



## **EFEITO DE DIFERENTES SOBRECARGAS SOBRE A POTÊNCIA MÁXIMA DE JOGADORES DE POLO AQUÁTICO**

**Ana Paula Xavier Ladeira**

**Érico Chagas Caperuto**

**Rosângela Guimarães Romano**

**Sônia Cavalcanti Corrêa**

Universidade Presbiteriana Mackenzie – Brasil

**Gilberto Guimarães**

Serviço Social da Indústria de São Paulo – Brasil

**Resumo:** Para analisar o efeito de diferentes cargas na potência máxima e na altura durante salto vertical de jogadores de polo aquático, 16 jogadores profissionais executaram o teste de impulsão vertical sobre a plataforma de força sem auxílio dos braços, nas condições: sem carga, com 5%, 10% e 15% do peso corporal. Foi utilizado o teste Anova One-way com *post hoc* de Tukey com nível de significância de 0,05. Não foram encontradas diferenças significativas na potência máxima de execução entre as diferentes cargas para os atletas. O comportamento das curvas de potência máxima é semelhante nas quatro condições estudadas. Esse resultado sugere que a carga mínima de treinamento para o grupo se inicia em 15% do peso corporal.

**Palavras-chave:** salto vertical; polo aquático; potência máxima.

### **INTRODUÇÃO**

O polo aquático envolve movimentos, como saltos, mudanças de direção e arremessos, que exigem geração de força durante um curto tempo. Em tais atividades, a potência é o principal determinante da execução. Portanto, programas de treinamento de resistência que tenham como objetivo o desenvolvimento da potência muscular são necessários para melhorar a execução do gesto desportivo.

A pernada alternada é a técnica utilizada pelo jogador de polo aquático para sustentar o corpo na água na posição vertical ou semi-horizontal, quando combate corpo a corpo o adversário, executa o passe ou chuta a gol. Ela pode ser executada com o auxílio de um ou ambos os braços na água ou, ainda, com os braços fora da água. Segundo Gansel (2002), a pernada alternada é uma pernada do nado de peito modificada, com alternância das pernas. É um movimento que compreende ações cíclicas dos membros inferiores, no qual os lados direito e esquerdo giram em sentidos opostos e na fase oposta, com o intuito de produzir a força necessária para sustentar e/ou projetar o corpo (SANDERS, 2006). Segundo Hernández e Perez (1998), durante esse movimento, as pernas estão flexionadas por todas as suas articulações e executam movimentos breves, curtos e assimétricos, parecidos com os do estilo peito. Porém, durante a “chicotada” do nado peito, no caso da retropedalagem, a perna esquerda gira no sentido horário, e a direita, no sentido anti-horário. Enquanto uma perna dirige-se para baixo, sem estender-se completamente, para realizar o impulso para deslocar-se verticalmente, a outra realiza movimentos preparatórios. Segundo Clarys (1974), existe uma diferença na sincronia e

simetria entre as pernas direita e esquerda durante a realização desse movimento, e essa alteração se dá por causa da variação de dominância lateral existente entre os executantes.

A ação é uma combinação dos movimentos de quadril, joelho e tornozelo. Para elevar o corpo, é necessário um impulso na direção para cima para contrabalançar o impulso gravitacional. O impulso é fornecido pelo empuxo e pelo impulso gerado pelas pernadas alternadas. Quanto maior for a massa acima da água, menor será a força de empuxo e maior deverá ser o impulso fornecido pela pernada para manter a posição. Segundo Sanders (2006), essa ação depende, entre outras coisas, de: velocidade e potência dos flexores e extensores da coxa e pernas; flexibilidade, força e potência dos abdutores e adutores da coxa; flexibilidade, força e potência dos rotadores internos e externos da coxa e da perna; e flexibilidade dos pés na inversão e eversão.

