$  kg; height:  $180.1 \pm 6, 9$  cm). All participants were submitted to a peak torque test of the dominant limb on the isokinetic dynamometer Biodex System 4 Pro (Biodex Medical System, Inc., USA). The protocol test consisted of five concentric/concentric repetitions of external and internal shoulder rotators at  $60^\circ/s$  and  $120^\circ/s$ . One-minute interval rest was respected between repetitions and the order of velocities were counterbalanced. Volunteers also performed a simulated grenade throwing test to determine the maximal distance. All the isokinetic dynamometry variables studied were correlated to the maximal distance in the grenade throwing test using Pearson's correlation. The significance level adopted was 5%. **RESULTS:** No significant correlations were found between dynamometry biomechanical variables studied and grenade maximal distance throwing test for military pentathlon athletes. **CONCLUSION:** The athletes presented high muscle strength of internal and external shoulder rotators and a good muscular balance for this joint. However, no correlation was found for all variables studied.

**Keywords:** glenohumeral joint; dynamometer; rotator cuff; peak torque; total work.

## INTRODUÇÃO

O pentatlo militar, considerado um dos principais esportes do Conselho Internacional do Desporto Militar (CISM), foi originado em 1946, baseado em um treinamento de unidades paraquedistas da Holanda. Os militares eram lançados de paraquedas e percorriam uma distância de 20 km com obstáculos a serem ultrapassados, executando, ao longo do trajeto, exercícios de tiro e lançamento de granadas.

Atualmente, a modalidade é composta por cinco provas: tiro de fuzil na distância de 200 m ou 300 m; pista de pentatlo militar (PPM), pista de natação utilitária; lançamento de granadas; e corrida através do campo (8 km ou 4 km). Cabe ressaltar que o Brasil e a China possuem as equipes com maior número de conquistas internacionais. Uma das provas, responsável por grande parcela da pontuação geral da modalidade, exige muito de um conjunto muscular específico do atleta, os rotadores de ombro. Trata-se da prova de lançamento de granadas, na qual o atleta realiza repetidos movimentos de arremesso de granadas divididos em duas fases: precisão e distância. Na primeira fase da prova o atleta pontua de acordo com a precisão de seus lançamentos nos alvos dispostos no campo e na segunda fase a pontuação se dá pela maior distância no lançamento da granada. Também a prova de natação utilitária demanda força de rotadores internos e externos de ombro. Bak, e Magnusson sugeriram que a natação envolve ação muscular dos rotadores de ombros similar à ação de lançamento de objetos sobre a cabeça, embora em velocidade reduzida (1).

O movimento do ombro no lançamento é muito amplo, com o braço saindo por trás da cabeça, passando pelo arremesso da granada e finalizando com o braço próximo ao corpo, exigindo grande esforço do complexo muscular do ombro, principalmente no lançamento em distância. Sabe-se que durante esse movimento a produção de força e potência da musculatura do complexo do ombro é essencial, garantindo a realização do gesto esportivo de maneira coordenada. Para tanto, os músculos do manguito rotador e o deltoide, atuam na estabilidade dinâmica da articulação glenoumeral (2-3). Cabe ressaltar, ainda, a grande importância na relação proporcional da força dos músculos do manguito rotador ao longo de toda a amplitude articular, altamente exigida durante o movimento de lançamento da granada. Alterações nas relações entre a força dos rotadores internos (RI) e rotadores externos (RE) do ombro, podem comprometer o desempenho normal da articulação, levando à possíveis lesões e até à inatividade (4-5).

A dinamometria isocinética tem sido comumente utilizada para investigar o desempenho muscular em atletas com disfunção da articulação do ombro (6-7) e também amplamente utilizada em pesquisas que estudam o equilíbrio de ombros em esportes, visando trazer um protocolo mais adequado para acompanhamento de atletas em modalidades como natação, voleibol, handebol, tênis, beisebol, e esportes que envolvam ações de arremesso de uma maneira geral (8-13).

Diferentes variáveis de dinamometria podem ser obtidas por meio de dinamômetro isocinético, sendo capaz de obter múltiplos elementos da medição da força muscular, incluindo pico de torque, trabalho total, potência, ângulo de força máxima entre outros (14). Um cálculo capaz de mensurar o equilíbrio muscular da articulação glenoumeral, utiliza os dados biomecânicos de dinamometria isocinética para calcular a razão convencional da força de rotadores internos e externos de ombro (7). Para se obter esta razão, divide-se o pico de torque concêntrico dos rotadores externos pelo pico de torque concêntrico dos rotadores internos de ombro e multiplica-se o resultado por 100.

