

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA

CAMILA DIAS DE CASTRO

**RELAÇÕES ENTRE PARÂMETROS MUSCULARES ISOCINÉTICOS E ALTURA  
ATINGIDA EM EGGBEATER EM JOGADORES DE PÓLO AQUÁTICO**

PORTO ALEGRE

2011

CAMILA DIAS DE CASTRO

**RELAÇÕES ENTRE PARÂMETROS MUSCULARES ISOCINÉTICOS E ALTURA  
ATINGIDA EM EGGBEATER EM JOGADORES DE PÓLO AQUÁTICO**

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado  
à Escola de Educação Física como requisito  
parcial para a obtenção de título de Bacharel  
em Educação Física

Orientador: Dr. Flávio A. de Souza Castro

PORTO ALEGRE

2011

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi verificar se existe correlação entre altura máxima atingida em um salto em *eggbeater* (EB) e pico de torque ( $P_T$ ), trabalho ( $W_{máx}$ ) e potência (Pot) dos músculos que realizam a propulsão e a recuperação nesta técnica de salto em jogadores de pólo aquático (PAq). Participaram 16 indivíduos, 11 homens e 5 mulheres, que realizaram dois testes separados por 48 horas. O primeiro realizado no dinamômetro isocinético, para definir as variáveis  $P_T$ ,  $W_{máx}$  e Pot (30, 60, 120, 180 e 240°/s) e o segundo, na piscina, a fim de identificar altura máxima do salto em EB (com videogrametria). Os resultados indicaram que os jogadores que saltaram mais alto possuem músculos que realizam a propulsão do EB, em especial os extensores do joelho, mais fortes, potentes e que mantem uma grande força por um maior período de tempo em baixas velocidades. Assim parece ser interessante que treinos específicos para tais grupos musculares sejam aplicados pelos treinadores afim de incrementar a altura atingida em EB.

Palavras-chave: impulsão, egg-beater, dinamometria isocinética

## SUMÁRIO

Lista de equações .....	6
Lista de figuras.....	7
Lista de quadros .....	9
Lista de tabelas.....	10
Lista de abreviaturas, símbolos, unidades e definição operacional de termos .....	11
1 INTRODUÇÃO.....	14
2. OBJETIVOS.....	17
2.1 Objetivo geral .....	17
2.2 Objetivos específicos .....	17
3 REVISÃO DE LITERATURA .....	18
3.1 Eggbeater.....	18
3.1.1 Cinemática do <i>eggbeater</i> .....	24
3.1.2 Cinética do <i>eggbeater</i> .....	27
3.2 Avaliação isocinética .....	29
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	32
4.1 População e amostra .....	32
4.2 Delineamento experimental.....	33
4.3 Protocolos de avaliação.....	33
4.3.1 Teste de dominância lateral.....	34
4.3.2 Medidas antropométricas .....	34
4.3.3 Teste isocinético .....	35
4.3.4 Teste de impulsão vertical .....	36
4.4 Análise estatística .....	38
5 RESULTADOS .....	39
6. DISCUSSÃO.....	57
6.1 Resultados gerais .....	57
6.2 Saltos HAegg e Hregg .....	57

6.3 Variáveis Isocinéticas.....	58
6.4 Correlações.....	59
6.4.1 Altura absoluta e relativa.....	59
6.4.2 Articulações – movimentos isolados .....	60
6.4.3 Conjunto de articulações – movimentos de propulsão e recuperação .....	61
7. CONCLUSÃO .....	63
8. LIMITAÇÕES E PERSPECTIVAS.....	64
REFERÊNCIAS .....	65
ANEXO 1 .....	69
ANEXO 2 .....	70

**Lista de equações**

Equação 1.....28

Equação 2.....28

Equação 3.....28

Equação 4.....32

## Lista de figuras

Figura 1. Eggbeater para sustentação (vista frontal).....	24
Figura 2. <i>Eggbeater</i> para elevação (vista frontal).....	24
Figura 3. <i>Eggbeater</i> para elevação com palmateio (vista lateral).....	25
Figura 4. Trajetória dos pés nos planos frontal (acima) e sagital (abaixo), sendo os da esquerda os movimentos mais eficientes. (Sanders 1999a).....	25
Figura 5. Quadril abduzido.....	27
Figura 6. Quadril flexionado.....	27
Figura 7. Joelho flexionado.....	27
Figura 8. Fatores qualitativos que contribuem para a altura da impulsão. Adaptação dos estudos de Sanders (1999 a e b).....	29
Figura 9. Teste de impulsão, conforme protocolo de Platanou, (2005). Na primeira parte mostrando a posição inicial, na segunda a hora do salto.....	38
Figura 10. Média e desvio padrão do pico de torque dos extensores e flexores do joelho ( $P_{T_{ext\_J}}$ , $P_{T_{flex\_J}}$ ) nas diferentes velocidades testadas.....	41
Figura 11. Média e desvio padrão do trabalho máximo dos extensores e flexores do joelho ( $W_{máx\ ext\_J}$ , $W_{máx\ flex\_J}$ ) nas diferentes velocidades.....	42
Figura 12. Média e desvio padrão da potência dos extensores e flexores do joelho ( $P_{otext\_J}$ , $P_{otflex\_J}$ ) nas diferentes velocidades.....	43

Figura 13. Média e desvio padrão do pico de torque dos extensores e flexores do quadril ( $P_{\text{Text\_Q}}$ ,  $P_{\text{T flex\_Q}}$ ) nas diferentes velocidades testadas.....44

Figura 14. Média e desvio padrão do trabalho máximo dos extensores e flexores do quadril ( $W_{\text{máxext\_Q}}$ ,  $W_{\text{máx flex\_Q}}$ ) nas diferentes velocidades testadas.....45

Figura 15. Média e desvio padrão da potência dos extensores e flexores do quadril ( $P_{\text{otext\_Q}}$ ,  $P_{\text{otflex\_Q}}$ ) nas diferentes velocidades testadas.....46

Figura 16. Média e desvio padrão do pico de torque dos abdutores e adutores do quadril ( $P_{\text{T abd\_Q}}$ ,  $P_{\text{T ad\_Q}}$ ) nas diferentes velocidades testadas.....47

Figura 17. Média e desvio padrão do trabalho máximo dos abdutores e adutores do quadril ( $W_{\text{máx abd\_Q}}$ ,  $W_{\text{máx ad\_Q}}$ ) nas diferentes velocidades testadas.....48

Figura 18. Média e desvio padrão da potência dos abdutores e adutores do quadril ( $P_{\text{otabd\_Q}}$ ,  $P_{\text{otad\_Q}}$ ) nas diferentes velocidades testadas.....49

Figura 19. Média e desvio padrão do pico de torque dos músculos propulsores e recuperadores ( $P_{\text{t prop}}$ ,  $P_{\text{t rec}}$ ) nas diferentes velocidades testadas.....50

Figura 20. Média e desvio padrão do trabalho máximo dos músculos propulsores e recuperadores ( $W_{\text{máxprop}}$ ,  $W_{\text{máxrec}}$ ) nas diferentes velocidades testadas.....50

Figura 21. Média e desvio padrão da potência dos músculos propulsores e recuperadores ( $P_{\text{ot prop}}$ ,  $P_{\text{ot rec}}$ ) nas diferentes velocidades testadas.....51

## Lista de quadros

- Quadro 1. Resultados dos testes onde T (duração do gesto em uma perna);  $F_{m\acute{a}x}$  (pico de força);  $F_{m\acute{a}dia}$  (a média dos valores de força); Imp. (o impulso produzido); TxF (a taxa de produção de força explosiva) e a Freq. (frequência do chute em uma perna). O quadro adaptado do estudo de Dopsaj (2010).....21
- Quadro 2. Resumo dos principais trabalhos que trazem os parâmetros do gesto do eggbeater no pólo aquático.....23
- Quadro 3. Alturas atingidas em estudos anteriores. Importante salientar que os estudos utilizaram metodologias distintas.....24
- Quadro 4. Variável, estudo fonte dos dados e n calculado para definição do tamanho da amostra.  $H_{egg}$ : altura do salto em *eggbater*.....33

## Lista de tabelas

Tabela 1. Média e desvio padrão (DP) da idade , estatura envergadura, massa e tempo de prática no Pólo Aquático da amostra n=16. ....	39
Tabela 2. Altura do salto em <i>eggbeater</i> , valores absolutos e relativos à envergadura. Médias e desvios-padrão (DP) das variáveis.HAEGG; altura absoluta; HR <sub>ENV</sub> : altura relativa à envergadura, HR <sub>EST</sub> : altura relativa à estatura; HR <sub>EE</sub> : altura relativa à envergadura e à estatura, simultaneamente.....	40
Tabela 3. . Correlação entre os parâmetros selecionados em relação a articulação do joelho no movimento de extensão e flexão com HAegg, n=16.....	52
Tabela 4. Correlação entre os parâmetros selecionados em relação a articulação do quadril no movimento de extensão e flexão com HAegg, n=16.....	53
Tabela 5. Correlação entre os parâmetros selecionados em relação a articulação do quadril no movimento de abdução e adução com HAegg, n=16.....	54
Tabela 6. Correlação entre os parâmetros selecionados em relação aos movimentos de propulsão com HAegg, n=16.).....	55
Tabela 7. Correlação entre os parâmetros selecionados em relação aos movimentos de recuperação com HAegg, n=16.).....	55

## Lista de abreviaturas, símbolos, unidades e definição operacional de termos

A	Área de secção transversa do músculo envolvido.
$C_D$	Coeficiente de arrasto propulsivo.
$C_L$	Coeficiente de sustentação.
cm	Centímetro, unidade de medida de comprimento.
dp	Desvio-padrão da variável em questão.
e	Erro de medida tolerado.
Est	Estatura
Env	Envergadura
EB	Eggbeater
f	Frequência do chute em uma perna.
$F_D$	Força <i>drag</i> .
$F_{EMP}$	Força de empuxo.
$F_L$	Força <i>lift</i> .
$F_{máx}$	Pico de força.
$F_{média}$	Média dos valores de força.
$F_P$	Força de impulsão para baixo, derivada da massa do indivíduo.
g	Aceleração da gravidade.
$H_{egg}$	Altura máxima atingida no teste de impulsão do eggbeater.
$HA_{egg}$	Valor absoluto da altura máxima atingida no teste de impulsão do eggbeater.
$HR_{ENV}$	Valor relativo ( $HA_{egg} \cdot Env^{-1}$ ) da altura máxima atingida no teste de impulsão do eggbeater em relação a envergadura
$HR_{EST}$	Valor relativo ( $HA_{egg} \cdot Est^{-1}$ ) da altura máxima atingida no teste de impulsão do eggbeater em relação a estatura
$HR_{EE}$	Valor relativo ( $HA_{egg} (Env+Est)^{-2}$ ) da altura máxima atingida no teste de impulsão do eggbeater em relação a envergadura e estatura
IF	Índice de fadiga
Imp	Impulso produzido no teste de altura em <i>eggbeater</i> .
J	Jaule, unidade de medida de trabalho

$\text{km.h}^{-1}$	Quilômetros por hora, unidade de medida de velocidade.
m	Metros, unidade de medida de comprimento.
min	Minutos, unidade de tempo.
N	Newton, unidade de medida de força.
n	Tamanho amostral
$\rho$	Densidade do fluido
PAq	Pólo aquático
$P_T$	Pico de torque gerado por meio de um teste isocinético.
$P_{T_{abd\_Q}}$	Pico de torque gerado na abdução do quadril .
$P_{T_{ad\_Q}}$	Pico de torque gerado na adução de quadril .
$P_{T_{ext\_J}}$	Pico de torque gerado na extensão do joelho .
$P_{T_{ext\_Q}}$	Pico de torque gerado na extensão do quadril.
$P_{T_{flex\_J}}$	Pico de torque gerado na flexão do joelho.
$P_{T_{flex\_Q}}$	Pico de torque gerado na flexão do quadril.
Pot	Potência muscular gerada por meio de um teste isocinético.
$Pot_{abd\_Q}$	Potência muscular gerada na abdução do quadril .
$Pot_{ad\_Q}$	Potência muscular gerada na adução de quadril .
$Pot_{ext\_J}$	Potência muscular gerada na extensão do joelho .
$Pot_{ext\_Q}$	Potência muscular gerada na extensão do quadril.
$Pot_{flex\_J}$	Potência muscular gerada na flexão do joelho.
$Pot_{flex\_Q}$	Potência muscular gerada na flexão do quadril.
s	Segundos, unidade de medida de tempo.
$s$	Velocidade dos membros no fluido.
$\text{saltos.min}^{-1}$	Saltos por minuto.
t	Duração do gesto, <i>de eggbeater</i> , em uma perna em 10 segundos.
TxF	Taxa de produção de força explosiva.
$W_{\text{máx}}$	Trabalho máximo gerado por meio de um teste isocinético.
$W_{\text{máx } abd\_Q}$	Trabalho máximo gerado na abdução do quadril .

$W_{\text{máx ad\_Q}}$	Trabalho máximo gerado na adução de quadril .
$W_{\text{máx ext\_J}}$	Trabalho máximo gerado na extensão do joelho .
$W_{\text{máx ext\_Q}}$	Trabalho máximo gerado na extensão do quadril.
$W_{\text{máx flex\_J}}$	Trabalho máximo gerado na flexão do joelho.
$W_{\text{máx flex\_Q}}$	Trabalho máximo gerado na flexão do quadril.
Watt	Unidade de medida da potência
Z	Z estatístico.

## 1 INTRODUÇÃO

O jogo de pólo aquático (PAq), diferente dos demais esportes praticados na água, tem características de esporte coletivo com bola. Como principal característica apresenta o domínio e manuseio da bola somente com uma das mãos, com exceção do goleiro que pode manuseá-la com as duas; sendo proibido o apoio dos pés no chão por qualquer jogador. Como objetivo principal tem-se a marcação de gols no adversário.

Segundo as regras oficiais de PAq, aprovadas pelo Congresso Técnico da Federação Internacional de Natação Amadora, homologada pela CBDA, a piscina deve ter uma profundidade mínima de 1,5 m (preferencialmente 2,0 m), largura entre 10 m a 20 m e comprimento entre 20 m a 30 m. A partida é dividida em quatro tempos de 8 minutos (4 x 8 min) pausados em faltas. Entre o 1° e o 2° e entre o 3° e o 4° tempo é dado um intervalo de dois minutos, sendo dado um intervalo maior, de 5 minutos, entre o 2° e o 3° tempo. A duração total de um jogo de campeonato profissional é de aproximadamente 55 minutos (52 a 60 min.), quando cada tempo dura em média 12 minutos ( $\pm 2,5$  min) (SARDELLA, 1990 e FARAJIAN, 2004).

No PAq os jogadores realizam os gestos técnicos e táticos a partir de duas posições básicas: horizontal e vertical (SANDERS, 1999; DOPSAJ e PLATANOU, 2004; THANOPOULOS, 2006). Na horizontal são realizadas as habilidades de deslocamentos mais longos, com e sem bola, e também para mudanças rápidas de direções, quando os jogadores nadam os nados crawl, costas e peito adaptados para o PAq (todos estes com técnica semelhante ao nado tradicional, porém com a cabeça fora da água). Já a posição vertical pode ser considerada como a “posição base” do PAq, visto que é a partir desta que se desenvolvem os fundamentos básicos e táticos como o agarre, passe, arremesso, finta, bloqueio e marcação (GLADDEN e COLACINO, 1978; KLINZING, 1991; SANDERS, 1999; DOPSAJ, 1999). Para a manutenção desta posição é utilizada a técnica do *eggbeater* (EB).

O EB é uma técnica propulsiva realizada no PAq e no nado sincronizado, porém neste estudo somente serão mencionadas as características convenientes ao pólo. O gesto é realizado por meio de movimentos cíclicos e alternados dos membros inferiores, ou seja, quando uma perna se move no sentido horário a outra se movimenta no sentido anti-horário. Segundo Alexander (2006), os membros

inferiores alternam entre duas fases: propulsão e recuperação. Na fase de propulsão são realizados os movimentos de adução, extensão e rotação interna do quadril; extensão e rotação interna do joelho, planti-flexão e inversão do tornozelo. Já na recuperação o quadril e o joelho flexionam e rotam externamente; o quadril abduz e o tornozelo realiza uma dorsi-flexão e uma eversão.