Existem estudos que abordam o arremesso ao gol realizado pelos atacantes, e analisam, por meio da cinemetria, as variáveis de ângulos, velocidades dos segmentos corporais e transferência de quantidade de movimento para a bola, especialmente da parte superior do corpo (WHITING et al., 1985; ELLIOT; ARMOUR, 1988; BALL, 2006); estudos para descrever as ações específicas de pés e pernas para obter altura para o arremesso, assim como os músculos envolvidos (SANDERS, 1999a, 1999b, 2006); estudos que analisam especificamente as forças e ações envolvidas na pernada alternada (ALEXANDER; TAYLOR, 2006; TEIXEIRA et al., 2005; TEIXEIRA; CORRÊA; GUIMARÃES JUNIOR, 2006); e estudos que relacionam os movimentos dos membros superiores e inferiores para chegar a uma grande velocidade de bola (ALEXANDER; HONISH, 2006) e as características antropométricas e fisiológicas dos jogadores de elite (TSEKOURAS et al., 2005).

De acordo com Kawamori e Haff (2004), com base na especificidade do desenvolvimento da potência muscular, o treinamento com a carga que maximiza a potência mecânica é recomendado para melhorar a potência muscular máxima. No entanto, os autores apontam uma grande inconsistência na carga ótima observada para gerar a maior produção de potência. Apontam ainda que alguns estudos trazem variações nessa carga partindo de 10% da carga máxima (10% de IRM – 1 Repetição Máxima, teste utilizado para determinar a carga máxima) até 70% de IRM.

Driss et al. (2001) descreveram que não houve diferença significativa na potência instantânea máxima gerada quando se adicionou uma sobrecarga que variou de 0,5 kg a 10 kg de sobrecarga aos atletas de potência e de força, quando estes executaram um salto vertical a partir da posição grupada, sem uso dos braços. Cormie et al. (2007) afirmaram que a carga ótima para o salto seria então de 0% de 1 RM (ou seja, sem carga) enquanto Stone et al. (2003) indicaram 10% de 1 RM e não encontraram diferença significativa para o valor de potência gerada com o uso do movimento balanceado, ou seja, o salto executado com auxílio do impulso dos braços.

Podemos entender como medida de potência o resultado da multiplicação do valor da força pelo valor da velocidade, de acordo com Lamas et al. (2008), assim, a carga (e a força necessária para que ela seja deslocada) pode ser entendida tanto como percentual de 1 RM quanto como percentual de peso corporal. São duas medidas diferentes do mesmo parâmetro que, quando multiplicadas pela velocidade, se traduzem em potência.

Quando pensamos na carga mais indicada para usar durante os treinamentos, no sentido de promover as adaptações musculares fisiológicas necessárias para que os atletas alcancem sua potência máxima durante a competição, devemos considerar dois aspectos: a carga deve ser suficiente para promover adaptações no atleta, sem, no entanto, ser uma carga que possa ser excessiva para ele, prejudicando, por exemplo, a parte técnica de execução do movimento, elemento fundamental nesse esporte (LAMAS et al., 2008).

Observando os atletas numa situação experimental aguda, conseguimos um instantâneo do comportamento da potência máxima diante de diferentes cargas, elemento-chave na seleção da carga mais apropriada para ser usada de forma estruturada e organizada pelo treinador.

Em estudo com três goleiros de polo aquático, Corrêa et al. (2007) relataram que o pico de instantâneo de potência na execução do salto vertical a partir da posição grupada, sem uso dos braços, era alcançado por dois atletas com 0% de 1 RM, isto é, usando como carga o peso corporal, enquanto o terceiro alcançava esse valor com 5% do peso corporal.

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi analisar o efeito de diferentes cargas na potência máxima e na altura de salto durante salto vertical de jogadores de polo aquático.

## METODOLOGIA

A amostra foi constituída por 16 jogadores experientes de polo aquático, tanto do sexo feminino (4) como do masculino (12), que atuam em alto rendimento em um clube da cidade de São Paulo. Inicialmente, os atletas foram informados da atividade a ser desenvolvida e leram e assinaram o termo de consentimento para a pesquisa. Logo após, foi realizada uma avaliação antropométrica que continha as medidas: peso, altura e dobras cutâneas (tríceps, abdominal, subescapular e suprailíaca).