Diversos estudos obtiveram valores normativos para a razão convencional da força de rotadores internos e externos de ombro. Um estudo comparou jovens atletas de natação com jovens sedentários e as razões convencionais de força dos rotadores internos e externos de ombro encontradas foram superiores a 66% (8). Outro estudo ao comparar 201 atletas de tênis, vôlei e handebol utilizando dinamômetro manual encontrou valores da razão convencional de força para rotadores internos e externos de ombro entre 59 – 102 % (15).

Apesar da existência de muitos estudos estabelecendo valores para razão de força dos rotadores de ombro em atletas de diversos esportes, não foram encontrados na literatura estudos que tenham avaliado o equilíbrio de ombros em atletas de pentatlo militar. Utilizando valores da razão convencional da força de rotadores internos e externos de ombro em atletas de pentatlo militar é possível orientar os treinamentos a fim de prevenir lesões, obter melhores resultados em competições e auxiliar no trabalho de treinadores da modalidade, beneficiando equipes do Brasil e do mundo. Considerando o Brasil como sendo uma das maiores potências mundiais no pentatlo militar, torna-se relevante estabelecer um estudo em atletas da presente modalidade.

Portanto, o objetivo do presente estudo foi avaliar a correlação entre variáveis biomecânicas de dinamometria isocinética dos músculos rotadores externos e internos de ombro e o desempenho na prova de lançamento de granadas em atletas de pentatlo militar.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Amostra

Foram convidados a participar do estudo todos atletas (n=8) da equipe masculina de Pentatlo Militar da Comissão de Desportos do Exército (idade:  $26,5 \pm 2,2$  anos; massa:  $73,3 \pm 2,9$  kg; estatura:  $180,1 \pm 6,9$  cm), com participação totalmente voluntária. Os participantes foram instruídos a não realizar exercício físico para membros superiores nas 24h que antecederam os testes.

O presente estudo foi submetido para aprovação junto a um Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Centro de Capacitação Física do Exército CEP-CCFEx. Antes do início dos testes os participantes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice 1) com a finalidade de explicar os procedimentos, riscos e benefícios associados a participação no estudo. Em seguida, cada participante preencheu uma ficha de anamnese (Apêndice 2) a fim de serem colhidas informações pessoais, histórico de lesões osteomioarticulares, tempo de treinamento e outras informações. A avaliação de desempenho na prova simulada de lançamento de granadas foi realizada no Destacamento Desportivo da Vila Militar (DDVM) em Deodoro, Rio de Janeiro e o protocolo de avaliação isocinética no Laboratório de Biomecânica do Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército – IPCFEx.

### **Avaliação das variáveis de dinamometria isocinética de rotadores de ombro**

As variáveis de dinamometria isocinética de rotadores internos e rotadores externos de ombro foram avaliadas utilizando o dinamômetro isocinético *Biodex System 4 Pro* (*Biodex Medical System, Inc., Shirley, NY*). Inicialmente foi aferida a massa dos participantes com balança digital (Filizola, São Paulo, SP, Brasil). Previamente à realização da avaliação isocinética, foi realizada uma série de aquecimento com 30 polichinelos, 15 circunvoluções de ombros para frente, seguidas de 15 circunvoluções de ombros para trás. Os atletas foram avaliados sentados sobre a cadeira do próprio equipamento, com o membro dominante posicionado sobre um suporte atrelado ao braço de força do dinamômetro a  $45^\circ$  de abdução de ombro e a  $30^\circ$  de flexão de ombro. Esse ângulo foi medido com um goniômetro analógico (Trident, Itapuí, SP, Brasil). Cabe ressaltar que os participantes foram fixados à cadeira do equipamento por cintos posicionados sobre o tronco e quadril, a fim de evitar movimentos compensatórios (Figura 1). A amplitude de movimento para rotação interna foi de  $40^\circ$  e de  $25^\circ$  para a rotação externa a partir do antebraço paralelo à horizontal ( $0^\circ$ ).