Para um bom desempenho no jogo de PAq é essencial que o jogador tire o máximo possível do corpo fora da água, afim de que seu bloqueio, passe e arremesso sejam mais eficientes, precisos e rápidos. Para isto ocorrer é necessário ter uma pernada de *eggbeater* satisfatória, os movimentos devem acontecer, predominantemente, na direção anteroposterior (e não de cima para baixo), o jogador deve possuir boa amplitude nas articulações dos membros inferiores e deve realizar os movimentos com alta velocidade e potência. Diversos estudos ainda destacam a importância do trabalho de força dos músculos dos membros inferiores, no entanto não foi encontrado, ainda, nenhum que correlacionasse a força muscular específica fora da água com a eficiência do salto na água.

A dinamometria isocinética (DVIR,1995; FARTO et al, 2001), por sua vez, representa um importante método de avaliação da força muscular, sendo uma ferramenta bastante utilizada em estudos de performance, tendo em vista sua objetividade e seu controle na velocidade do movimento. Sob uma perspectiva de rendimento esportivo, por meio desta técnica pode-se quantificar a força, através de parâmetros musculares como pico de torque, trabalho e potência em diferentes tarefas esportivas, assim como monitorar os efeitos de treinamento. Clinicamente também possui grande valor por identificar diferenças bilaterais e possíveis lesões. No entanto, literatura relacionada a avaliação da força dos membros inferiores entre jogadores de PAq, ainda é escassa. Dopsaj já trabalhou com as características mecânicas e cinéticas da força de tração (2010a) e também com a força de sustentação nos três níveis energéticos – anaeróbio alático, anaeróbio láctico e aeróbio (2010b), do *eggbeater* na água; Platanou (2005) relacionou o salto vertical na água com um teste de potência em terra e força muscular específica foi trabalhada com teste isocinético com os membros superiores com intuito de verificar o possível desequilíbrio muscular dos músculos dos ombros. Não sendo encontrado nenhuma referência sobre testes isocinéticos nos membros inferiores entre tais jogadores.

Considerando que nos últimos anos o interesse pelo PAq tem voltado a crescer no estado, e principalmente, em Porto Alegre, e sabendo que para o treinador é essencial ter o controle da aptidão física dos seus jogadores, assim como aprimorar o treinamento dentro e fora da água é sempre um objetivo a ser conquistado, o presente estudo teve como objetivo verificar se existe relação entre a altura máxima atingida no salto vertical na água ( $H_{egg}$ ) com os seguintes parâmetros musculares isocinéticos: a) o pico de torque ( $P_T$ ), b) trabalho máximo ( $W_{máx.}$ ) e c) potência (Pot) gerados por meio de um teste isocinético concêntrico-concêntrico, nos movimentos realizados na fase de propulsão e recuperação do salto, sendo eles: extensão ( $P_{Text\_Q}$ ,  $W_{máxext\_Q}$ ,  $Pot_{ext\_Q}$ ), adução ( $P_{Tad\_Q}$ ,  $W_{máxad\_Q}$ ,  $Pot_{ad\_Q}$ ) de quadril e extensão do joelho ( $P_{Text\_J}$ ,  $W_{máx ext\_J}$ ,  $Pot_{ext\_J}$ ) e flexão ( $P_{Tflex\_Q}$ ,  $W_{máxflex\_Q}$ ,  $Pot_{flex\_Q}$ ) e abdução ( $P_{Tabd\_Q}$ ,  $W_{máx abd\_Q}$ ,  $Pot_{abd\_Q}$ ) do quadril e flexão ( $P_{Tflex\_J}$ ,  $W_{máx flex\_J}$ ,  $Pot_{flex\_J}$ ) do joelho respectivamente, sendo descartados os movimentos de rotação devido a uma limitação metodológica. Com isso espera-se poder somar o conhecimento teórico com a prática do treinador e assim buscar resultados ainda mais importantes para com o desempenho dos jogadores.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Configurou-se, como objetivo geral do presente estudo, verificar se existe relação entre a altura máxima atingida no salto vertical na água e os parâmetros musculares isocinéticos: pico de torque, trabalho máximo e potência gerado por meio das ações articulares do quadril e joelho que envolvem a fase propulsiva e recuperativa do salto, em jogadores de pólo aquático.

### 2.2 Objetivos específicos

Já os objetivos específicos foram:

- I. Correlacionar os valores de altura máxima com o pico de torque gerado nos movimentos de extensão, adução de quadril e extensão do joelho e flexão e abdução do quadril e flexão do joelho.
- II. Correlacionar os valores de altura máxima com o trabalho máximo gerado nos movimentos de extensão, adução de quadril e extensão do joelho e flexão e abdução do quadril e flexão do joelho.
- III. Correlacionar os valores de altura máxima com a potência gerada nos movimentos de extensão, adução de quadril e extensão do joelho e flexão e abdução do quadril e flexão do joelho.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

Esta revisão de literatura aborda o *eggbeater* (aspectos cinemáticos e cinéticos) e a avaliação isocinética.

#### 3.1 *Eggbeater*

No PAq existem certas qualidades especiais que são muito importantes para alcançar o sucesso durante uma partida. Uma delas é a qualidade do gesto de sustentação e elevação do corpo: o *EB*. Alguns estudos (WITING et al, 1985; SANDERS, 1999a ; FALK et al, 2004; PLATANOU, 2004; PLATANOU, 2005; ALEXANDER e HONISH, 2006;; MCCLUSKEY et al, 2010; e ZINNER et al, 2010) são encontrados relacionando o desempenho em PAq e o salto em *EB*. Sobre o arremesso a gol, Wiiting et al (1985) descreveram os movimentos que geram velocidade em um chute a gol comparando jogadores mais e menos qualificados. Foram analisados chutes mais rápidos e mais lentos com intuito de encontrar os fatores que contribuem para um bom arremesso. Os elementos que se destacaram foram: rotação do tronco (29%) rotação interna e/ou externa do ombro (31%), extensão do cotovelo (22%) e flexão do punho (8%).

Ball (2008), em uma revisão sobre trabalhos científicos realizados sobre o assunto, destaca o artigo de Darras (1998) que mensurou a velocidade do tiro de meta em jogadores, constatando que esta varia entre 58 e 88  $\text{km.h}^{-1}$ , salientou também a conclusão de Davis e BlankHAeggy (1977) e Natunem et al (1995) as quais mostram a relação direta e positiva entre a velocidade da bola e a experiência do jogador. Com o objetivo de determinar se existe relação entre a velocidade da bola após o arremesso e a altura do salto na água, Mc Cluskey (2010), analisou 22 jogadoras australianas de alto nível e concluiu que a potência inferior do corpo foi um preditor significativo da velocidade da bola entre jogadoras altamente qualificadas, representando 62 % da variação da velocidade, uma vez descartada a contribuição das características física, ou seja, as maiores velocidades atingidas pela bola foram conquistadas pelas atletas capazes de alcançar maiores alturas.

Zinner et al (2010), avaliaram diferentes habilidades em 15 jogadores alemães por meio de uma bateria de quatro testes. Estes identificavam o tempo máximo que os atletas suportavam manter 1/8 do seu peso corporal acima da superfície da água (~ 24 s); quantos saltos realizavam deslocando-se entre a goleira e tocando em uma bola posicionada em cada ângulo do gol dentro de um minuto (~ 76 saltos.min<sup>-1</sup>); velocidade da bola em um arremesso a uma distância de 5 m do gol (~ 68 km.h<sup>-1</sup>) e a altura máxima de um teste de saltar e alcançar (~ 156 cm). Zinner et al (2010) verificaram positiva correlação entre a altura máxima atingida e duas variáveis: o tempo suportado com a determinada carga ( $r = 0,65$ ,  $p < 0,01$ ) e a quantidade de saltos por minuto ( $r = 0,86$ ,  $p < 0,01$ ). No entanto, diferente dos resultados de Mc Cluskey (2010) a altura máxima do salto não teve grande correlação com a velocidade máxima atingida pela bola, sendo esta possivelmente, determinada por um conjunto de fatores e não por um específico. Tal discordância de resultados ressalta a relevância de se estudar a relação do salto em *EB* com o desempenho no PAq, assim como os fatores que determinam um bom impulso.

Uma revisão sobre a cinesiologia dos membros superiores e inferiores no momento de um veloz chute a gol, assim como os possíveis determinantes para tal foi escrita por Alexander e Honish (2006). Segundo este trabalho, os quadris e joelhos devem estar flexionados ao máximo, momentos antes do arremesso e o tronco deve ter uma saída da água de no mínimo 0,2 m para que haja um arremesso rápido e satisfatório, permitindo sua maior rotação e melhor ação dos membros superiores.

Sanders (1999a; 1999b) deteve-se nos membros inferiores, realizando análises através de cinematria 3D. Em 1999 publicou dois artigos relacionados à descrição cinesiológica, um deles com objetivo de investigar as variáveis cinemáticas contribuintes para o alcance da altura máxima em um impulso (1999a). O outro analisando a técnica do *EB* e identificando os fatores que colaboram para ser mantida a altura (1999b). Nos dois estudos, a altura máxima atingida ou mantida foi mensurada por meio da distância do vértice da cabeça até a linha da água. Como resultados do primeiro estudo, Sanders (1999a) encontrou uma altura máxima que variou entre 0,5 e 0,9 m. Devido à complexa interação entre todos os fatores, não foi identificada uma variável fortemente correlacionada com a altura máxima. No entanto, a partir da análise de regressão múltipla, verificou-se que a velocidade do pé ao quadrado, amplitude do joelho e a angulação do tronco em relação à água

explicaram, em conjunto, 74% da variação da altura alcançada. Ainda foi sugerido que as orientações do pé e o movimento anteroposterior e médio-lateral interferem de forma positiva na eficácia da força de propulsão e força de elevação. No segundo estudo (1999b) a altura máxima mantida ficou entre 0,22 e 0,42 m, sendo novamente indicada a forte relação entre a velocidade do pé e o efetivo gesto de *EB*, destacando que todos os segmentos inferiores trabalham em conjunto para gerar melhor orientação dos pés, mostrando ser importante o trabalho de força e flexibilidade dos membros.

Considerando o *EB* uma ação complexa e incomum, a qual não assemelha-se a nenhuma atividade do cotidiano, músculos não usados habitualmente são ativados. Como prelúdio para elaboração de programas de treinamento adequado, Sanders (2006) achou interessante identificar tais músculos e assim orientar para o desenvolvimento de determinadas capacidades condicionantes. Para melhorar o chute foi então orientado o trabalho de velocidade e potência em flexores e extensores dos quadris e joelhos; flexibilidade e poder de força dos adutores, abdutores, rotadores internos e externos do quadril e rotadores internos e externos do joelho e também a flexibilidade do tornozelo.

Ainda, procurando compreender as forças envolvidas, Platanou (2004), por meio da cinemetria, correlacionou a capacidade dos jogadores de PAq se movimentarem verticalmente para fora da água (salto na água) com a capacidade de força explosiva em terra (salto em terra) e avaliou se o desempenho da altura do salto varia com a posição e nível do atleta. A média da altura máxima do salto na água, mensurada pela diferença entre a distância do ponto mais alto atingido pela mão que está fora da água com a superfície da água e o comprimento do membro superior, foi de  $68,3 \pm 4,6$  cm e na terra  $49,6 \pm 6,5$  cm. O coeficiente de correlação entre estas duas variáveis foi baixo ( $r = 0,25$ ), e diferenças significativas foram encontradas entre os dois saltos de acordo com as posições e níveis dos jogadores. Assim, apesar de ser razoável esperar que os jogadores de pólo dependam da força explosiva dos membros inferiores, foi concluído que esta capacidade correlaciona-se mal com o salto na água, que pode ser explicado pelo diferença dos movimentos realizados na água fazendo com que a altura dependa muito mais de habilidades técnicas do que da força explosiva, além de sofrer interferências do meio líquido (forças atuantes: *drag* e *lift*). Juntamente a isso, constatou-se que a capacidade de

mover o corpo na vertical é mais acentuada nos goleiros e jogadores periféricos (alas e pontas) assim como nos jogadores de mais alto nível.

Dopsaj (2010) também estudou as forças exercidas durante o *EB*. O autor procurou definir as características básicas cinéticas e mecânicas em 10 segundos de *EB* amarrado em 14 jogadores masculinos de elite, na posição vertical com tronco inclinado à frente e as mãos acima da água. Foram medidas a duração do gesto em uma perna ( $t$ ); o pico de força ( $F_{\text{máx}}$ ); a média dos valores de força ( $F_{\text{média}}$ ); o impulso produzido ( $\text{Imp}$ ); a taxa de produção de força explosiva ( $\text{TxF}$ ) e a frequência do chute em uma perna ( $f$ ). Os resultados são mostrados no Quadro 1 que, segundo o autor, corroboram com aqueles encontrados por Marion e Taylor (2008), no qual o tempo do clico completo do *EB* ficou entre 0,5 e 0,65 s com a diferença de que no estudo em questão os jogadores encontravam-se com o tronco totalmente na vertical Estes mesmos autores citam que para um atleta com peso de 600 N, o *EB* contribui em 10-20 % para a força de subida necessária para equilibrar o corpo. Outro estudo mencionado foi o Yanagi, Amado et al (1995) o qual estudou a força vertical exercida durante o chute, verificando que esta variou entre 60 a 120 N.

**Quadro 1** – Resumo dos resultados do estudo de Dopsaj (2010), onde T: duração do gesto em uma perna;  $F_{\text{máx}}$ : pico de força;  $F_{\text{média}}$ : a média dos valores de força;  $\text{Imp}$ : o impulso produzido;  $\text{TxF}$ : a taxa de produção de força explosiva e Freq: frequência do chute em uma perna.

	$t$ (s)	$F_{\text{máx}}$ (N)	$F_{\text{média}}$ (N)	$\text{Imp}$ (N.s)	$\text{TxF}$ (N.s <sup>-1</sup> )	$f$ (pern.min <sup>-1</sup> )
<b>Média</b>	0,49	190,52	140,44	75,95	336,73	122,08
<b>Sd</b>	0,06	36,04	21,12	14,32	98,89	14,7
<b>Cv%</b>	11,44	18,92	15,04	19,64	29,37	12,04

No Brasil, Teixeira et al (2010) também analisaram biomecanicamente a pernada utilizada do jogo de PAq durante o arremesso. Os autores analisaram o deslocamento do quadril, assim como os gestos para alcance da maior altura entre seis meninos praticantes de PAq de nível estadual e nacional Os resultados do

deslocamento de quadril ficaram entre 0,15 a 0,29 m, o atleta que atingiu maior altura no instante da impulsão final mudou o sincronismo das pernas, adiantando a extensão do joelho, que acontece logo após a extensão do primeiro, apresentando uma maior amplitude de extensão do mesmo e maiores valores da velocidade do pé. Somado a isto, adotou um padrão de movimento do pé de trajetórias mais curvas, concordando com a literatura.

Assim, hoje está claro como deve ser o gesto efetivo de *EB*, quais os movimentos e articulações devem ser utilizados, assim como temos um parâmetro da altura atingida e mantida e da velocidade de um chute em jogadores de elite mundial (ver quadro 2 e 3). No entanto ainda restam dúvidas quanto ao tipo de força utilizada e sua possível contribuição no treinamento. Observando esta carência o atual estudo visou esclarecer a relação entre o pico de torque ( $P_T$ ), trabalho máximo ( $W_{máx}$ ) e potência (Pot.) com a altura do chute ( $H_{egg}$ ), podendo tal resposta auxiliar em treinamentos dentro e fora da água evitando lesões e melhorando a performance dos jogadores.

O Quadro 2 apresenta um resumo, com o tamanho da amostra, dos principais trabalhos que trazem parâmetros do gesto de *EB* no PAq.