Todos executaram o teste de impulsão vertical sobre a plataforma de força a partir da posição agachada (calcanhares na plataforma e coxa na horizontal), sem auxílio dos braços, sem carga e com três cargas correspondentes a 5%, 10% e 15% do peso corporal. A ordem das cargas foi escolhida aleatoriamente para cada indivíduo, e para cada carga foram feitas três tentativas com intervalo de 90 s entre as tentativas e de pelo menos 15 min entre as cargas. Esse cuidado metodológico foi tomado no sentido de evitar a sugestão que o incremento sequencial das cargas poderia ter sobre a *performance* do atleta no teste. A altura máxima alcançada no salto foi calculada automaticamente por uma prancha de salto colocada sobre a plataforma de força que calcula essa variável a partir do tempo que o atleta permanece no ar (Figura 1).

**Figura 1**

Ambiente da coleta de dados para os atletas de polo aquático.



**Fonte:** Foto tirada pelos autores e utilizada na pesquisa.

A potência máxima foi calculada utilizando a medida da força vertical e da velocidade vertical. Os participantes foram encorajados a alcançar o máximo de altura em cada tentativa para maximizar a potência de saída. Para cada carga, a melhor tentativa foi a correspondente ao maior pico instantâneo de potência. Foi utilizada uma plataforma de força da marca AMTI, modelo número OR6-6-200, capaz de medir as forças, momentos e o deslocamento do centro de pressão em torno dos eixos x, y e z. Cada canal possui um ganho de 4.000. A plataforma estava acoplada a um computador PC/AT equipado com uma placa de conversão analógico-digital (A/D) modelo DT 3002 e *softwares* AMTI e Bioanalysis para aquisição e análise dos sinais. A frequência de amostragem do sinal foi de 1.000 Hz, o tempo de aquisição de 2 s e o equipamento possuía 2 filtros passa baixa de 1.000 Hz.

Como análise estatística foi utilizado o teste Anova (análise de variância) One-way com *post hoc* de Tukey para verificar se existia diferença significativa entre as médias, com nível de significância de 0,05. Para isso, utilizou-se o *software* estatístico SPSS versão 17.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características antropométricas dos jogadores de polo aquático são representadas na Tabela 1.

**Tabela 1**  
Características físicas dos jogadores de polo aquático.

Idade (anos)	Massa Corporal (kg)	Altura (M)	% de gordura
22,88 ± 6,17	81,19 ± 9,19	1,82 ± 6,95	19,52 ± 3,28

Fonte: Elaborada pelos autores.

A Tabela 2 e o Gráfico 1 apresentam as potências máximas instantâneas médias e as alturas máximas obtidas em cada salto e para cada carga.

**Tabela 2**  
As potências máximas instantâneas médias.

Carga (% PC)*	Pot max/kg (W.kg-1)	Altura máxima (m)
0	52,68 ± 7,99	0,33 ± 0,05
5	50,52 ± 7,50	0,30 ± 0,05
10	47,17 ± 6,73	0,27 ± 0,04
15	46,26 ± 10,49	0,26 ± 0,04

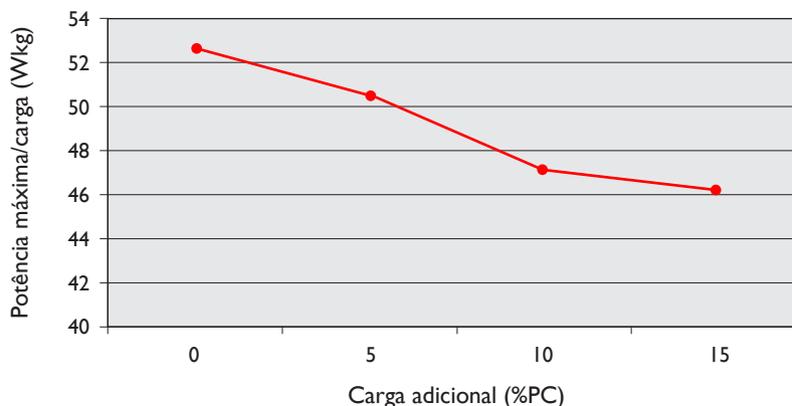
\* %PC – percentual com relação ao peso corporal.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Não foram encontradas diferenças significativas entre a potência máxima/carga entre as diferentes cargas para os atletas.