O protocolo de teste para avaliação de dinamometria isocinética dos músculos estudados consistiu em uma série de cinco repetições máximas de rotações internas e externas de ombro no



modo concêntrico/concêntrico. Os participantes foram avaliados nas velocidades angulares de 60°/s e 120°/s. Antes de cada série máxima, cada participante realizou uma série de cinco repetições submáximas a fim de familiarizar o indivíduo ao exercício. Todas as séries iniciaram pela rotação externa seguida de rotação interna. O pico de torque foi considerado como o maior valor dentre as repetições máximas executadas em cada velocidade e relativizado pela massa corporal (kg) de cada indivíduo.



Figura 1 – Protocolo em dinamômetro isocinético.

As variáveis avaliadas foram: pico de torque de rotadores externos a 60°/s (PT\_RE\_60), pico de torque de rotadores internos a 60°/s (PT RI 60), trabalho total de rotadores externos (TT RE 60) a 60°/s, trabalho total de rotadores internos a 60°/s (TT RI 60), pico de torque de rotadores externos a 120°/s (PT RE 120), pico de torque de rotadores internos a 120°/s (PT RI 120), trabalho total de rotadores externos (TT RE 120) a 120°/s, trabalho total de rotadores internos a 120°/s (TT RI 120). A razão convencional da força de rotadores de ombro foi calculada pela divisão do pico de torque concêntrico dos rotadores externos pelo pico de torque concêntrico dos rotadores internos em ambas as velocidades estudadas (RAZÃO 60 e RAZÃO 120).

### **Avaliação do desempenho na prova de lançamento de granadas**

Três dias antes da avaliação isocinética foi realizada uma prova simulada de lançamento de granadas, no mês que antecedeu a ida para os 7º Jogos Mundiais Militares em Wuhan, China. Esta prova se dividiu em duas fases. Na primeira fase os atletas pontuaram de acordo com a precisão

do lançamento e na segunda fase de acordo com a distância do lançamento. Para o presente estudo, o desempenho na prova de lançamento de granadas foi avaliado apenas na segunda fase da prova, onde os atletas tiveram três tentativas para lançar uma granada à maior distância possível, sendo registrada a de maior distância.

### **Análise estatística**

Os dados foram apresentados na forma descritiva como média  $\pm$  desvio padrão. A normalidade dos dados foi verificada por meio do teste de Shapiro- Wilk. Todas as variáveis de dinamometria isocinética estudadas foram correlacionadas à distância máxima na prova de lançamento de granadas utilizando a Correlação de Pearson. A análise dos dados foi feita no *software* BioEstat® 5.3 e o nível de significância (alfa) adotado foi de 5%.

## RESULTADOS

Todas as variáveis estudadas aderiram à normalidade e foram correlacionadas à distância máxima no lançamento de granadas que foi de  $51,30 \pm 6,35$  metros. No entanto, os valores da correlação de Pearson não apresentaram  $p$  significativo ( $p < 0,05$ ) para todas as variáveis. Os demais valores de média e desvio padrão e os valores de  $p$  encontrados para as correlações realizadas se encontram descritos na Tabela 1.

Tabela 1: Descrição das variáveis de dinamometria isocinética estudadas.

Variável	Média $\pm$ DP	Valor de $p$	$r$
PT RE 60 °/s	56,22 $\pm$ 10,13	0,31	0,416
PT RI 60°/s	83,60 $\pm$ 19,00	0,53	0,263
RAZÃO 60 °/s	0,68 $\pm$ 0,08	0,68	0,173
TT RE 60 °/s	193,39 $\pm$ 51,85	0,33	0,395
TT RI 60 °/s	293,21 $\pm$ 92,36	0,42	0,331
PT RE 120 °/s	56,90 $\pm$ 10,96	0,88	0,066
PT RI 120 °/s	76,64 $\pm$ 16,94	0,61	0,218
RAZÃO 120 °/s	0,75 $\pm$ 0,10	0,68	- 0,173
TT RE 120 °/s	168,09 $\pm$ 48,43	0,63	0,200
TT RI 120 °/s	243,64 $\pm$ 79,13	0,60	0,222

Média e desvio padrão (DP) em Nm; valor de  $p$  para o teste de Correlação de Pearson; e valor de  $r$  para todas as variáveis biomecânicas de dinamometria isocinética correlacionadas à distância máxima alcançada no lançamento de granadas.

## DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi avaliar dados de dinamometria isocinética para os rotadores internos e externos de ombro em atletas da equipe masculina de pentatlo militar a fim de investigar as possíveis correlações desses dados com a distância máxima alcançada no lançamento de granadas.

No que diz respeito à análise correlacional a que o presente estudo se propôs realizar, não foi verificada qualquer correlação para todas as variáveis estudadas. É possível que essa ausência de correlação possa estar relacionada ao alto nível de treinamento dos atletas de pentatlo militar avaliados, considerando o fato de que os mesmos já realizam longas distâncias no lançamento de granadas ( $51,30 \pm 6,35$  metros), não sendo as variáveis de dinamometria determinantes para resultar em um lançamento mais ou menos distante.

Com o objetivo de também correlacionar variáveis de dinamometria ao desempenho esportivo, um estudo realizado por Bayios et al. (10) avaliou a correlação entre a força isocinética dos rotadores internos e externos do ombro e a velocidade da bola em jovens atletas com melhores desempenho na primeira e segunda divisão da Liga Nacional Grega de handebol. Esses autores concluíram que o pico de torque dos rotadores internos e externos de ombro não estiveram relacionados à velocidade de lançamento da bola, sugerindo a existência de outros fatores preponderantes para o melhor desempenho na ação de lançamento. Da mesma forma, Cohen et al. (21) ao realizarem um estudo com jogadores de tênis encontraram pobre correlação entre a razão de pico de torque de rotadores de ombro e a velocidade de lançamento da bola.

Ainda, sabe-se que a eficácia da complexa cadeia de movimentos que compõe o lançamento de granadas, não depende somente da inter-relação da força e flexibilidade de todo o corpo, mas também da técnica. Atwater (22) e Toyoshima et al. (23) mostraram que o movimento de lançamento é um gesto complexo envolvendo todas as partes do corpo. Foi sugerido por esses autores que aproximadamente 50% da velocidade do lançamento seja resultante da rotação do corpo enquanto o restante é resultado da ação da extremidade superior. No entanto, o presente estudo apresenta como uma de suas limitações a análise somente da parte superior do corpo, não avaliando a extremidade inferior ou atividade também realizado no tronco.

Os valores verificados de pico de torque nos atletas de pentatlo militar em ambas as velocidades estudadas mostraram seu alto nível de treinamento. Ao avaliar a equipe brasileira de pentatlo militar foram encontrados os seguintes valores: pico de torque de rotadores internos a  $60^\circ/s$  de  $83,60 (\pm 19,00)$  N, pico de torque de rotadores externos a  $60^\circ/s$  de  $56,22 (\pm 10,13)$  N, pico de torque de rotadores internos a  $120^\circ/s$  de  $76,64 (\pm 16,94)$  N, pico de torque de rotadores externos a  $120^\circ/s$  de  $56,90 (\pm 10,96)$  N. Ressalta-se que os valores de pico de torque encontrados no

presente estudo estão acima dos resultados encontrados em estudos anteriores realizados com atletas de elite em outras modalidades com movimentos de ombro. Bayios et al. (10) analisaram atletas de elite de handebol e obtiveram os seguintes valores na velocidade de 60 °/s: pico de torque de rotadores internos de 60,78 ( $\pm$  10,79) N e pico de torque de rotadores externos de 36,24( $\pm$  10,23) N. Forthomme et al. (20) encontraram para atletas lançadores de dardos na velocidade de 60 °/s os seguintes valores: pico de torque de rotadores internos de 51,1 ( $\pm$ 12,5) N e pico de torque de rotadores externos de 34,5 ( $\pm$ 4,6) N. Mais próximo aos valores de pico de torque desenvolvidos pelos pentatletas foram os encontrados por Mendonça et al. (9) ao avaliar jogadores profissionais da equipe brasileira de voleibol sub-21, sendo eles: pico de torque de rotadores internos de 74,36 ( $\pm$  8,99) N e PT de rotadores externos de 45,98 ( $\pm$  7,60) N.