**Quadro 2** – Resumo dos principais trabalhos que trazem os parâmetros do gesto do EB no PAq.

<b>Estudo</b>	<b>n</b>	<b>Principais implicações</b>
<b>Wiiting et.al (1985)</b>	13	Contribuição de movimentos que geram velocidade no chute: 29% rot. tronco; 31% rot. Interna ou externa ombro; 22% extensão cotovelo; 8% flexão punho.
<b>Alexander e Honissil (2006)</b>	-	Forte correlação entre velocidade do chute com as variáveis: flexão do quadril; flexão do quadril e altura mínima do tronco sobre a água.
<b>Darras et al (1998)</b>	-	Velocidade da bola durante o tiro de meta: entre 58 e 88 km.h <sup>-1</sup>
<b>Davis e BlankHAeggy (1977) Netunem et al (1995)</b>	-	Relação direta e positiva entre a velocidade da bola e a experiência do jogador.
<b>Mcluskey et al (2010)</b>	22	A potência dos membros inferiores como preditor significativo da velocidade da bola
<b>Zinner et al (2010)</b>	15	Alta correlação entre: - altura do salto vertical na água X tempo mantido na sustentação de 1/8 do peso corporal - altura do salto vertical na água X número de saltos entre a goleira em um minuto
<b>Sanders (1999 a)</b>	16	Cinemática para alcançar altura máxima no salto em EB:
<b>Sanders (1999 b)</b>	12	Cinemática para manter a altura máxima em EB:
<b>Platanou (2004)</b>	43	Baixa correlação entre o salto na terra (teste de potência) e o salto na água. Ainda: atletas de nível superior atingem maior altura, assim como aqueles que jogam nas posições de goleiro, ala e ponta.
<b>Sanders (2010)</b>	-	Identificação dos músculos atuantes no EB e orientação para treinamento de determinadas capacidades condicionantes

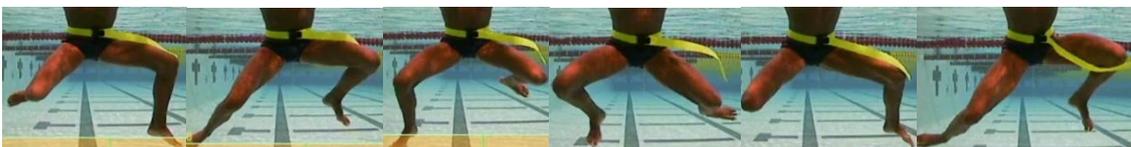
O Quadro 3 apresenta um resumo, com o tamanho da amostra, da média da altura do salto vertical na água através do *EB* ( $H_{egg}$ ), encontrados em estudos com metodologia semelhante a utilizada no presente estudo.

**Quadro 3** – Alturas atingidas em estudos anteriores. Importante salientar que os estudos utilizaram metodologias distintas.

Estudo	n	H <sub>egg</sub> (média, cm)
Zinner et al (2010)	15	155,87 ± 8,61
Falk et al (2004)	10	129 ± 1,1
Mccluskey et al (2010)	22	135,1 ± 4,03
Platanou (2004)	43	68,3 ± 4,6
Platanou (2005)	17	2D :65,3 ± 5,9 3D: 68,6 ± 5,4
Sanders (1999a)	16	Entre 50 e 90

### 3.1.1 Cinemática do *eggbeater*

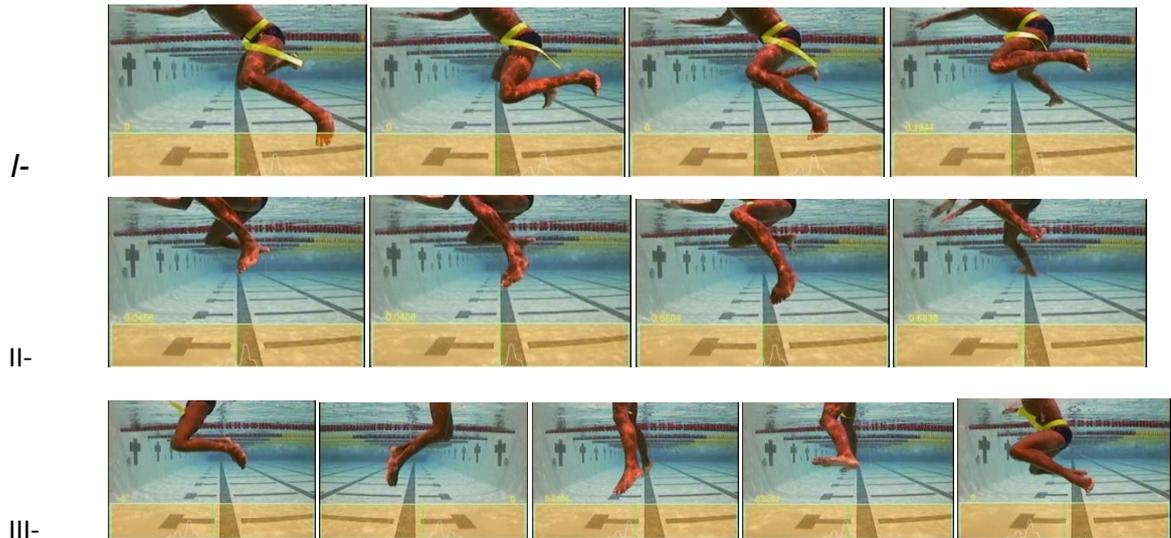
A pernada de *EB*, ou o chute de *EB*, é utilizado no PAq e no nado sincronizado, no entanto no presente estudo serão mencionados apenas os fatores interessantes ao pólo, tanto na forma de sustentação, quanto na forma de elevação do jogador (Figuras 1, 2 e 3). É uma técnica utilizada para manter o corpo na posição vertical, visto que os jogadores devem estar com uma das mãos livres para manipular a bola e não podem tocar o chão, assim como faz parte dos fundamentos técnicos e táticos do jogo. Cálculos com base no tempo e análise de movimento indicam que 45% a 55% do tempo de jogo são realizados na posição vertical (SMITH, 1998), o que confirma a importância de estudar diferentes variáveis sobre esta técnica.



**Figura 1** – Eggbeater para sustentação (vista frontal)

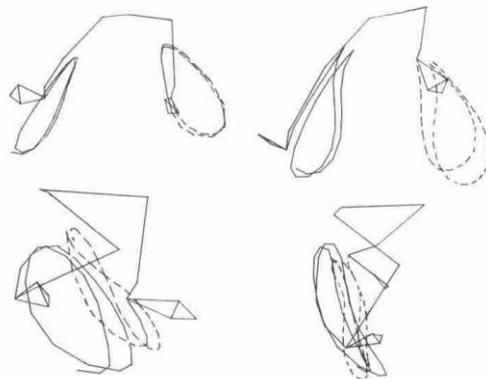


**Figura 2** – Eggbeater para elevação (vista frontal)



**Figura 3** – Eggbeater para elevação com palmateio (vista lateral)

No PAq uma das habilidades específicas almeçadas pelo jogador, a fim de ser alcançado o sucesso durante uma partida, é a altura máxima atingida no chute de *EB*. Por meio desta habilidade o jogador caracteriza seu desempenho quanto ao ataque, defesa, arremesso e marcação e bloqueio. Sanders (1999a, 1999b), com cinemática em três dimensões (3D) descreveu algumas das variáveis que identificam o nível de execução dos movimentos da perna: altura do quadril durante o arremesso, velocidade dos pés e forma de deslocamento dos pés. Sanders (1999) e Homma e Homma (2005) observaram que os melhores executantes realizam o gesto com predomínio de movimentos das pernas e pés em direção anteroposterior (frente para trás) do que na vertical (cima para baixo) (Figura4)



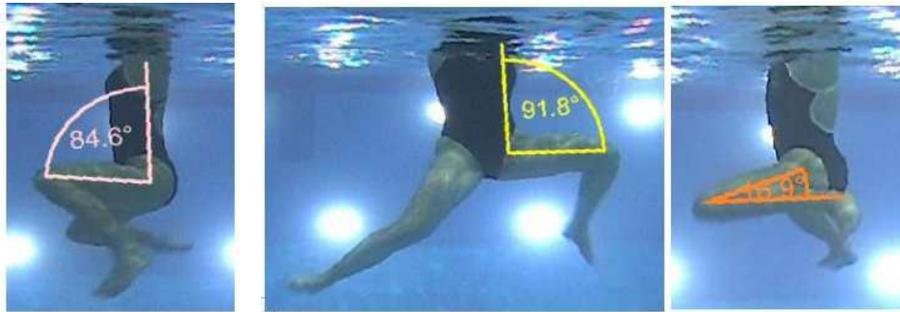
**Figura 4** – Trajetória dos pés nos planos frontal (acima) e sagital (abaixo), sendo os da esquerda os movimentos mais eficientes. (Sanders 1999a)

A posição inicial do corpo é fundamental para a realização correta do movimento, no caso do salto utilizando o chute de *EB*, o jogador já começa o gesto em movimento, no entanto ele estará realizando movimentos menos intensos. O início do gesto de impulsão irá ocorrer com uma das pernas iniciando a fase de propulsão e a outra iniciando a fase de recuperação. No início da fase de propulsão o quadril deve estar flexionado e abduzido, aproximadamente  $90^\circ$  e rotado externamente ( $30^\circ$ ); já o joelho estará praticamente todo flexionado ( $15^\circ$  de flexão) e rotado externamente; o tornozelo estará em dorsiflexão e evertido. Em contra partida a outra perna estará com o quadril aduzido e estendido e rotado internamente, o joelho estendido e rotado internamente e o tornozelo plantiflexionado e invertido. Ou seja, para o movimento de propulsão o quadril é aduzido, estendido e rotado internamente, o joelho estendido e rotado internamente, o tornozelo plantiflexionado e saindo da posição de eversão para a inversão na maior amplitude possível, iniciando o movimento no alto e atrás: perto do glúteo, próximo a parte posterior da coxa e acaba em baixo e a frente: direção a baixo do quadril e a frente do tronco. Sendo o movimento de recuperação o contrário (ALEXANDER e HONISH, 2006). Este conjunto de movimentos irá gerar um fluxo de alta velocidade e produzirá uma força de sustentação, esta força de sustentação depende do fluxo da água sobre os membros do jogador e será explicada a seguir.

Além destes fatores, a angulação do tronco em relação a superfície da água, o grau de extensão do joelho e a velocidade do pé, alteram a eficácia do salto. Sanders (1999) relacionou isto aos seguintes fatores: a) um menor ângulo entre o tronco e a superfície da água pode ser favorecido basicamente por três motivos: primeiro, o deslocamento para cima do centro de massa, fazendo com que as forças ascendentes sustentem uma menor massa; segundo, ocorrerá uma maior aceleração na extensão, a aceleração do tronco para cima gera uma maior reação do quadril para baixo resultando em uma maior contribuição dos membros inferiores para a impulsão, em terceiro esta inclinação para frente incentiva a posição inicial do pé, posterior ao quadril, próximo do glúteo e da parte posterior da coxa; b): quanto maior o grau de extensão do joelho, melhor pode ser o salto, aumentando as forças atuantes na impulsão e c) uma maior velocidade dos movimentos do pé aumenta a força de sustentação hidrodinâmica, aumentando o impulso.

Sendo assim, o gesto de *EB* deve ser realizado com o máximo de técnica possível, sendo este um fator determinante para um bom desempenho no jogo. Os

treinadores, por sua vez, devem se preocupar com todos os fatores que levam o jogador a aperfeiçoar seu chute de EB, com o intuito de possuir atletas cada vez mais capacitados. As Figuras 5, 6 e 7 descrevem os ângulos alcançados pelas articulações durante o movimento.



**Figura 5** – quadril abduzido **Figura 6** – quadril flexionado **Figura 7** – Joelho flexionado

### 3.1.2 Cinética do *eggbeater*

Estudos realizados no meio líquido, em sua maioria, geram muito mais dificuldades do que aqueles executados no meio terrestre (ar). A própria biomecânica dos fluidos é bem mais complexa quando se trata de movimentos aquáticos, devido às características físicas da água, as forças atuantes neste meio são potencialmente maiores do que no meio terrestre, o que pode dificultar as análises. Neste estudo não entraremos nos detalhes da relação de contribuição entre as forças (sustentação e arrasto de propulsão) apenas será explicado como elas atuam sobre o corpo do jogador.

Como já visto anteriormente, a altura do chute de EB ( $H_{egg}$ ) é um fator determinante para a qualidade dos fundamentos utilizados pelo jogador, sendo assim é de extrema valia identificar, além das características cinemáticas, as forças que atuam sobre e pelo jogador. Dentro da visão cinética, então, os fatores que influenciam na obtenção de um maior salto são: o impulso para cima e o impulso para baixo, nos quais resultam do tempo de aplicação de força e da força aplicada (SANDERS, 1999a, 1999b). A força de impulsão para cima é a resultante entre a força de sustentação e a força de arrasto propulsivo, sendo comumente denominadas como força *lift* ( $F_L$ ) e força *drag* ( $F_D$ ), respectivamente. Já a força de impulsão para baixo deriva da massa do indivíduo ( $F_P$ ) e a aceleração da gravidade ( $g$ ).

Quando um corpo está imóvel e totalmente imerso na água as forças que atuam sobre ele são a força da gravidade em sentido descendente e a força de empuxo ( $F_{EMP}$ ) em sentido oposto. No jogo de PAq, o jogador não se encontra totalmente imerso e nem parado, fazendo com que outras forças contribuam na sustentação ( $F_L$  e  $F_D$ ). A altura do salto então irá depender do impulso para cima, que pode ser gerado pelo corpo e do impulso para baixo, dependente da força da gravidade. Sabe-se que a força gerada depende da pressão do fluido sobre os membros, e por sua vez a diferença de pressão depende do coeficiente de sustentação ( $C_L$ ) e de arrasto propulsivo ( $C_D$ ), da densidade do fluido ( $\rho$ ), da área de secção transversa dos músculos envolvidos ( $A$ ) e da velocidade dos membros no fluido ( $v$ ). Sanders (1999a) mostrou essas variáveis incorporadas nas Equações (1) e (2), que são combinadas na Equação 3 ( e.g. HAY,1993. p185) :

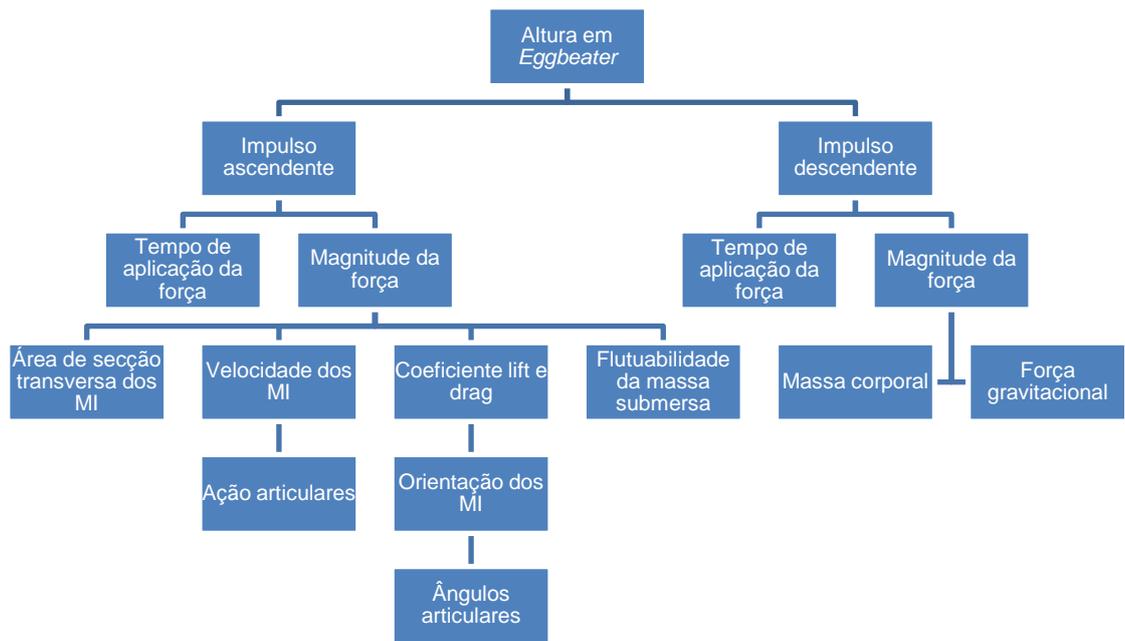
$$F_D = (C_D \cdot \rho \cdot A \cdot v^2) / 2 \quad \text{Equação (1)}$$

$$F_L = (C_L \cdot \rho \cdot A \cdot v^2) / 2 \quad \text{Equação (2)}$$

Ou seja,

$$F_T = F_D + F_L + F_{EMP} - F_P - g \quad \text{Equação (3)}$$

Devido a importância reconhecida da altura do salto em EB, Sanders (1999 a e b) , resumiu os fatores qualitativos que contribuem para a impulsão (Figura 8).



**Figura 8** – Fatores qualitativos que contribuem para a altura da impulsão. Adaptação dos estudos de Sanders (1999 a e b)

Em resumo, as forças que atuam sobre os membros inferiores dos jogadores têm altíssima importância na eficácia do gesto de *EB*, sendo sem dúvida a principal contribuinte para o sucesso de um impulso adequado, basta agora sabermos o quanto da força, representada por parâmetros musculares isocinéticos, realizada pelo jogador contribui para o desempenho no jogo.