Isso está de acordo com o descrito por Driss et al. (2001), que relataram para atletas de voleibol e de levantamento de peso o mesmo resultado da potência máxima/carga. Cormie et al. (2007) também não encontraram diferença significativa entre a potência máxima de atletas de futebol, corredores de velocidade e saltadores em cargas entre 12% e 27% de 1 RM. Stone et al. (2003) relataram a potência máxima para indivíduos treinados em levantamento de peso como sendo de 10% de 1 RM, mas não analisaram o movimento a 0%.

**Gráfico 1**  
Valores médios de potência máxima/carga em cada carga para os jogadores de polo aquático.



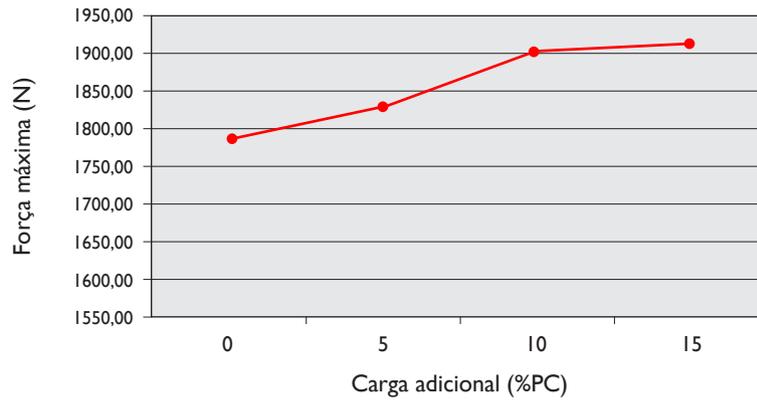
Fonte: Elaborado pelos autores.

Os gráficos 2, 3 e 4 apresentam força máxima, velocidade máxima e altura vertical alcançada para as diferentes cargas.

Não foram encontradas diferenças significativas entre a velocidade máxima e a força máxima exercida entre as diferentes cargas para os atletas.

### Gráfico 2

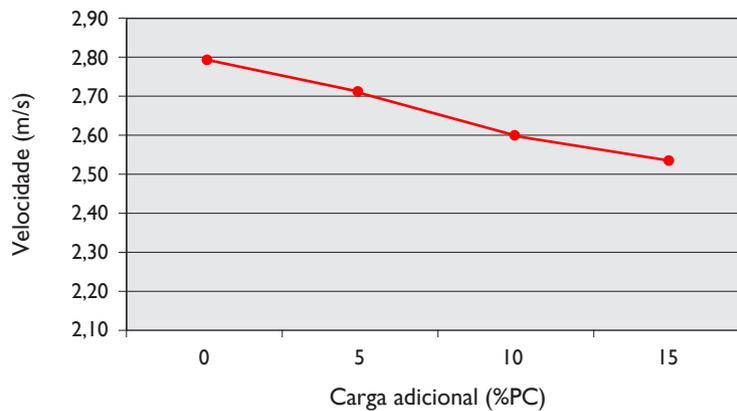
Gráfico dos valores médios da força máxima em cada carga.



Fonte: Elaborado pelos autores.

### Gráfico 3

Gráfico dos valores médios da velocidade máxima em cada carga.