Para os valores de trabalho total do presente estudo, não foram encontrados na literatura valores que envolvessem modalidades com lançamento sobre a cabeça, o que prejudicou o confronto dos resultados

No que diz respeito às razões de força dos músculos rotadores de ombro, os atletas de pentatlo apresentaram valores dentro do esperado para pessoas saudáveis, baseado em estudos anteriormente realizados (16-18). Os valores encontrados de razão convencional de força dos músculos rotadores de ombro a 60°/s e a 120°/s foram de, respectivamente, 68 $\pm$ 8% e 75 $\pm$ 10%, para os pentatletas.

Segundo Ellenbecker e Mattalino (16), para indivíduos não atletas e sem queixas na articulação do ombro, a razão RE/RI é aproximadamente 66% na velocidade de 60°/s; o mesmo valor foi encontrado por Chandler et al. (17) para atletas de tênis. Ainda, Codine et al. (18) encontraram valores de 70% para não atletas na velocidade de 60°/s no membro dominante. Ou seja, as razões da força produzidas por rotadores de ombro em atletas praticantes de pentatlo militar foram semelhantes ao de uma pessoa saudável comum. No entanto, para atletas praticantes de alguns esportes em que há grande demanda da rotação dos ombros, os dados normativos para a razão de força obtidos em pesquisas anteriores evidenciaram um desequilíbrio devido ao maior pico de torque para os músculos rotadores internos comparado aos externos.

Gozlan et al. avaliaram a força dos músculos rotadores de ombros em 42 atletas de elite saudáveis de natação, voleibol e tênis (19). O teste foi realizado em dinamômetro isocinético no modo concêntrico a 60°/s e a 180°/s, sendo avaliados pico de torque e razão RE/RI. As razões convencionais de força dos rotadores externos e internos de ombro encontradas a 60°/s foram de 40,9% ( $\pm$ 15,6) para atletas de tênis, 45,4% ( $\pm$ 10,3) para atletas de natação e 50,0% ( $\pm$ 11,7) para atletas de voleibol. Fazendo uma comparação com o presente estudo, podemos observar que o protocolo de testes foi bem semelhante, e a população do estudo também foram atletas de elite em suas modalidades. No entanto, as razões obtidas no estudo de Gozlan et al. para os atletas das

diferentes modalidades avaliadas por eles foram inferiores aos resultados obtidos com atletas de pentatlo militar. É possível que valores tão baixos para essas modalidades tenham sido consequência da frequente demanda de movimento em que os rotadores internos de ombro são submetidos. Entretanto no pentatlo militar apenas duas das cinco provas da modalidade exigem bastante o movimento de lançamento por cima da cabeça de fato, o que pode ter possibilitado aos atletas adquirirem um maior equilíbrio ao realizar um treinamento considerado multi-atlético.

Além disso, um estudo realizado por Forthomme et al. (20) correlacionou variáveis de dinamometria à maior distância alcançada por atletas de elite no lançamento de dardos e encontrou valores de razão convencional de força RE/RI em isocinético a 60°/s de 69% ( $\pm 12$ ), valores quase idênticos aos encontrados no presente estudo (68% $\pm 8$ ) para a mesma velocidade. Tais resultados sugerem que o equilíbrio de ombros seja um fator importante no desempenho de esportes que envolvam lançamentos de objetos sobre a cabeça com o objetivo de alcançar a maior distância possível. Entretanto, Forthomme et al. encontraram a maioria das correlações significativas com a distância máxima para variáveis de pico de torque de rotadores internos e externos obtidos em velocidades mais altas (240 e 400 °/s). Apenas o pico de torque de rotadores internos esteve positivamente correlacionado com a distância máxima de lançamento de dardos quando a velocidade foi igual a uma das velocidades do presente estudo (60°/s). Portanto, pode-se considerar como outra limitação deste estudo a escolha de velocidades não tão altas para as avaliações de dinamometria e sugere-se que estudos futuros sejam realizados com velocidades mais altas que 120°/s (velocidade máxima utilizada no presente estudo) a fim de verificar a existência de correlações positivas entre variáveis de dinamometria com a distância máxima no lançamento de granadas em atletas de pentatlo militar.

Além disso, apesar do estudo ter envolvido todos os atletas da equipe brasileira masculina de pentatlo militar, o número de avaliados foi pequeno e pode ter comprometido a análise dos resultados. Por fim, sugere-se ainda que novos estudos sejam feitos abrangendo outras equipes de pentatlo militar e que considerem a possibilidade de haver correlações da distância máxima de lançamento de granadas com outros tipos de variáveis, sejam elas biomecânicas ou de outra natureza.