### 3.2 Avaliação isocinética

A dinamometria isocinética (DVIR, 1995, GEESON et al, 1996) tem sido amplamente utilizada no ambiente de pesquisa, com a realização de testes monoarticulares nas diversas articulações do corpo, em diferentes movimentos (extensão – flexão, adução – abdução e rotação interna e externa). Testes deste nível trazem informações sobre a função muscular como torque, trabalho, potência, entre outros. O conhecimento dessas variáveis abre caminho para comparações entre músculos agonistas e antagonistas, membros contralaterais, grupos musculares entre indivíduos, objetivando a identificação de possíveis fatores de risco para lesão; comparações com valores normativos ou relações com demais testes.

De uma forma geral os estudos relacionados a rendimento esportivo e dinamometria isocinética tem avaliado a qualidade muscular de um grupo de pessoas caracterizadas por um tipo de esporte (KANNUS et al 1994; CHARTERIS et al 1999; GIOFTSIDOU et al, 2006), lesão (BRIGNOLI et al, 1996; OSTERAS et al,1998; KUVALJA et al 2001) ou problema neuromuscular (SVANTESSON et al,1999). No presente estudo, tem-se a intenção de relacionar a força muscular específica de certos grupos musculares, de jogadores de PAq, representada pelos parâmetros musculares isocinéticos: pico de torque, trabalho máximo e potência com a altura do salto vertical na água.

A força muscular representa a capacidade da musculatura de produzir tensão. No treinamento ela pode ser trabalhada, de forma geral, com objetivo de atingir um desenvolvimento dos grupos musculares como um todo, ou de forma específica, para desenvolver músculos especificamente utilizados em determinada modalidade esportiva. No caso do PAq, estudos indicam que a maior parte dos gestos realizados na vertical ocorrem em intensidade máxima e/ou submáxima através do sistema anaeróbio alático (SMITH, 1998; PLATANOU, 2004; TAKANI et al,2005; PLATANOU, 2009), indicando que o treinamento específico dos membros inferiores afeta indiretamente a eficácia do jogo. Através de uma avaliação isocinética informações relevantes sobre a força muscular podem ser adquiridas através de indicadores como pico de torque (representado pelo maior torque na amplitude do movimento em newton por metro ( $Nm^{-1}$ )), trabalho (sendo a energia realizada no esforço muscular durante o movimento, tendo como unidade o joule) e potência (resultado do trabalho realizado pelo tempo, expresso em watt (w)), as diferenças bilaterais de força e a razão antagonista/ agonista dos membros dominantes e não-dominantes. No entanto, até o presente momento, força muscular relacionada a mensurações isocinéticas entre os jogadores de PAq foram somente utilizadas em estudos relacionados aos membros superiores (TRIPLETT et al,1991; MCMASTER et al, 1991).

Tendo o conhecido da larga utilização de testes isocinéticos para avaliações referente a força muscular em diferentes esportes (BENNELLI, 1998, THEOHAROPOULOS et al, 2000, MAGALHÃES et al ,2001, SÉRGIO et al, 2001, TERRI et al 2001, D'ALESSANDRO, 2005, JULIA et al, 2010) e percebendo a

carência de estudos relacionando tal teste e o a força muscular dos membros inferiores de jogadores de PAq, o objetivo do referente estudo é averiguar se existe relação entre o pico de torque, trabalho máximo e potência, considerados como parâmetros musculares isocinéticos, gerados em certos movimentos do quadril e do joelho com a altura máxima do salto vertical na água e assim poder trazer mais dados para a literatura assim como poder aproximar a teoria da prática, levando esses resultados aos treinadores para que estes possam preparar treinos ainda mais específicos dentro e fora da água.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 População e amostra

A população deste estudo foi de jogadores de PAq com no mínimo dois anos de experiência. A amostra contou com a participação voluntária dos atuais jogadores de PAq de Porto Alegre. O convite para a colaboração ao presente estudo foi feito pelo responsável nos locais de treinamento dos jogadores (Parque Esportivo da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul e no Centro Natatório da Universidade Federal do Rio Grande do Sul). Todos os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, no qual era explicado o procedimento do estudo, atestando a participação voluntária e concordando com a utilização dos dados (Anexo 1). Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFRGS sob número 20699/2011.

Foram exigidos para inclusão: no mínimo dois anos de treinamento; o participante deveria ter uma frequência de treino mínima de duas vezes na semana 90 minutos ao dia nos seis meses anteriores a coleta. Foi considerado inapto a participar do estudo aqueles sujeitos que possuíam alguma lesão nas articulações do quadril ou joelho.

O tamanho amostral foi definido a partir da Equação 4, de acordo com o erro tolerado de medida para a variável a ser estudada.

$$n = \frac{Z^2 * dp^2}{e^2} \quad \text{(Equação 4)}$$

onde  $n$  é o tamanho da amostra,  $Z$  é o valor tabelado em relação ao nível de significância deste estudo (1,96 para  $\alpha = 0,05$ ),  $dp$  é o desvio-padrão da variável em questão, obtido da literatura específica e  $e$  o erro de medida tolerado (estimado em 5%) e aplicado sobre a média da variável em questão obtida da literatura. Os estudos utilizados para a obtenção dos valores de média e desvio-padrão apresentam metodologias similares às propostas neste estudo. Em relação a variável que entra no cálculo da amostra, o  $n$  calculado e o estudo do qual foram obtidos os valores de média e de desvio-padrão estão no Quadro 4.

**Quadro 4** - Variável, estudo fonte dos dados e n calculado para definição do tamanho da amostra.  $H_{egg}$ : altura do salto em eggbater

Variável	Estudo fonte	N calculado
$H_{egg}$	Zinner et al(2010)	5
	Falk et al (2004)	1
	Mccluskey et al(2010)	1
	Platanou(2004)	7
	Platanou(2005)	13
	Platanou(2005)	10

Considerando a maior amostra encontrada pelo cálculo proposto (13 sujeitos) no qual apresenta o maior n considerando os valores da variável do estudo de Platanou (2005), e a disponibilidade de colaboração dos atletas de Paq de Porto Alegre, o estudo contou com a participação voluntária de 16 jogadores de PAq, sendo 5 do sexo feminino e 11 do sexo masculino.

#### 4.2 Delineamento experimental

Tratou-se se um estudo do tipo ex post facto, configurando-se ainda como uma investigação correlacional, estabelecendo uma associação entre a variável altura do salto vertical na água com as variáveis: pico de torque, trabalho máximo e potência em terra.

#### 4.3 Protocolos de avaliação

Aqui são descritos todos os procedimentos que foram utilizados. Foram necessários seis dias para a realização das coletas. Conforme entrevista anterior, os atletas foram divididos em três grupos, conforme a disponibilidade de horário dos mesmos. No primeiro dia o primeiro grupo realizou as medidas antropométricas, teste de dominância lateral e os testes isocinéticos. Após 48 horas foi realizado o teste de salto máximo em *EB* no local de treinamento dos atletas. A mesma sequencia foi realizada para os dois outros grupos. É válido salientar que os atletas dos três grupos realizaram os testes na mesma faixa de horário, testes isocinéticos pela manhã e de altura no horário do treino.

Os procedimentos preliminares, tomada das medidas antropométricas, teste de dominância lateral e os testes isocinéticos foram realizados no Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX) localizado na Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Após 48 horas (dois dias), no local de treino dos atletas foi realizado o teste de impulsão vertical na água ( $H_{egg}$ ). Todos os dados foram registrados em uma ficha com local para indicação do nome e código do avaliado, membro dominante, massa, estatura, envergadura, pico de torque, trabalho máximo, potência e possíveis observações.

#### 4.3.1 Teste de dominância lateral

Um teste de dominância lateral foi realizado com o intuito de aplicar os testes isocinéticos unilateralmente. Todos os sujeitos, por meio do inventário de Waterloo (ELIAS et. al 1998, Anexo 2), tiveram sua preferência lateral determinada.

#### 4.3.2 Medidas antropométricas

Foram obtidas as medidas de estatura, massa corporal e envergadura de todos os participantes antes da participação dos protocolos. A obtenção das medidas antropométricas foi realizada com os jogadores em trajes de treino (sunga), porém sem a touca, e descalços, com os seguintes materiais:

- balança marca Filizola, modelo 31, com resolução de 0,1 kg, para mensurar a massa de cada indivíduo;
- estadiômetro marca Filizola, modelo 31, com resolução de 0,01 m para mensurar a estatura de cada indivíduo;
- quadro para mensurar estatura, com resolução de 0,01 m, para mensurar a envergadura de cada indivíduo.

Para medição da massa foi solicitado a cada sujeito que permanecesse em pé, ao centro da plataforma da balança, de frente para o avaliador em posição ortostática até ser verificada a indicação correspondente do instrumento de medida.

Continuando na mesma posição, mas agora com as costas voltadas para o estadiômetro, o mesmo avaliador registrou a estatura do sujeito. Para mensuração da envergadura, considerada a distância média entre a ponta dos dedos médios das duas mãos os sujeitos foram posicionados de costas para o quadro de medida com os ombros abduzidos a 90°.

#### 4.3.3 Teste isocinético

Para coleta dos parâmetros musculares isoconéticos: pico de torque, trabalho máximo e potência foi utilizado um dinamômetro isocinético Biodex, modelo System 3 (Biodex Medical System, Shirley, NY-USA). Cada indivíduo realizou três testes isocinéticos, sendo dois com movimentos do quadril – extensão e flexão; adução e abdução - e um do joelho – extensão e flexão. Os testes foram realizados unilateralmente a partir de contrações realizadas sempre concentricamente em cinco velocidades angulares (30°/s, 60°/s, 120°/s, 180°/s e 240°/s), com três repetições máximas. A fim de assegurar que os indivíduos não estavam em fadiga muscular, foi calculado o índice de fadiga (IF) por meio da repetição do primeiro teste, sendo então calculada a diferença em porcentagem dos parâmetros musculares isocinéticos da primeira e da última repetição.

O protocolo geral foi dividido em cinco partes: aquecimento, teste 1, teste 2, teste 3 e repetição do primeiro teste. Cada teste foi subdividido em: familiarização e teste isocinético. Primeiramente o sujeito aqueceu durante 10 minutos em uma bicicleta ergométrica. Após, de forma randomizada, ele foi posicionado na cadeira do dinamômetro de acordo com o teste (quadril extensão-flexão, quadril adução abdução ou joelho extensão-flexão), iniciando o primeiro momento do teste 1, a familiarização, ou seja, testes submáximos com o intuito de habituar o indivíduo aos gestos e então minimizar os erros de aprendizagem. Nesta etapa foram usadas três velocidades (30°/s, 120°/s, e 240°/s): mais lenta, intermediária e mais rápida, respectivamente, com um intervalo de 60 segundos entre elas. Finalmente o teste máximo foi realizado. A ordem de execução das velocidades (30°/s, 60°/s, 120°/s, 180°/s e 240°/s) também foi randomizada, sendo dado um intervalo de 120 segundos entre as mesmas.

Seguindo o protocolo, a mesma lógica foi utilizada para os testes 2 e 3, sendo que o intervalo entre os testes foi em média de 3 minutos. Por fim, foi repetido a primeira velocidade do teste 1 a fim de obter o IF (índice de fadiga).

O posicionamento do sujeito no dinamômetro foi realizado segundo Dvir (1995), visando proporcionar a maior estabilidade possível. No movimento de extensão e flexão do quadril o sujeito foi posicionado em pé e tentou-se ao máximo manter o braço de alavanca alinhado com o trocanter maior. O sujeito realizava o movimento de flexão do quadril com a flexão do joelho e a extensão juntamente com a extensão do joelho. A adução e abdução, também foi realizada em pé com a tentativa de manter a crista ilíaca alinhada com o braço de alavanca, sendo exigido que o joelho ficasse estendido. Nos movimentos do joelho o sujeito ficou sentado com a fossa poplíteia alinhada ao braço de alavanca e o encosto do dinamômetro mantido em um ângulo de 85°. Nos movimentos do quadril foi sempre incentivado que o sujeito mantivesse as curvaturas da coluna assim como evitasse qualquer movimento do tronco.

Para as análises correlacionais os valores das variáveis isocinéticas foram divididos em dois grupos: movimentos isolados e movimentos em conjunto. No primeiro grupo foram considerados os valores individuais de torque, potência e trabalho de cada movimento (joelho – extensão e flexão; quadril - extensão, flexão, abdução e adução). Já no grupo dos movimentos em conjunto foram separados os movimentos de propulsão (extensão de joelho e quadril e adução do último) e recuperação (flexão do joelho e quadril e abdução do último), sendo realizada a soma dos valores individuais para cada variável isoconética.

#### 4.3.4 Teste de impulsão vertical

Para determinar a variável altura do salto ( $H_{egg}$ ) foi realizado um teste de impulsão vertical na água conforme o protocolo proposto por Platanou (2005). Uma placa fixada na piscina de forma a ficar perpendicular à superfície da água foi colocada a 60 cm acima da superfície da água (Figura 9), com a precaução de não impedir a livre circulação dos participantes na água. A distância entre a borda inferior da placa e a superfície da água foi medida com um pedaço de corda e um objeto,

com massa de 0,1 kg anexado a sua ponta. A altura da placa era ajustável. Para registrar a execução do teste, uma câmera de vídeo à prova d'água (SANYO , modelo VPC-WH1, operando a 60 Hz) foi colocada a uma distância de, aproximadamente, 3 m a frente da placa, com eixo ótico perpendicular à placa. A partir da posição de flutuação, após o sinal do pesquisador, os sujeitos impulsionaram-se com o objetivo de tocar no ponto mais alto da na placa em três tentativas. Foi utilizada a mão que o jogador tem o costume de arremessar. Antes do salto, a posição de flutuação foi mantida sem oscilações verticais, com pequenos movimentos das pernas, ficando o corpo imerso ao nível do acrômio, com os punhos na linha da água, para que o atleta não utilizasse o palmateio e assim, assegurando o movimento dos membros inferiores. A placa possuía medidas conhecidas, servindo para posterior calibração do sistema de vídeo. Deste modo a transformação de pixels em m foi possível, identificando a máxima altura atingida pelo ponto extremo da mão, junto à placa.

As análises de vídeo foram posteriormente realizadas com ajuda do software Kinovea, sendo possível a visualização quadro a quadro e assim identificada a distância entre a superfície da água e o ponto mais alto atingido na placa. Foram adquiridos os valores absolutos (HAegg) e os valores relativos. A altura máxima absoluta foi considerada a distância entre a superfície da água e o ponto mais alto atingido pelo atleta por meio da realização do salto em EB. Já a altura máxima relativa foi calculada em percentual da envergadura ( $HA_{egg} = Env^{-1} \cdot 100$ ), da estatura ( $HA_{egg} = Est^{-1} \cdot 100$ ) e da média entre estatura e envergadura ( $HA_{egg} = ((Env+Est)^{-2}) \cdot 100$ ).

Inicialmente os indivíduos aqueceram nadando 400 m em estilo livre e 100 m executando eggbeaer, na sequência realizaram saltos verticais em baixa intensidade por um minuto, a fim de aquecimento específico para o movimento. Após 5 minutos de descanso o teste foi iniciado, sendo realizados três saltos com 60 segundos de intervalo entre eles e utilizado como parâmetro da altura máxima atingida o salto com maior altura atingida. A Figura 9 apresenta a ilustração do teste de salto de altura máxima em *eggbetaer*, retirada do estudo de Platonou (2005) e foi utilizada como referência para este estudo.



**Figura 9** – Teste de impulsão, conforme protocolo de Platanou, (2005). Na primeira parte mostrando a posição inicial, na segunda a hora do salto.

#### 4.4 Análise estatística

Previamente foram calculadas a média e o desvio padrão dos dados coletados. Após foram aplicados testes de verificação de normalidade (*Shapiro-Wilk*). Considerando que os objetivos específicos do presente estudo eram averiguar se existia alguma correlação entre  $HA_{egg}$  e  $HR_{egg}$  e as variáveis isocinéticas vinculadas aos movimentos de propulsão e recuperação do EB foi aplicado o teste de correlação produto momento de *Pearson* para os dados paramétricos e o teste de correlação de *Spearman* para os não- paramétricos. Utilizou-se  $\alpha < 0,05$  como significativo e os cálculos foram realizados no programa SPSS v 15.0.