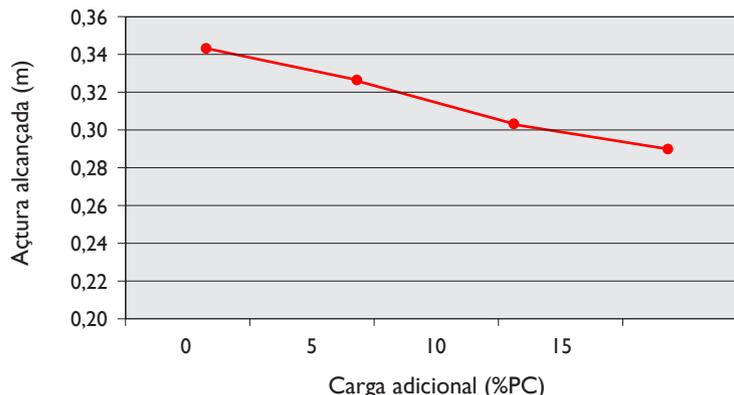


Fonte: Elaborado pelos autores.

Driss et al. (2001) relataram diferenças em velocidade máxima e força entre as cargas nos atletas, o que não foi encontrado neste estudo.

**Gráfico 4**

Gráfico dos valores médios da altura vertical alcançada em cada carga.



**Fonte:** Elaborado pelos autores.

Na altura máxima alcançada, não foram encontradas diferenças significativas para os jogadores de polo aquático entre as diferentes cargas analisadas. Nossos resultados mostram que não há diferença entre os parâmetros de potência analisados, nem mesmo em relação à potência máxima instantânea média gerada pelos atletas nas diferentes cargas analisadas. Quando consideramos os aspectos práticos desses resultados, podemos inferir que, para esses atletas, as sobrecargas que devem ser utilizadas nos treinamentos para promover aumento da potência máxima devem partir de 15% do peso corporal.

Embora o escopo do nosso estudo não tenha sido determinar a carga ideal para treinamento, pudemos esclarecer que, apesar de representar uma diferença considerável (0% até 15% do peso corporal), os atletas conseguiram valores de potência máxima semelhantes, representando, portanto, o mínimo de carga necessária para iniciar o incremento de cargas. Outra possibilidade seria aplicar tais cargas num volume maior de treinamento, visando à adaptação de longo prazo e a outras capacidades, como a resistência.

## CONCLUSÃO

Os jogadores de polo aquático têm um comportamento das curvas de potência máxima semelhantes nas quatro condições estudadas – sem carga e com 5%, 10% e 15% de carga. Esse resultado sugere que a carga mínima de treinamento para ambos os grupos se inicia em 15% do peso corporal.

Esse valor de carga também pode ser utilizado para o aprimoramento de outras capacidades, como a resistência muscular. Outros estudos são necessários para que se tenha um conhecimento mais aprofundado sobre os efeitos das cargas utilizadas com os atletas dentro da água, onde a técnica de movimento é uma importante variável a ser considerada para esse esporte.

## EFFECT OF DIFFERENT OVERLOADS ON THE PEAK POWER OF WATER POLO PLAYERS

**Abstract:** To analyze the effect of different loads at peak power and vertical jump height attained by water polo players, 16 professional players performed the test of vertical jump on the force platform without arm, under the conditions: no load, 5%, 10%, and 15% of body weight. The One-way Anova was used with Tukey post hoc test with significance level of 0.05. No significant differences were found in the peak power output between

the different loads for the athletes. The behavior of peak power curves are similar in the four studied conditions. This result suggests that the minimum load of training for the group starts at 15% of body weight.

**Keywords:** vertical jump; water polo; peak power.

## REFERÊNCIAS

ALEXANDER, M.; HONISH, A. **The water polo shot**. 2006. Disponível em: <<http://www.coachesinfo.com>>. Acesso em: 14 fev. 2006.

ALEXANDER, M.; TAYLOR, C. **The technique of the eggbeater kick**. 2006. Disponível em: <<http://www.coachesinfo.com>>. Acesso em: 14 fev. 2006.