## CONCLUSÃO

As variáveis biomecânicas de dinamometria isocinética avaliadas (pico de torque, trabalho total e razão de força de rotadores de ombro) não apresentaram correlação com o desempenho durante o lançamento de granadas, no que se refere à distância máxima. No entanto, os atletas da equipe masculina de pentatlo militar apresentaram elevada força muscular de rotadores internos e externos de ombro e um bom equilíbrio muscular para essa articulação, demonstrando que o treinamento realizado está sendo positivo para a saúde dos atletas no que se refere a prevenção de lesões.

Portanto, sugere-se que novos estudos sejam realizados com um número maior de participantes, que envolvam protocolos com velocidades mais elevadas e busquem avaliar outras variáveis potencialmente correlacionadas com a distância máxima no lançamento de granadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bak, K., & Magnusson, S. P.. Shoulder Strength and Range of Motion in Symptomatic and Pain-Free Elite Swimmers. *American Journal of Sports Medicine*, 1997 ; 25(4), 454 - 459.
2. Ellenbecker TS, Davies GJ. The application of isokinetics in testing and rehabilitation of the shoulder complex. *The Journal of Athletic Training* 2000;35:338-50.
3. Alderink GJ, Kuck DJ. Isokinetic shoulder strength of high school and college-aged pitchers. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 1986;7:163-72.
4. Doukas WC, Speer KP. Anatomy, pathophysiology, and biomechanics of shoulder instability. *Orthopedic Clinics of North America* 2001 ; 32(3):381-91.
5. MacDermid JC, Ramos J, Drosdowech D, Faber K, Patterson S. The impact of rotator cuff pathology on isometric and isokinetic strength, function, and quality of life. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 2004;13(6):593-8.
6. Baltaci G, Tunay VB. Isokinetic performance at diagonal pattern and shoulder mobility in overhead athletes. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 2004;14:231-8.
7. Hughes RE, Johnson ME, O'Driscoll SW, An KN. Normative values of agonist-antagonist shoulder strength ratios of adults aged 20 to 78 years. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 1999;80:1324-6.
8. Batalha, N. M. P., Raimundo, A. M. D. M., Tomas-Carus, P., Fernandes, O. D. J. S. M., Marinho, D. A., & Silva, A. J. R. M. D. . Shoulder rotator isokinetic strength profile in young swimmers. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 14 2012 (5), 545-553.
9. Mendonça, L. D. M., Bittencourt, N. F. N., Anjos, M. T. S. D., Silva, A. A. D., & Fonseca, S. T. . Avaliação muscular isocinética da articulação do ombro em atletas da seleção brasileira de voleibol sub-19 e sub-21 masculino. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 2010; 16(2), 107-111.
10. Bayios, I. A., Anastasopoulou, E. M., Sioudris, D. S., & Boudolos, K. D. . Relationship between isokinetic strength of the internal and external shoulder rotators and ball velocity in team handball. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 2001, 41(2), 229-235.
11. Mont, M. A., Cohen, D. B., Campbell, K. R., Gravare, K., & Mathur, S. K. . Isokinetic concentric versus eccentric training of shoulder rotators with functional evaluation of performance enhancement in elite tennis players. *American Journal of Sports Medicine*, 1994; 22(4), 513-517.