## 5 RESULTADOS

Neste capítulo são apresentadas as características antropométricas dos participantes do estudo, os resultados das análises da altura máxima atingida pelos atletas em EB, assim como os dados isocinéticos de torque, trabalho e potência e, por fim, as correlações entre a altura em EB e as variáveis isocinéticas isoladas e em conjunto.

### 5.1. Caracterização da amostra

Os valores da média e desvio padrão de idade, estatura, envergadura, massa e tempo de experiência na prática do PAq. do grupo são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1** – Média e desvio padrão (DP) da idade , estatura envergadura, massa e tempo de prática no Pólo Aquático da amostra n=16.

	Idade (anos)	Massa (kg)	Estatura (m)	Enverg. (m)	Exper. (anos)
<b>Média</b>	27,56	73,89	1,75	1,77	4,34
<b>DP</b>	4,88	13,23	0,09	0,11	1,59

### 5.2 Altura em *eggbeater*

Os valores da média e desvio padrão da altura máxima atingida de forma relativa ( $HB_{egg}$ ) e relativa ( $HR_{egg}$ ), são apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2** – Altura do salto em eggbeater, valores absolutos e relativos à envergadura. Médias e desvios-padrão (DP) das variáveis. HAEGG; altura absoluta; HR<sub>ENV</sub>: altura relativa à envergadura, HR<sub>EST</sub>: altura relativa à estatura; HR<sub>EE</sub>: altura relativa à envergadura e à estatura, simultaneamente

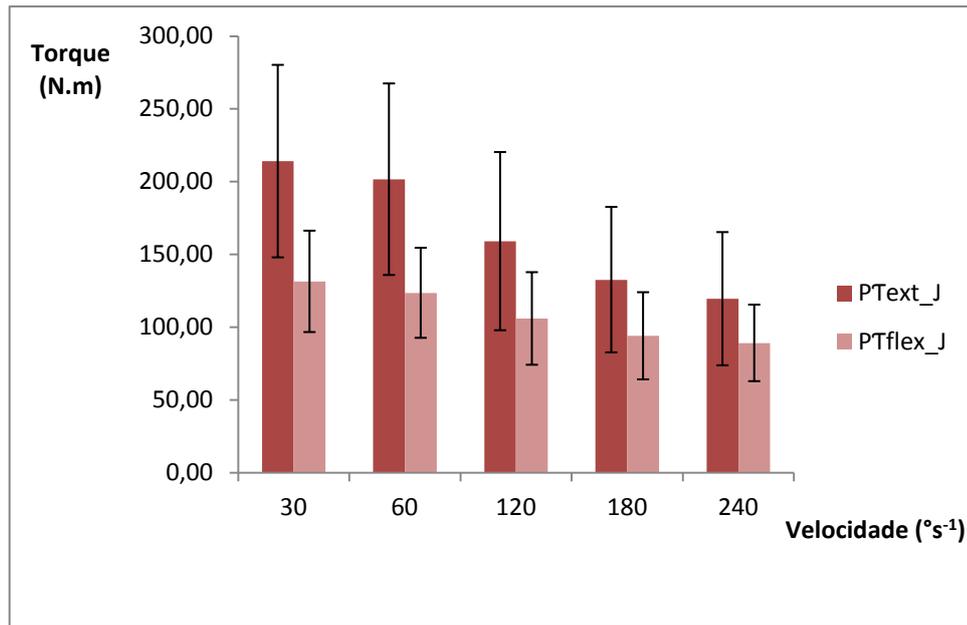
	HAEGG HAEGG (m)	HR <sub>ENV</sub> (m)	HR <sub>EST</sub> (m)	HR <sub>EE</sub> (%)
Média	1,12	0,62	0,63	0,63
Desvio-padrão	0,11	0,04	0,06	0,04

### 5.3 Variáveis isocinéticas

Os resultados relativos às variáveis isocinéticas são apresentados conforme a articulação e o movimento, para os parâmetros pico de torque, trabalho e potência conforme a velocidade de execução, quando considerado o movimento isolado e dividido em propulsivo e de recuperação quando em conjunto.

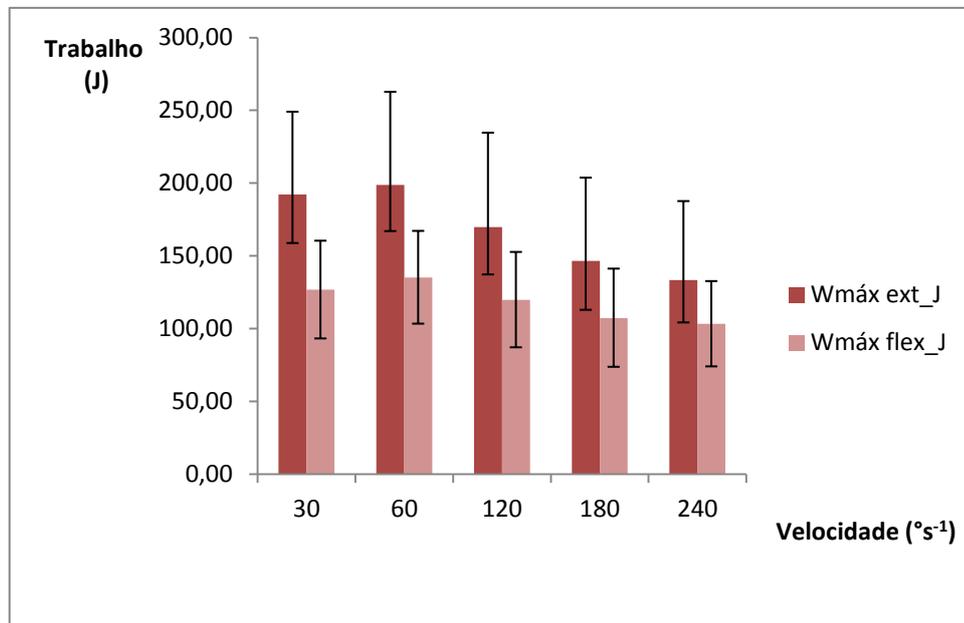
#### 5.3.1 Joelho

Descrição dos dados referentes ao pico de torque, trabalho e potência dos extensores e flexores do joelho. São mostrados na Figura 10 os valores de pico de torque.



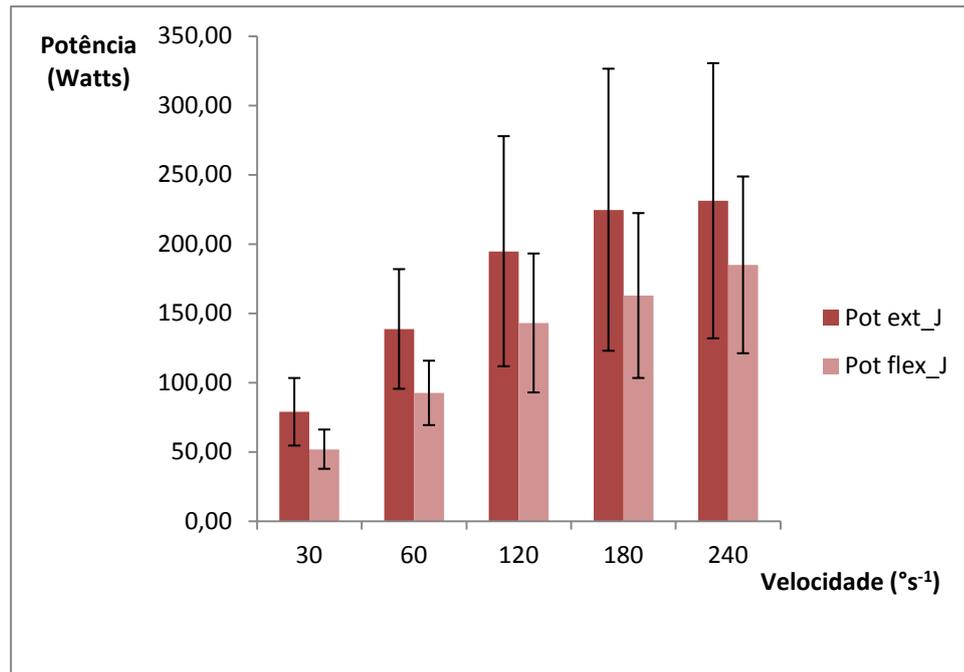
**Figura 10** – Média e desvio padrão do pico de torque dos extensores e flexores do joelho ( $P_{\text{Text}_J}$ ,  $P_{\text{T flex}_J}$ ) nas diferentes velocidades testadas.

Pode-se verificar, na Figura 10, de modo descritivo, um decréscimo dos valores de pico de torque de acordo com o aumento da velocidade, assim como maiores valores de torque na extensão do que na flexão. Ainda em relação a articulação do joelho, na Figura 11, são apresentados os dados de trabalho dos extensores e flexores.



**Figura 11** – Média e desvio padrão do trabalho máximo dos extensores e flexores do joelho ( $W_{máx\ ext\_J}$ ,  $W_{máx\ flex\_J}$ ) nas diferentes velocidades.

Na Figura 11 pode-se observar, de forma descritiva, que o trabalho realizado em menores velocidades foi maior do que em maiores velocidades. Também possuindo os extensores valores maiores do que dos flexores. Finalizando a articulação do joelho, a Figura 12 mostra a potência produzida pelos jogadores nas diferentes velocidades.

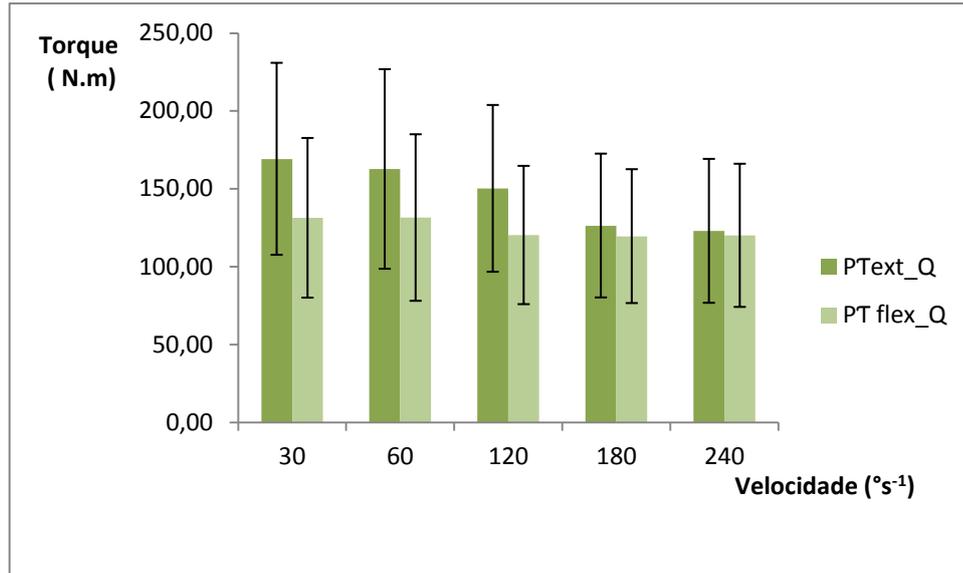


**Figura 12** – Média e desvio padrão da potência dos extensores e flexores do joelho ( $Pot_{ext\_J}$ ,  $Pot_{flex\_J}$ ) nas diferentes velocidades testadas.

A Figura 12 mostra que a potência foi maior em velocidades mais altas, aumentando de maneira crescente conforme o aumento da velocidade. No entanto os extensores continuam apresentando maiores valores em relação aos flexores.

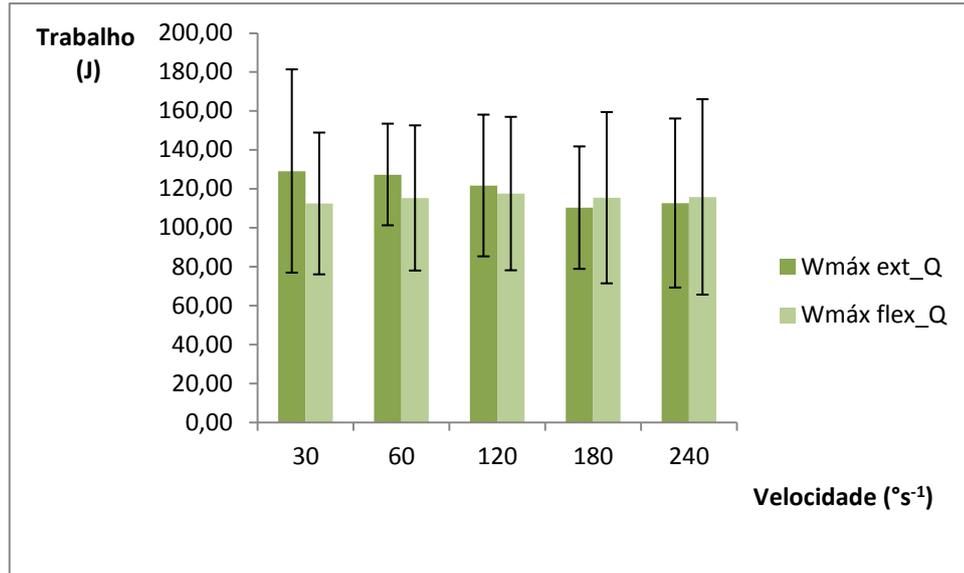
### 5.3.2 Quadril: extensão e flexão

Descrição dos dados isocinéticos relacionados a extensão e flexão do quadril. Primeiramente são apresentados, na Figura 13, os dados referentes ao pico de torque.



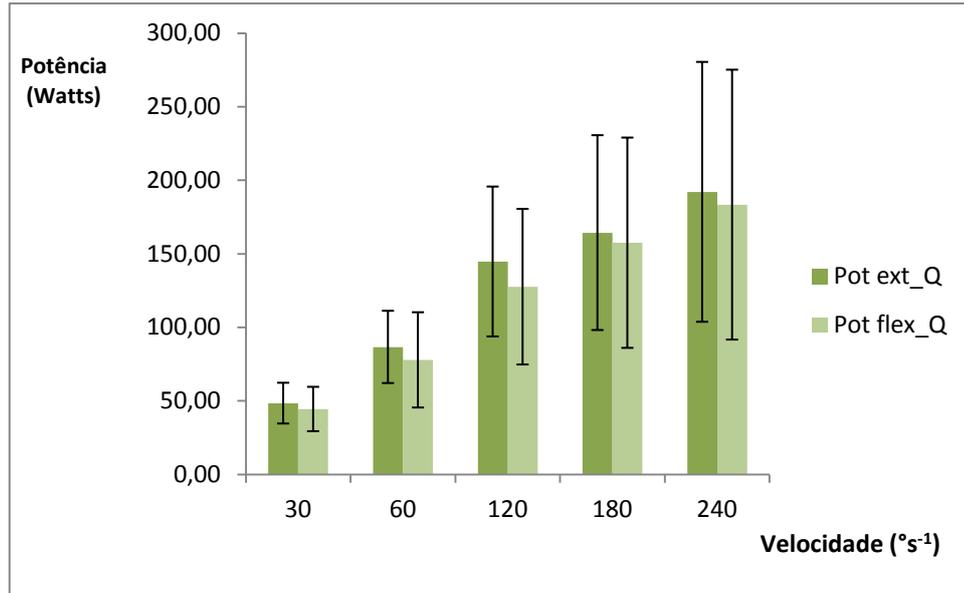
**Figura 13** – Média e desvio padrão do pico de torque dos extensores e flexores do quadril ( $P_{Text\_Q}$ ,  $P_{T\ flex\_Q}$ ) nas diferentes velocidades testadas.

Como pode ser verificado, de forma descritiva, na Figura 13, o pico de torque dos extensores do quadril é maior em menores velocidades, não apresentando, aparentemente, grandes diferenças de valores de torque nas duas maiores velocidades. Quando analisados os flexores, comportamento semelhante pode ser observado, no entanto a diferença de valores entre as velocidades parece ser mais tênue. Em relação aos movimentos de extensão e de flexão do quadril os extensores possuem maior pico de torque que os flexores, porém a diferença entre eles diminuiu conforme o aumento da velocidade. Na Figura 14 são apresentados os dados em relação ao trabalho da mesma articulação e movimento.



**Figura 14** – Média e desvio padrão do trabalho máximo dos extensores e flexores do quadril ( $W_{\text{máx ext}_Q}$ ,  $W_{\text{máx flex}_Q}$ ) nas diferentes velocidades.