BALL, K. **The shot: what the research has found**. 2006. Disponível em: <<http://www.coachesinfo.com>>. Acesso em: 14 fev. 2006.

CLARYS, J. P. Analysis of the egg beater and breaststroke kicks in water polo. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON BIOMECHANICS, 2., 1974, Brussels. **Anais...** Brussels: [s.n.], 1975. p. 241-246.

CORMIE, P. et al. Optimal loading for maximal power output during lower-body resistance exercises. **Medicine Science of Sports Exercise**, Indianapolis, v. 39, n. 2, p. 340-349, Feb. 2007.

CORRÊA, S. C. et al. Effects of external loading on power output during vertical jump: a pilot study with water polo goal keepers. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON BIOMECHANICS IN SPORTS, 25., 2007, Ouro Preto. **Proceedings...** Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2007. v. 1, p. 220-223.

DRISS, T. et al. Effects of external loading on power output in a squat jump on a force platform: A comparison between strength and power athletes and sedentary individuals. **Journal of Sports Sciences**, Abingdon, v. 19, p. 99-105, 2001.

ELLIOT, B.; ARMOUR, J. The penalty throw in water polo: a cinematographic analysis. **Journal of Sport Sciences**, Abingdon, v. 6, n. 2, p. 103-114, 1988.

GANSEL, J. A. Pólo aquático. In: SAFRAN, M. R. et al. **Manual de medicina esportiva**. São Paulo: Manole, 2002.

HERNÁNDEZ, A. R.; PEREZ, J. A. **Pólo aquático**. São Paulo: Manole, 1998.

KAWAMORI, N.; HAFF, G. The optimal training load for the development of the muscle power. **Journal of Strength Conditioning Research**, v. 18, p. 675-684, 2004.

LAMAS, L. et al. Efeito de dois métodos de treinamento no desenvolvimento da força máxima e da potência muscular de membros inferiores. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 235-245, set. 2008.

SANDERS, R. A model of kinematic variables determining height achieved in water polo boosts. **Journal of Applied Biomechanics**, Champaign, v. 15, p. 270-283, 1999a.

\_\_\_\_\_. Analysis of the eggbeater kick used to maintain height in water polo. **Journal of Applied Biomechanics**, Champaign, v. 15, n. 3, p. 284-291, Aug. 1999b.

\_\_\_\_\_. **Strength, flexibility and timing in the eggbeater kick**. 2006. Disponível em: <<http://www.coachesinfo.com>>. Acesso em: 14 fev. 2006.

STONE, M. H. et al. Power and maximum strength relationships during performance of dynamic and static weighted jumps. **Journal Strength Conditioning Research**, v. 17, n. 1, p. 140-147, Feb. 2003.

TEIXEIRA, S. et al. Análise biomecânica do *egg beater* no *water polo*: dados preliminares. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO FÍSICA EM MOTRICIDADE HUMANA, 4., 2005, Rio Claro. **Anais...** Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 2005. p. 186.

TEIXEIRA, S.; CORRÊA, S. C.; GUIMARÃES JUNIOR, G. Análise angular do joelho na pernada alterada no pólo aquático: dados preliminares. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, São Paulo, v. 20, sup. 5, p. 377, set. 2006.

TSEKOURAS, Y. E. et al. The anthropometrical and physiological characteristics of elite water polo players. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 95, n. 1, p. 35-41, Sept. 2005.

WHITING, W. C. et al. Three-dimensional cinematographic analysis of water polo throwing in elite performers. **American Journal of Sports Medicine**, Illinois, v. 13, n. 2, p. 95-98, Mar./Apr. 1985.

#### **Contato**

Ana Paula Xavier Ladeira  
Avenida Mackenzie, 905, Tamboré  
Barueri – SP – Brasil – CEP 06460-130  
E-mail: ana.ladeira@mackenzie.br

#### **Tramitação**

Recebido em 18 de dezembro de 2010  
Aceito em 31 de março de 2011