12. Byram IR, Bushnell BD, Dugger K, Charron K, Harrell FE, Noonan TJ. Preseason shoulder strength measurements in professional baseball pitchers: Identifying players at risk for injury. *American Journal of Sports Medicine*. 2010;38(7):1375–82.
13. Pezarat-Correia, Pedro. Perfil Muscular do Ombro de Atletas Praticantes de Acções de Lançamento. *Revista Portuguesa de Fisioterapia no Desporto* 2005.
14. Wilk KE. Isokinetic Testing: goals, standards and knee test interpretation. In: Biodex Medical System. Biodex System 3. Advantage Software. Operations Manual.
15. Cools AMJ, Vanderstukken F, Vereecken F, Duprez M, Heyman K, Goethals N, et al. Eccentric and isometric shoulder rotator cuff strength testing using a hand-held dynamometer: reference values for overhead athletes. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2016;24(12):3838–47.
16. Ellenbecker, T. S., & Mattalino, A. J. . Concentric isokinetic shoulder internal and external rotation strength in professional baseball pitchers. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 1997; 25(5), 323-328.
17. T.J. Chandler, W.B. Kibler, E.C. Stracener, A.K. Ziegler and B. Pace, Shoulder strength, power, and endurance in college tennis players, *American Journal of Sports Medicine* 20 (1992), 455– 458.
18. P. Codine, P.L. Bernard, M. Pocholle, C. Benaïm and V. Brun, Influence of sports discipline on shoulder rotator cuff balance, *Medicine and Science in Sports Exercise* 29 (1997), 1400–1405.
19. Gozlan, G., Bensoussan, L., Coudreuse, J. M., Fondarai, J., Gremeaux, V., Viton, J. M., & Delarque, A. Mesure de la force des muscles rotateurs de l'épaule chez des sportifs sains de haut niveau (natation, volley-ball, tennis) par dynamomètre isocinétique: comparaison entre épaule dominante et non dominante. In *Annales de réadaptation et de médecine physique* Vol. 49 , 2006; No. 1, pp. 8-15). Elsevier Masson.
20. Forthomme, B., Crielaard, J. M., Forthomme, L., & Croisier, J. L.. Field performance of javelin throwers: Relationship with isokinetic findings. *Isokinetics and Exercise Science*, 2007; 15(3), 195-202.
21. D.B. Cohen, M.A. Mont, K.R. Campbell, B.N. Wogelstein and J.W. Loewy, Upper extremity physical factors affecting tennis serve velocity, *American Journal of Sports Medicine* 22 (1994), 746–750.
22. Atwater, A. E. Biomechanics of overarm throwing movements and of throwing injuries. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 1979; 7(1), 43-86.
23. Toyoshima, S., Hoshikawa, T., Miyashita, M., & Oguri, T. Contribution of the body parts to throwing performance. In *Biomechanics IV 1974* (pp. 169-174). Palgrave, London.

## Apêndice 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

MINISTÉRIO DA DEFESA  
EXÉRCITO BRASILEIRO  
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO E CULTURA DO EXÉRCITO  
CENTRO DE CAPACITAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO

### *Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE*

Convidamos o senhor a participar do projeto de pesquisa intitulado como “Correlação entre variáveis de dinamometria isocinética de rotadores de ombro e o desempenho na prova de lançamento de granadas em atletas de pentatlo militar”, sob a responsabilidade do pesquisador Blener da Silva Ferreira e orientação da professora Dra. Maria Cláudia Pereira.

Diversos estudos vêm sendo realizados com a finalidade de se obter parâmetros de força muscular dos rotadores de ombro relacionados à prevenção de lesões e à busca por melhores desempenhos esportivos. O pentatlo militar é uma modalidade dependente também da força produzida pelos músculos que rotacionam o ombro. No entanto, até o presente momento nenhum estudo foi realizado relacionando a força isocinética dos músculos rotadores de ombro e o desempenho na prova de lançamento de granadas em atletas dessa modalidade. Portanto, o objetivo do presente estudo será avaliar a correlação entre as variáveis de dinamometria isocinética de rotadores de ombro e o desempenho na prova de lançamento de granadas em atletas de pentatlo militar.

O senhor receberá todos os esclarecimentos necessários antes e no decorrer da pesquisa e lhe asseguramos que seu nome não aparecerá, sendo mantido o mais rigoroso sigilo pela omissão total de quaisquer informações que permitam identificá-lo.

A sua participação consistirá em uma visita ao Laboratório de Biomecânica do Instituto da Capacitação Física do Exército - IPCFEx, em horário e a ser acordado. Antes da coleta de dados todos os participantes serão submetidos a um aquecimento geral composto por 30 polichinelos, 15 giros de braços para frente e 15 giros de braços para trás. A força dos músculos rotadores de ombro será avaliada por meio de um equipamento chamado de dinamômetro isocinético. Após o aquecimento cada participante será posicionado sentado, sendo fixado à cadeira do dinamômetro por meio de faixas na região do tórax e cintura, a fim de evitar movimentos compensatórios. O membro superior dominante será apoiado sobre um suporte atrelado ao dinamômetro, estando o cotovelo flexionado a 90°. A avaliação da força será feita durante cinco rotações máximas de ombro pra frente e para trás em duas velocidades distintas (60 e 120°/segundo) e controladas pelo dinamômetro. Antes das repetições máximas em cada velocidade avaliada o participante realizará uma série de cinco repetições submáximas a fim de familiarizá-lo com o movimento. Será respeitado o intervalo de um minuto entre cada série de cinco repetições, sendo ela de esforço máximo ou submáximo.