Na Figura 5 pode-se observar que o trabalho realizado pelos extensores do quadril permanece em torno dos 130 J nas velocidades lenta e intermediária, baixando para a zona dos 110 J nas velocidades maiores. Já o trabalho dos flexores mantém-se em torno dos 110 J em todas as velocidades. Também pode ser verificado que em menores velocidades, maior trabalho é realizado pelos extensores, havendo uma aproximação dos valores com o aumento da velocidade, de forma a inverter, passando os flexores a realizar maior trabalho nas maiores velocidades. Na Figura 15 é representada a potência exercida pelos jogadores na articulação do quadril, em extensão e flexão.

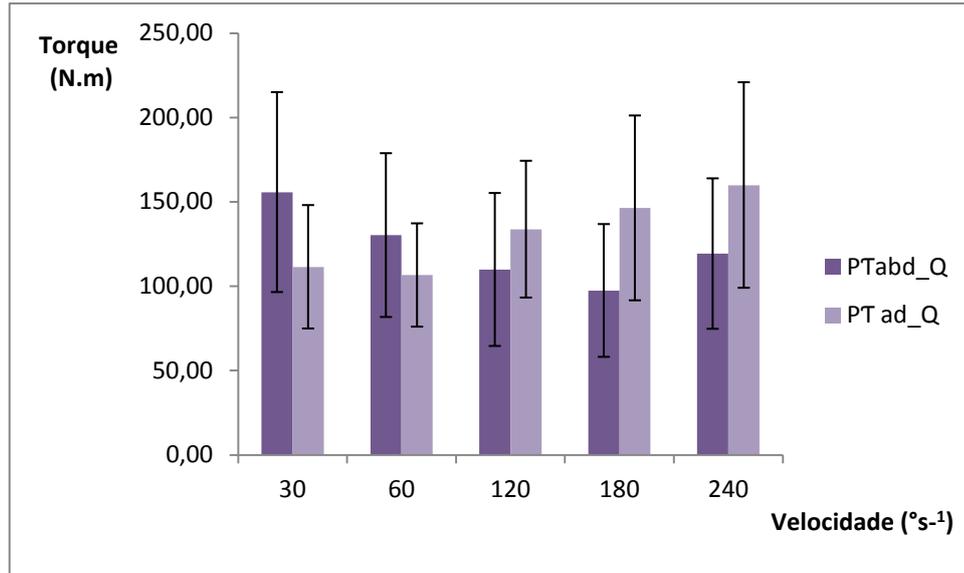


**Figura 15** – Média e desvio padrão da potência dos extensores e flexores do quadril ( $Pot_{ext\_Q}$ ,  $Pot_{flex\_Q}$ ) nas diferentes velocidades testadas.

Na Figura 15 pode-se observar que a potência dos extensores e flexores do quadril cresce conforme aumenta a velocidade, e que os extensores são em geral, aparentemente, mais potentes que os flexores.

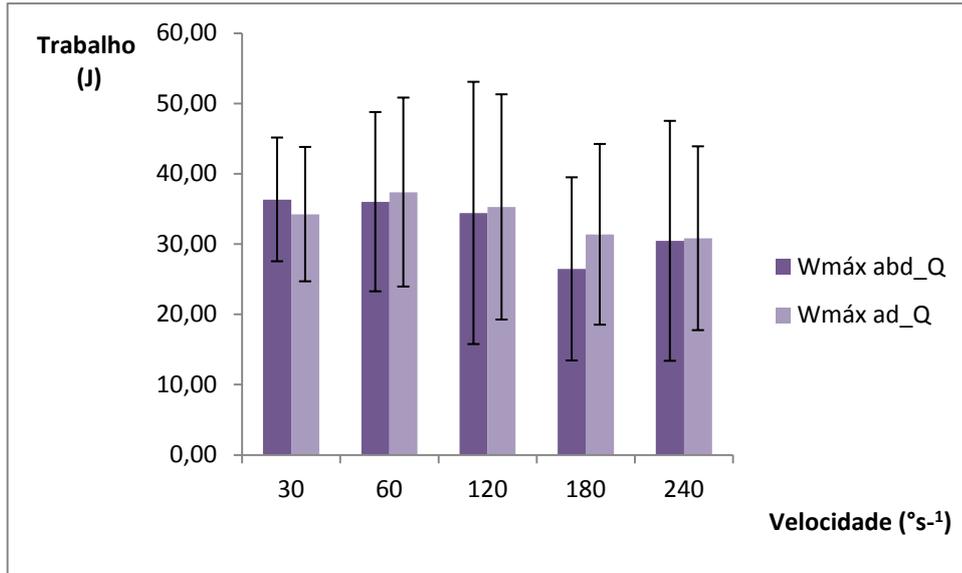
### 5.3.3 Quadril: abdução e adução

Nesse capítulo estão representados os dados de pico de torque, trabalho e potência dos abdutores e adutores do quadril. Na figura 16 é apresentado o pico de torque em cada velocidade.



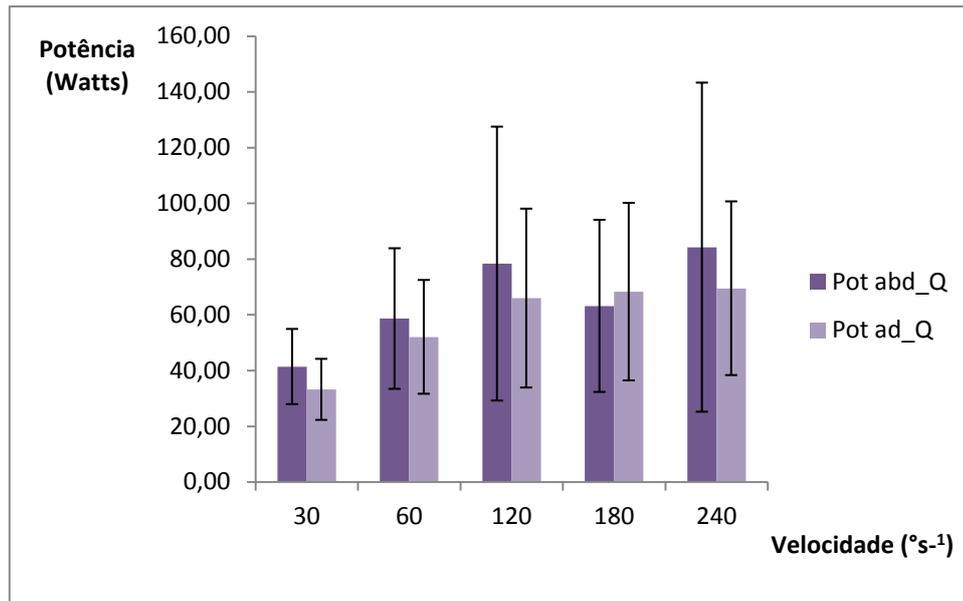
**Figura 16** – Média e desvio padrão do pico de torque dos abdutores e adutores do quadril ( $P_{T\text{abd\_Q}}$ ,  $P_{T\text{ad\_Q}}$ ) nas diferentes velocidades testadas.

Na Figura 16 pode-se verificar oscilação dos valores de pico de torque dos abdutores do quadril, havendo uma diminuição do mesmo até  $180^{\circ}\text{s}^{-1}$  e aumentando em  $240^{\circ}\text{s}^{-1}$ . Já os adutores aumentam o pico de torque a partir dos  $60^{\circ}\text{s}^{-1}$ . Considerando a relação abdutores e adutores verifica-se que os abdutores possuem maiores torque em velocidades mais baixas e os adutores apresentam maior valor de pico de torque de  $120^{\circ}\text{s}^{-1}$  em diante. São mostrados na Figura 17, os dados relativos ao trabalho desta mesma articulação nos mesmos movimentos.



**Figura 17** – Média e desvio padrão do trabalho máximo dos abdutores e adutores do quadril ( $W_{\text{máx abd}_Q}$ ,  $W_{\text{máx ad}_Q}$ ) nas diferentes velocidades

Na Figura 17, pode ser observada oscilação dos valores de trabalho dos abdutores do quadril, visto que o trabalho realizado pelos mesmos, aparentemente, mantém-se até  $120^{\circ}\text{s}^{-1}$ , diminui em  $180^{\circ}\text{s}^{-1}$  e aumenta em  $240^{\circ}\text{s}^{-1}$ . Em relação aos adutores, a diferença é que estes não aumentam, de modo aparente, o trabalho em  $240^{\circ}\text{s}^{-1}$ , mantendo valor similar à velocidade anterior. Além disso pode-se verificar que os dois movimentos realizam trabalho com valores próximos, sendo a maior diferença encontrada a favor dos adutores em  $180^{\circ}\text{s}^{-1}$ . A representação da potência dos abdutores e adutores podem ser visualizadas na Figura 18.

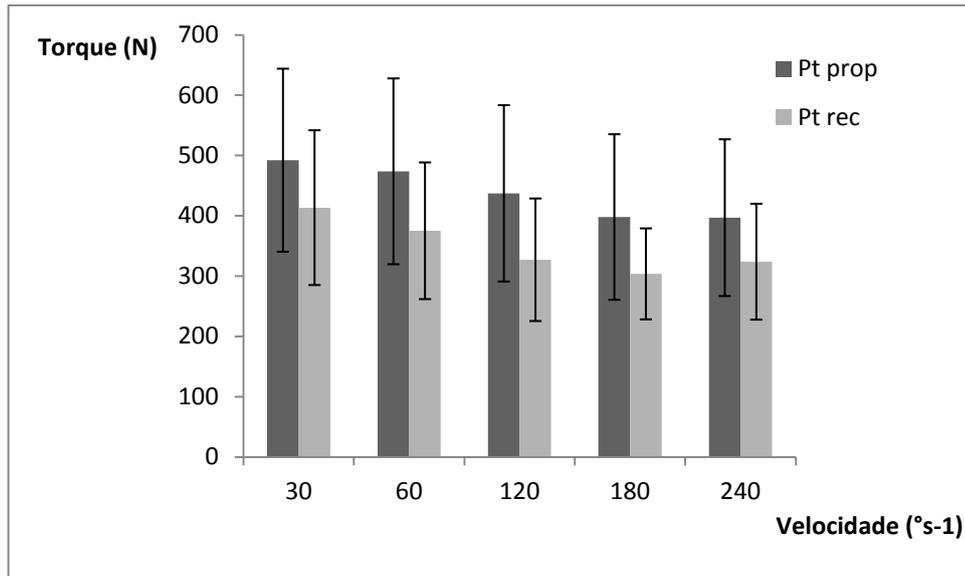


**Figura 18** – Média e desvio padrão da potência dos abdutores e adutores do quadril ( $Pot_{abd\_Q}$ ,  $Pot_{ad\_Q}$ ) nas diferentes velocidades testadas.

Como pode ser verificado, a potência dos abdutores aumentam até  $120^{\circ}s^{-1}$ , diminui em  $180^{\circ}s^{-1}$  e volta a aumentar em  $240^{\circ}s^{-1}$ . Já a potência dos adutores aumenta até  $120^{\circ}s^{-1}$  e mantém-se, de forma aparente, até  $240^{\circ}s^{-1}$ . A potência dos adutores se mantém maior que a dos abdutores, exceto em  $180^{\circ}s^{-1}$ . É importante salientar que as Figuras de 10 à 18 foram avaliadas de forma descritiva, sem utilização de recursos estatístico, já que este não era o objetivo deste estudo.

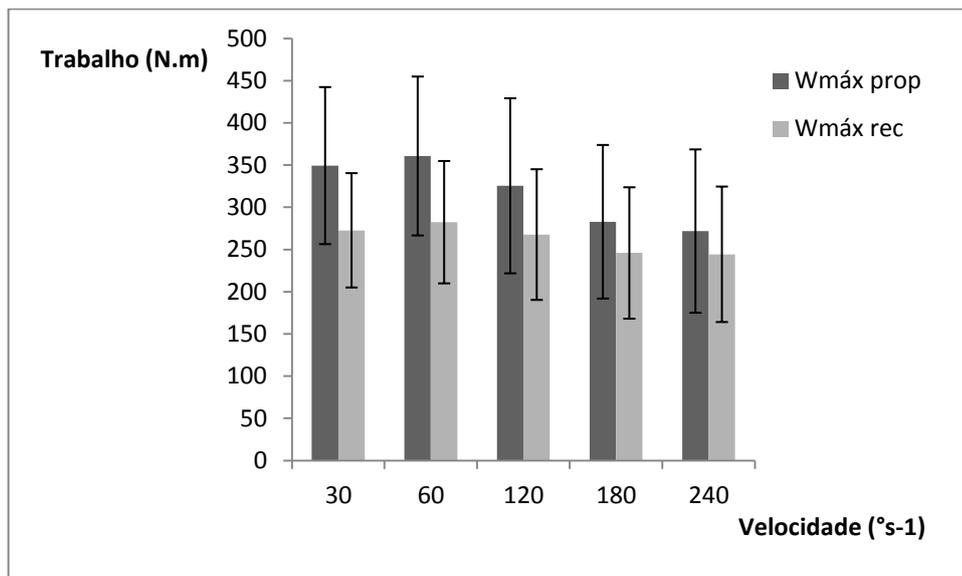
#### 5.3.4 Dados referente à soma dos propulsores e de recuperadores

As Figuras 19, 20 e 21 mostram os resultados de torque, trabalho e potência da musculatura propulsiva (prop) e recuperativa (rec). Os músculos extensores do joelho e quadril e adutores do último considerados como propulsivos e flexores do joelho e quadril e abdutores do quadril como recuperativos. Para a análise foi realizada a soma dos valores encontrados em cada músculo do grupo considerando cada variável (Pt,  $W_{m\acute{a}x}$ , Pot). Assim mostramos pico de torque dos propulsores e recuperadores (Pt prop, Pt rec); trabalho máximo ( $W_{m\acute{a}x}$  prop,  $W_{m\acute{a}x}$  rec) e potência dos mesmo (Pot prop, Pot rec).



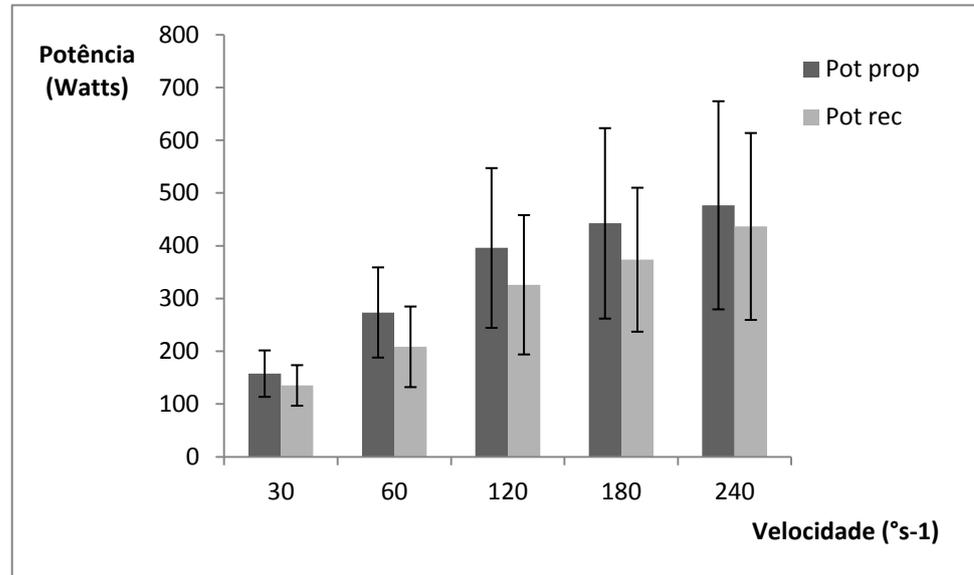
**Figura 19** – Média e desvio padrão do pico de torque dos músculos propulsores e recuperadores ( $Pt_{prop}$ ,  $Pt_{rec}$ ) nas diferentes velocidades testadas.

Por meio da análise qualitativa da Figura 19 podemos observar que os valores de pico de torque da musculatura que realiza a propulsão são maiores do que os valores da musculatura que realiza recuperação do movimento, independente da velocidade de execução. Também é possível observar que os picos de torque são maiores em menores velocidades.



**Figura 20** – Média e desvio padrão do trabalho dos músculos propulsores e recuperadores ( $W_{máx prop}$ ,  $W_{máx rec}$ ) nas diferentes velocidades testadas.

Podemos verificar na Figura 20 que o trabalho realizado pelos músculos propulsores é maior do o trabalho realizado pelos músculos responsáveis pela recuperação e, de modo geral, nos dois grupos, o trabalho é maior em menores velocidades e decresce a partir de  $60^{\circ}\text{s}^{-1}$ .



**Figura 21** – Média e desvio padrão da potência dos músculos propulsores e recuperadores ( $Pot_{prop}$ ,  $Pot_{rec}$ ) nas diferentes velocidades testadas.

Observando qualitativamente a Figura 21, o grupo muscular propulsivo possui maior potência que o grupo de recuperação e os dois grupos aumentam a potência com o aumento da velocidade.

#### 5.4 Índice de fadiga

A média do índice de fadiga apresentado pelos atletas nos testes isocinéticos foi de 0,33%.

#### 5.5 Correlação entre as variáveis

São apresentados os valores de correlação entre  $H_{egg}$  (valores absolutos e relativos à envergadura) e as variáveis isocinéticas em cada velocidade, assim como a correlação com os movimentos propulsivos e de recuperação.

### 5.5.1 Altura absoluta ( $HB_{egg}$ )

Aqui são apresentadas primeiramente as correlações entre a altura máxima relativa atingida em EB e as variáveis isocinéticas em cada movimento. Em seguida a correlação se refere ao conjunto de músculos propulsores e de recuperação. Iniciando na Tabela 3 estão os dados referente ao pico de torque ( $P_{T_{ext\_J}}$   $P_{T_{flex\_J}}$ ), trabalho ( $W_{máx.ext\_J}$   $W_{máx.flex\_J}$ ) e potência ( $P_{otext\_J}$   $P_{otflex\_J}$ ) da articulação do joelho nas diferentes velocidades em relação a HAegg.

**Tabela 3** – Correlação entre os parâmetros selecionados em relação a articulação do joelho no movimento de extensão e flexão com HAegg, n=16.

		Joelho - Pico de Torque (N)									
		30°s-1		60°s-1		120°s-1		180°s-1		240°s-1	
		$P_{T_{ext\_J}}$	$P_{T_{flex\_J}}$	$P_{T_{ext\_J}}$	$P_{T_{flex\_J}}$	$P_{T_{ext\_J}}$	$P_{T_{flex\_J}}$	$P_{T_{ext\_J}}$	$P_{T_{flex\_J}}$	$P_{T_{ext\_J}}$	$P_{T_{flex\_J}}$
HBegg	r	0,471	0,49	0,569*	0,602*	0,528*	0,548*	0,568*	0,578*	0,552*	0,529*
(m)	p	0,065	0,054	0,021	0,014	0,036	0,028	0,022	0,019	0,027	0,035

		Joelho - Trabalho (N.m)									
		30°s-1		60°s-1		120°s-1		180°s-1		240°s-1	
		$W_{máx ext\_}$	$W_{máx flex\_}$	$W_{máx ext\_}$	$W_{máx flex\_}$	$W_{máx ext\_}$	$W_{máx flex\_}$	$W_{máx ext\_}$	$W_{máx flex\_}$	$W_{máx ext\_}$	$W_{máx flex\_}$
HBegg	r	0,567*	0,482	0,656**	0,676**	0,569*	0,643**	0,635**	0,653**	0,594*	0,665**
(m)	p	0,022	0,058	0,006	0,004	0,021	0,007	0,008	0,006	0,015	0,005

		Joelho - Potência (Watts)									
		30°s-1		60°s-1		120°s-1		180°s-1		240°s-1	
		$Pot_{ext\_J}$	$Pot_{flex\_J}$	$Pot_{ext\_J}$	$Pot_{flex\_J}$	$Pot_{ext\_J}$	$Pot_{flex\_J}$	$Pot_{ext\_J}$	$Pot_{flex\_J}$	$Pot_{ext\_J}$	$Pot_{flex\_J}$
HBegg	r	0,416	0,447	0,542*	0,588*	0,517*	0,561*	0,526*	0,595*	0,476	0,540*
(m)	p	0,109	0,083	0,03	0,017	0,04	0,024	0,036	0,015	0,062	0,031

Por meio da Tabela 3 pode-se verificar que, em relação ao movimento da articulação do joelho, somente não apresentou correlação significativa e positiva com a altura máxima absoluta as variáveis pico de torque em  $30^{\circ}s^{-1}$  e potência em  $30^{\circ}s^{-1}$  e  $240^{\circ}s^{-1}$  na extensão do joelho e pico de torque, potência e trabalho máximo a  $30^{\circ}s^{-1}$  na flexão do joelho.

Na Tabela 4 estão os dados referente ao pico de torque ( $P_{Text\_Q}$   $P_{Tflex\_Q}$ ), trabalho ( $W_{ext\_Q}$   $W_{flex\_Q}$ ) e potência ( $P_{otext\_Q}$   $P_{otflex\_Q}$ ) da articulação do quadril nas diferentes velocidades em relação a HAegg.

**Tabela 4** – Correlação entre os parâmetros selecionados em relação a articulação do quadril no movimento de extensão e flexão com HAegg, n=16.

Quadril extensão/ flexão - Pico de Torque (N)											
		30°s-1		60°s-1		120°s-1		180°s-1		240°s-1	
		$P_{Text\_Q}$	$P_{Tflex\_Q}$								
HBegg	r	0,698**	0,404	0,544*	0,454	0,344	0,43	0,291	0,573*	0,202	0,520*
(m)	p	0,003	0,121	0,029	0,077	0,192	0,096	0,273	0,02	0,452	0,039

Quadril extensão/ flexão - Trabalho (N.m)											
		30°s-1		60°s-1		120°s-1		180°s-1		240°s-1	
		$W_{máx\ ext\_Q}$	$W_{máx\ flex\_Q}$								
Hegg	r	0,531*	0,656**	0,456	0,629**	0,246	0,534*	0,303	0,661**	0,211	0,548*
(m)	p	0,034	0,006	0,076	0,009	0,358	0,033	0,255	0,005	0,433	0,028

Quadril extensão/ flexão - Potência (Watts)											
		30°s-1		60°s-1		120°s-1		180°s-1		240°s-1	
		$Pot_{ext\_Q}$	$Pot_{flex\_Q}$								
Hegg	r	0,578*	0,533*	0,518*	0,568*	0,205	0,447	0,11	0,462	0,157	0,444
(m)	p	0,019	0,034	0,04	0,027	0,446	0,095	0,684	0,071	0,562	0,085

Pode-se observar correlação significativa e positiva na velocidade de  $30^{\circ}s^{-1}$  para as três variáveis pico de torque, trabalho máximo e potência, assim como a  $60^{\circ}s^{-1}$  no pico de torque e potência na extensão do quadril. Em relação à flexão do quadril houve significativa correlação do pico de torque nas maiores velocidades ( $180^{\circ}s^{-1}$  e  $240^{\circ}s^{-1}$ ), trabalho máximo em todas as velocidades e potência nas menores velocidades ( $30^{\circ}s^{-1}$  e  $60^{\circ}s^{-1}$ ), conforme a Tabela 4.

Na Tabela 5 estão os dados referente ao pico de torque ( $P_{TAbd\_Q}$   $P_{TAd\_Q}$ ), trabalho ( $W_{Abdt\_Q}$   $W_{Ad\_Q}$ ) e potência ( $P_{otAbd\_Q}$   $P_{otAd\_Q}$ ) da articulação do quadril nas diferentes velocidades em relação a HAegg.

**Tabela 5** – Correlação entre os parâmetros selecionados em relação a articulação do quadril no movimento de abdução e adução com HAegg, n=16.

Quadril abdução/adução- Pico de Torque (N)											
		30°s-1		60°s-1		120°s-1		180°s-1		240°s-1	
		P <sub>Tabd_Q</sub>	P <sub>Tad_Q</sub>								
Hegg	r	0,246	0,544*	-0,091	0,447	-0,154	0,534*	-0,171	0,560*	-0,319	0,447
(m)	p	0,358	0,029	0,738	0,083	0,568	0,033	0,543	0,024	0,229	0,083

Quadril abdução/adução - Trabalho (N.m)											
		30°s-1		60°s-1		120°s-1		180°s-1		240°s-1	
		W <sub>máx abd</sub>	W <sub>máx ad_C</sub>								
Hegg	r	0,048	0,548*	-0,062	0,445	-0,192	0,336	-0,261	0,213	-0,241	0,321
(m)	p	0,86	0,028	0,82	0,084	0,476	0,203	0,33	0,446	0,368	0,225

Quadril abdução/adução- Potência (Watts)											
		30°s-1		60°s-1		120°s-1		180°s-1		240°s-1	
		Pot <sub>abd_Q</sub>	Pot <sub>ad_Q</sub>								
Hegg	r	0,043	0,473	-0,102	0,406	-0,398	0,196	-0,29	0,19	-0,277	0,226
(m)	p	0,875	0,064	0,707	0,119	0,141	0,467	0,275	0,481	0,299	0,399

Pode-se verificar, pela análise da Tabela 5, que não houve nenhuma correlação entre as variáveis pico de torque, trabalho máximo e potência e a altura máxima relativa no movimento de abdução do quadril. Ao observar a adução do mesmo, vemos a correlação do pico de torque em 30°s<sup>-1</sup>, 120°s<sup>-1</sup> e 180°s<sup>-1</sup> e trabalho máximo em 30°s<sup>-1</sup>.

Nas Tabelas 6 e 7 podemos verificar a correlação da HAegg e os grupamentos musculares responsáveis pela propulsão e recuperação. Conforme descrito por Alexander et. al (2006)

**Tabela 6** – Correlação entre os parâmetros selecionados em relação aos movimentos de propulsão com HAegg, n=16.

		Propulsão				
		30°s-1	60°s-1	120°s-1	180°s-1	240°s-1
Pt	r	0,579*	0,556*	0,491	0,517*	0,453
(N)	p	0,019	0,025	0,053	0,04	0,078
Wmáx	r	0,642*	0,65*	0,474	0,55*	0,45
(N.m)	p	0,007	0,006	0,063	0,027	0,08
Pot	r	0,531*	0,522*	0,397	0,366	0,335
(Watts)	p	0,034	0,038	0,128	0,164	0,205

Como podemos observar na Tabela 6, existe correlação significativa das três variáveis isocinéticas (pico de torque, trabalho e potência) com HAegg nas velocidades mais baixas (30°s<sup>-1</sup> e 60°s<sup>-1</sup>) e apenas do pico de torque e trabalho em 180°s<sup>-1</sup>.

**Tabela 7** – Correlação entre os parâmetros selecionados em relação aos movimentos de recuperação com HAegg, n=16.

		Recuperação				
		30°s-1	60°s-1	120°s-1	180°s-1	240°s-1
Pt	r	0,425	0,332	0,282	0,308	0,235
(N)	p	0,101	0,209	0,289	0,245	0,382
Wmáx	r	0,585*	0,6*	0,475	0,597*	0,512*
(N.m)	p	0,017	0,014	0,063	0,015	0,042
Pot	r	0,39	0,409	0,242	0,415	0,324
(Watts)	p	0,136	0,115	0,367	0,11	0,221

Na Tabela 7, pode ser verificado apenas a correlação do trabalho (exceto na velocidade 120°s<sup>-1</sup>) dos músculos de recuperação com a HAegg.

### 5.5.2 Altura relativa HR<sub>egg</sub>

Quando correlacionado os valores de HR<sub>egg</sub> tanto com as variáveis isocinéticas como com os grupamentos musculares responsáveis pela propulsão e

recuperação nas diferentes velocidades nenhuma correlação significativa foi encontrada.

## 6. DISCUSSÃO

Este estudo apresentou o objetivo geral de verificar se existe relação entre a altura máxima atingida no salto vertical na água e os parâmetros musculares isocinéticos pico de torque, trabalho máximo e potência gerados por meio das ações articulares do quadril e joelho que envolvem a fase propulsiva e recuperativa do salto, em jogadores de PAq. Para tal foi necessário identificar os valores de altura máxima atingida em um salto em *EB*, assim como os valores das variáveis isocinéticas na extensão e flexão do joelho e quadril e abdução e adução do quadril. Neste capítulo, então, são discutidos os resultados gerais que serviram para caracterizar a amostra, assim como os resultados obtidos por meio dos testes realizados e, por fim, a correlação existente entre os mesmos.

### 6.1 Resultados gerais

As características antropométricas dos participantes deste estudo (Tabela 1) foram similares àquelas descritas na literatura para jogadores de PAq. No presente estudo os valores médios de idade, estatura, envergadura e massa foram, respectivamente  $27,5 \pm 4,8$  anos,  $1,75 \pm 0,09$  m,  $1,77 \pm 0,11$  m e  $73,8 \pm 13,2$  kg. Smith (1998), ao escrever uma revisão de literatura sobre as características dos jogadores de PAq encontrou valores de idade, estatura e massa similares ao presente estudo. Ressalta-se que havia, na amostra, tanto homens, quanto mulheres, mas optou-se, devido ao tamanho amostral e por ser estudo de correlação, apresentar os resultados sem diferenciar os sexos.

### 6.2 Saltos HAegg e Hregg

As medidas de altura máxima atingida por meio da execução do salto em *EB*, tanto a medida relativa como a absoluta, possuem médias semelhantes, levemente inferiores, à literatura. Comparando com os resultados encontrados por Platonou (2005) ( $H_{egg} = 0,68 \pm 0,04$  cm), que realizou estudo com 43 jogadores de PAq, utilizado como referência neste trabalho, a médias da altura máxima relativa foi aproximadamente 5% menor nos atletas de PAq. de Porto Alegre ( $HR_{egg} = 0,63 \pm$

0,04), diferença numérica pequena, mas que pode ser importante no momento de um bloqueio ou chute no jogo.

Quando consideramos a altura máxima absoluta (HAegg), esta também possui comportamento semelhante à literatura, mas em valores menores. Zinner et al (2010) encontraram média de  $1,56 \pm 0,86$  m entre jogadores alemães de elite, Falk et al (2004) encontraram valores de  $1,29 \pm 0,11$  m entre jovens jogadores e McCluskey et al (2010) encontraram  $1,35 \pm 0,4$  m em jogadoras australianas de alto nível. Logo podemos observar que a média encontrada (HAegg =  $1,2 \pm 0,11$  m) no presente estudo está levemente abaixo dos valores atingidos por jogadores de PAq de outros estudos.

Esta distinção entre os valores pode ser explicado pela diferença do nível técnico apresentado entre os jogadores do presente estudo e os jogadores avaliados em outros estudos, como os de Flak et al (2004), Platonou (2004), Zinner et al (2010) e McCluskey et al (2010). Tais autores realizaram suas pesquisas com atletas de elite, já o presente estudo tem a participação de jogadores amadores, fato que, segundo McCluskey (2010), interfere na variável altura máxima atingida em *EB*: jogadores mais experientes executam os fundamentos com maior eficiência.

Além disso, a amostra do presente estudo foi formada por jogadores de ambos os sexos, o que pode levar a menores valores de altura atingida, em média, quando comparados os valores com aqueles obtidos apenas de jogadores do sexo masculino.

### 6.3 Variáveis Isocinéticas

Testes isocinéticos foram pouco ou não utilizados em estudos relacionados aos membros inferiores entre jogadores de PAq, podendo os dados desse estudo servir de referência para futuros trabalhos. Ao compararmos com dados da literatura (Dvir, 2010) os valores estão dentro do esperado e na faixa já publicada.

## 6.4 Correlações

### 6.4.1 Altura absoluta e relativa

Em relação a altura máxima atingida no salto em *eggbeater*, foi utilizada, para os cálculos de correlação, a média da altura absoluta atingida pelos jogadores e, inicialmente, a sua relativização pela envergadura. A primeira, conforme mostrado nos resultados, apresentou algumas correlações significativas com variáveis isocinéticas, o que pode ser extremamente significativo para o treinador, já que, no momento do jogo, é a altura absoluta que fará diferença em uma defesa ou um ataque efetivo. Já quando utilizada a altura relativa à envergadura nada foi encontrado. Refletindo sobre esse dado concluímos que tal método de relativização parece apresentar falhas, como não considerar o deslocamento do quadril para fora da água, não verificara a eviciência da técnica.

Além, confirmando esta ideia e descartando a possibilidade da estatura (EST) ou o conjunto das duas medidas, envergadura mais estatura, serem boas variáveis para relativizar a altura, realizamos os cálculos de correlação da HR relativo à estatura e também relacionando as duas medidas  $((ENV + EST)/2)$ , porém novamente, não foi encontrada nenhuma correlação.