O estudo não envolve gastos aos participantes. Todos os materiais e equipamentos necessários para os testes serão providenciados pelos pesquisadores. Os exercícios a serem utilizados não possuem contraindicações à população considerada no estudo. Contudo, exercícios físicos podem gerar dor muscular tardia que desaparece em poucos dias. Caso o participante sinta algum mal estar que impossibilite a realização do teste ou detectada qualquer anormalidade, este será imediatamente interrompido.

Informamos que o Senhor pode se recusar a responder qualquer questão ou a participar de qualquer procedimento que lhe traga constrangimento, podendo desistir de participar da pesquisa em qualquer momento sem nenhum prejuízo para o senhor. Sua participação é voluntária, isto é, não há pagamento por sua colaboração.

Os participantes poderão ter acesso e solicitar a exclusão de seus dados a qualquer momento. O objetivo do estudo é coletar informações para a elaboração do Trabalho de Conclusão

de Curso (TCC) do pesquisador responsável e para a publicação de artigos científicos e/ou trabalhos em congressos. Os participantes poderão ter acesso a esses documentos por intermédio do pesquisador responsável ou por meio de bases de dados digitais que contenham os periódicos escolhidos para publicação. Independentemente de se obter os resultados esperados, os dados serão publicados e divulgados, sendo resguardada a identidade dos participantes. Os dados e materiais utilizados na pesquisa ficarão sob a guarda do pesquisador responsável por um período de no mínimo cinco anos, após isso serão destruídos ou mantidos na instituição.

**Qualquer dúvida que porventura venha a surgir antes ou durante a pesquisa será esclarecida pelo pesquisador responsável, que se coloca a inteira disposição para contato (Blener da Silva Ferreira, telefone 21 96977-6888). Este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido encontra-se redigido em duas vias, sendo uma para o participante e outra para o pesquisador. Havendo dúvidas você também poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Capacitação Física do Exército (CEP-CCFEx) pelo telefone 21 2586-2297, de segunda a quinta-feira, no horário de 10 às 15h.**

Tendo lido o “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido” e sido devidamente esclarecido sobre os objetivos, riscos e demais condições que envolverão minha participação no referido estudo, a ser realizado pelo pesquisador responsável Blener da Silva Ferreira e orientado pela professora Dra. Maria Cláudia Pereira, declaro que tenho total conhecimento dos direitos e das condições que me foram apresentadas e asseguradas assim como manifesto livremente a minha vontade em participar do projeto supracitado.

---

Participante  
Nome / assinatura

---

Pesquisador Responsável  
Nome / assinatura

Rio de Janeiro, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

Apêndice 2 – Anamnese para avaliação de rotadores de ombro



**ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO**  
**“Berço da Educação Física no Brasil”**

Data da avaliação:

\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

ID:

**ANAMNESE PARA AVALIAÇÃO DE ROTADORES DE OMBRO**

Nome (sublinhe o nome de guerra):

\_\_\_\_\_

Data de nascimento: \_\_\_\_\_ Sexo: ( ) Feminino ( ) Masculino

Altura (cm): \_\_\_\_\_ Massa (kg): \_\_\_\_\_

Membro superior dominante: ( ) Direito ( ) Esquerdo

Teve alguma lesão de ombro e/ou cotovelo nos últimos 6 meses: ( ) sim ( ) não

Caso a resposta tenha sido afirmativa, especifique o tipo e o local da lesão:

\_\_\_\_\_

Sente alguma dor e/ou desconforto durante movimentação de ombro e/ou cotovelo?

( ) sim ( ) não

Caso a resposta tenha sido afirmativa, especifique o local:

\_\_\_\_\_

Faz uso de algum medicamento? Qual? \_\_\_\_\_

Quando foi seu último treino? \_\_\_\_\_

Qual foi o tipo de treino? \_\_\_\_\_

O treino envolveu membros superiores? \_\_\_\_\_