Assim, mesmo testando diferentes possibilidades, nós não conseguimos agrupar todos os possíveis fatores que variam entre os indivíduos na hora do salto. Segundo Sanders (1999) e Homma e Homma (2005) em um salto em EB efetivo o ângulo do tronco com a água, a angulação inicial da flexão do joelho e da abdução do quadril e a velocidade dos movimentos dos pés são determinantes. E ainda, o deslocamento do quadril além da superfície da água se torna relevante.

Considerando que no presente estudo foram utilizados jogadores amadores e a técnica não foi avaliada de forma específica, talvez seja pertinente considerar essas variáveis a fim de relativizar a altura de forma mais adequada para este tipo de grupo.

#### 6.4.2 Articulações – movimentos isolados

Fazendo uma análise geral podemos observar que não houve uma padronização das correlações quanto à velocidade angular entre os movimentos. No entanto era de se esperar o resultado da Tabela 10, dados referente aos movimentos do joelho. Considerando que esta articulação realiza o movimento com grande amplitude articular (ALEXANDER e HONISH, 2006; SANDERS,1999a,b) e o teste isocinético abrange toda essa amplitude, parece coerente que as variáveis isocinéticas tanto do movimento de extensão como o de flexão possam representar as variáveis em questão em relação a altura do EB (HAegg).

Observando que entre as articulações testadas e utilizadas no movimento do salto em EB a que realiza o gesto com maior amplitude é o joelho. E traçando um paralelo entre essa observação e a informação de que do jogador que salta mais alto possui correlações positivas com a extensão e flexão do joelho para as três variáveis ( $P_T$ ,  $W_{m\acute{a}x}$ ,  $P_{pot}$ ), podemos seguir a seguinte linha de raciocínio: sabendo que para realizar um movimento na água é necessário superar a resistência que a mesma oferece, então, quanto maior a superfície de contato frontal do membro com a água, maior será a força para superar a resistência da água. Assim o grupo muscular que movimenta-se com maior amplitude articular (joelho), provavelmente movimenta maior massa de água, produzindo maior resistência.

Além disso, devemos ressaltar que, durante a partida, os jogadores mantem-se realizando o movimento de EB entre 45% e 55% (SMITH, 1998) do tempo total do jogo, não somente saltando, mas mantendo-se na posição vertical. Isso exige o contínuo movimento das pernas em EB, reforçando a musculatura utilizada e possivelmente aquela que realiza o movimento em maior amplitude, flexão e extensão do joelho. Sendo assim, os jogadores que saltam mais alto são os mesmos que possuem maior pico de torque, maior produção de trabalho e potência tanto na velocidade mais baixa de 60°s<sup>-1</sup> como nas mais altas dos extensores e flexores do joelho.

Quando analisando a articulação do quadril no movimento de extensão e flexão, parece que os resultados mostram as adaptações que ocorrem quanto ao movimento esportivo. Os extensores daqueles que saltam mais alto são mais fortes

e potentes em baixas velocidades. Já os flexores possuem destaque em manter a força por unidade de tempo e são mais fortes em alta velocidade e potentes em baixa velocidade.

Na avaliação dos abdutores e adutores, não há correlação com os abdutores, e pouca correlação dos adutores. Isso pode ter ocorrido devido a falta de similaridade da posição do quadril na hora de execução do gesto. Quando o jogador realiza o salto em EB na água o quadril inicia o movimento de adução com o mesmo flexionado a 90° e o de abdução com ele estendido. No entanto no teste isocinético o quadril mantém-se estendido. Assim o comprimento muscular dos grupos envolvidos na adução e abdução na água não é o mesmo utilizado no teste fora da água.

Além disso, na água o gesto ocorre com o quadril inicialmente próximo a 90° de abdução e em terra o indivíduo não chega nessa amplitude quando da realização do teste isocinético. Considerando os fatores descritos, podemos considerar que o teste de adução e abdução do quadril, de forma isolada, realizado em terra parece não ser adequado para caracterizar força, potência e trabalho dos adutores e abdutores do quadril em relação aos movimentos do EB.

#### 6.4.3 Conjunto de articulações – movimentos de propulsão e recuperação

Ao dividirmos os grupamentos musculares em propulsores e recuperativos, como proposto por Alexander e Honish (2010) podemos observar a existência de correlação da HAegg com o as três variáveis isocinéticas ( $\Sigma P_T$ ,  $\Sigma W_{m\acute{a}x}$ ,  $\Sigma P_{ot}$ ) dos propulsores, principalmente em menores velocidades. Sendo assim os jogadores que possuem melhor desempenho no salto são mais fortes, potentes e mantem essa força por maior tempo, logo parece coerente que o treinador passe a trabalhar tais músculos de forma mais específica afim de que seus atletas aprimorem seu salto e apresentem melhor desempenho na modalidade.

Já os músculos de recuperação mantem a força em grande período de tempo, provavelmente não necessitam ser tão fortes ou potentes, porque são usados na recuperação do salto. No entanto como o EB é mantido durante boa parte da partida

(SMITH,1998), sofrendo e/ou realizando pressão no adversário é relevante que haja correlação com o trabalho, grande torque em maior tempo. Sendo interessante que para esse grupamento o treinador trabalhe exercícios de resistência com sobrecarga.

## 7. CONCLUSÃO

O objetivo principal do presente estudo foi verificar se existe relação entre a altura máxima atingida no salto vertical na água e os parâmetros musculares isocinéticos: pico de torque, o trabalho máximo e a potência gerado por meio das ações articulares do quadril e joelho que envolvem a fase propulsiva e recuperativa do salto, em jogadores de pólo. Para tal foram realizados um teste na água e outro na terra em um dinamômetro isocinético.

Os achados deste estudo indicam que um jogador que salta mais alto possui maior força, potencia e trabalho em menores velocidades em relação aos músculos responsáveis pela propulsão do salto. Em relação aos músculos de recuperação aqueles que saltaram mais alto mantiveram um pico de torque maior por mais tempo nas diferentes velocidades. Assim tona-se interessante que o treinador trabalhe tais valências a fim de que seus atletas desempenhem melhor os fundamentos em que o salto possui ligação direta, como ataque e defesa.

## **8. LIMITAÇÕES E PERSPECTIVAS**

Dentre as limitações possíveis de serem identificadas na realização deste estudo, destacam-se: a falta de semelhança entre os movimentos do quadril na água e no teste isocinético e o método de relativização. Organizando tais limitações seria interessante realizar o mesmo estudo com jogadores de elite.

## REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, M., HONISH, A. The Water Polo Shot. Disponível em: <http://www.coachesinfo.com>. (Acesso em Setembro 2010), 2006.
- ALEXANDER, M., TAYLOR, C. The Technique of the eggbeater Kick. Disponível em: <http://www.coachesinfo.com>, 2008.
- SÉRGIO, A.A.P., Terreri, Júlia M.D. Greve e Marco M. Amatuzzi, Avaliação isocinética no joelho do atleta, **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Vol. 7, Nº 5 – Set/Out, 2001.
- BALL, K. The Shot: What the research has found. Disponível em: <http://www.coachesinfo.com>, 2008.
- BENNELL, K., WAJSWELNER, H., LEW, P. Isokinetic strength testing does not predict hamstring injury in Australian Rules footballers. **British Journal Sports Medicine**. 32: 309-314, 1998.
- BRIGNOLI, E., FELICETTI, C., BAZZINI, G., MAINI, M., BOZZI M., ROVESCALA, R., ZAFFARANA, V. Isokinetic evaluation and gait study in patients undergoing arthroplasty of the knee: verification of the efficacy of rehabilitation. **Giornale Italiano di Medicina del Lavoro**. 18(1-3):25-9, 1996.
- CHARTERIS, J. Effects of velocity on upper to lower extremity muscular work and power output ratios of intercollegiate athletes. **British Journal Sports Medicine**. 33(4):250-4, 1999 .
- DVIR, Z., Isokinetics: testing, interpretation, and clinical applications. Longman group limited, 4; 69-90, 1995.
- DOPSAJ, M., Pulling force characteristics of 10 s maximal tethered eggbeater kick in elite water polo players: pilot study. **Biomechanics and Medicine in Swimming**, pg 69 – a, 2010.
- DOPSAJ, M., Models of Vertical Swimming Abilities in Elite Female Senior Water Polo Players – **Biomechanics and Medicine in Swimming**, pg 192 – b, 2010.
- DOPSAJ, M., THANOPOULOS, V. The structure of evaluation indicators of vertical swimming work ability of top water polo players. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, 6(2):124-126, 2006.
- DOPSAJ, M., MATKOVIC, I., OKICIC, T., THANOPOULOS, V. Reliability and validity of basic kinematics and mechanical characteristics of pulling force in swimmers measured by the method of tethered swimming with maximum intensity of 60 seconds. *FACTA UNIVERSITATIS: Series Physical Education and Sport*, 1(10):11-22, 2003.
- D'ALESSANDRO, R.L., SILVEIRA, E.A.P., ANJOS, M.T.S., SILVA, A.A, FONSECA, S.T. Análise da associação entre a dinamometria isocinética da articulação do joelho e o salto horizontal unipodal, *hop test*, em atletas de voleibol. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. Vol.11, n.5, pp. 271-275, 2005.
- ELIOTT, B., ARMOUR, J. The penalty throw in water polo: A cinematographic analysis. **Journal of Sport Sciences**, Walsall, v. 6, no. 2, p. 103-114, 1988.

- FARAJIAN, P., KAVOURAS, S.A., YANNAKOULIA, M., SIDOSSIS, L.S. Dietary intake and nutritional practices of elite Greek aquatic athletes. **International Journal Sport Nutrition and Exercise Metabolism**. 14:574–585, 2004.
- FARTO, E.R., CARRAL, J.M.C. Aspectos metodológicos a serem levados em conta no treinamento de força em natação. **Revista Digital**, Buenos Aires. 7,39, Agosto, 2001.
- GLADDEN, L.B., COLACINO, D. Characteristics of volleyball players and success in a national tournament. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, 18, 57-64, 1978.
- GLEESON, N.P., MERCER, T.H. The utility of isokinetic dynamometry in the assessment of human muscle function. **Sports Medicine**. 21,18-24, 1996.
- GIOFTSIDOU, A., BENEKA, A., MALLIOU, P., PAFIS, G., GODOLIAS, G. Soccer players' muscular imbalances: restoration with an isokinetic strength training program. **Perceptual and Motor Skills**. Vol. 103(1):151-9, 2006.
- HOMMA, M., HOMMA, M. Coaching Point for the Technique of Eggbeater Kick in Synchronized Swimming based on Three-Dimensional Motion Analysis. **Sports Biomechanics**. Vol. 4 (1) 73-88, 2005.
- KANNUS, P. Isokinetic evaluation of muscular performance: implications for muscle testing and rehabilitation. **International Journal Sports Medicine**. 15, Suppl 1:11-8., 1994.
- KLINZING, J.E. Basketball: training for improved jumping ability of basketball players. **National Strength and Conditioning Association Journal**, 13 (3), 27-32, 1991.
- KUVALJA, S., MILKOVIC-KRAUS, S., SUCUR, Z. Isokinetic diagnosis: rehabilitation in overuse injury syndromes. **Arhiv za Higijenu Rada Toksikologiju**. 52(4):501-8, 2001.
- JULIA, M., DUPEYRON, A., LAFFONT, I., PARISAU, J.M., LEMOINE, F., BOUSQUET P.J., HÉRISSON, C. Reproducibility of isokinetic peak torque assessments of the hip flexor and extensor muscles. **Annals of Physical and Rehabilitation Medicine**. Volume 53, Issue 5, June, Pages 293-305, 2010.
- MAGALHÃES, J., OLIVEIRA, J., ASCENSÃO, A., SOARES, J.M.C. Avaliação isocinética da força muscular de atletas em função do desporto praticado, idade, sexo e posições específicas. **Revista Portuguesa da Ciência do Desporto**. Vol. 1, nº2 [13-21], 200.
- MCCLUSKEY, L., LYNKEY, S., LEUNG, C.K., WOODHOUSE, D., BRIFFA, K., HOPPER, D. Throwing velocity and jump height in female water polo players: Performance predictors. **Journal Science Medicine Sport** . 13, 236-240, 2010.
- MCMMASTER, W.C., LONG, S.C, CAIOZZO, V.J. Isokinetic torque imbalances in the rotator cuff of the elite water polo player. **The American Journal Sports Medicine**. 19: 72-5, 1991.
- MAYHEW, J., PIPER, F., WARE, J. Anthropometric correlates with strength performance among resistance trained athletes. **Journal Sports Medicine Physical Fitness**. 33:159–65, 1993.

- OSTERAS, H., AUGESTAD, L.B., TONDEL, S. Isokinetic muscle strength after anterior cruciate ligament reconstruction. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**. 8 (5):279-82, 1998.
- PLATANOU, T. Time-Motion Analysis of International level Water Polo Players. **Journal Human Movement Studies**. V. 46, p. 319-331, 2004a.
- PLATANOU, T. On water and dry land vertical jump in water polo players. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**. 45 (1), 26-31, 2005.
- PLATANOU, T. Simple In water vertical jump testing. **Kinesiology**. 38 1:57-62, 2006.
- PLATANOU, T. Cardiovascular and metabolic requirements of water polo. **Serbia Journal Sports Science**. 3(3): 85-97,2009.
- SARDELLA,F., ALIPPI,B., RUDIC, R. Analisi fisiometabolica della partita. **Tecnica Nuoto**: 21-4,1990.
- SANDERS, R. A model of kinematic variables determining height achieved in water polo 'boosts'. **Journal of Applied Biomechanics**. 15, 270-283 ,1999 a.
- SANDERS, R. Analysis of the eggbeater kick used to maintain height in water polo **Journal of Applied Biomechanics** .15:284–91-, 1999 b.
- SANDERS, R. Strength, Flexibility and Timing in the Eggbeater Kick. Disponível em: <http://www.coachesinfo.com>, 2006.
- SMITH, H. Applied physiology of water polo. **Sports Medicine**. 26 (5), 317-334,1998.
- SPRIGINGS, E.J., KOEHLER, J.A. The choice between Bernouilli's or Newton's model in predicting dynamic lift. **International Journal of Sports Biomechanics, Champaign**. Vol. 6, no. 3, p. 235-246, 1990.
- SVANTESSON, U.M., SUNNERHAGEN, K.S., CARLSSON, U.S., GRIMBY, G. Development of fatigue during repeated eccentric-concentric muscle contractions of plantar flexors in patients with stroke. **Arch Physical Medicine Rehabilitation**. 80(10):1247-52,1999.
- TAKAGI, H., NISHIMA, T., ENOMOTO, I., STEWART, A.M. Determining factors of game performance in the 2001 world Water Polo Championships. **Journal Human Movement Studies**, Vol. 49, p. 333-352, 2005.
- TEIXEIRA, S., CORRÊA, S., JUNIOR, G.G. Análise angular do joelho na pernada alternada no polo aquático: dados preliminares. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**. São Paulo, v. 20, p. 377, 2006.
- TEIXEIRA, S., HIRATA, M., SILVA, D., CORRÊA, S.C., GUIMARÃES, G. Análise biomecânica do egg beater no Water Polo: dados preliminares. **Anais do IV Congresso Internacional de Educação Física em Motricidade Humana**. Rio Claro, pg. 186, 2005.
- TERRI, A.S., GRAVE, A.P, AMATUZZI, M.M., Avaliação isocinética do joelho do atleta. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. V7,n.5, 2001.
- THEOHAROPOULOS, A.,TSITSKARIS,G., NIKOPOULOU,M. TSAKLIS,P., Knee strength of professional basketball players. Abstract. **Journal of Strength and Conditioning Research**. Volume 14, Issue 4, November, pg 457-463, 2000.
- TRIPLETT,T., FLECK, S.J., SMITH, S.L. Isokinetic torque and throwing velocity in water polo [abstract]. **Medicine Science Sports Exercise**. 23: S11,1991.

WHITING, W., PUFFER, J.C., FINERMAN, G.A, GREGOR, R.J., MALETIS, G.B. Three-dimensional cinematographic analysis of water polo throwing in elite performers. **American Journal of Sports Medicine**. Baltimore, v. 13, no. 2, p. 95-98, 1985.

ZINNER, C., FOCKE,T., SPERLICH,B., KRUEGER, M., MESTER,J. Competition specific diagnostics and results for elite water polo players. Anais XI international Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming, **P-094, 121, 2010.**

## ANEXO 1

1. Qual pé você usa para chutar uma bola que está parada na sua frente e alinhada com um alvo também a sua frente?	DS	DF	AMB	ES	EF
2. Se fosse tiver que ficar em um pé só, em qual pé ficaria?	DS	DF	AMB	ES	EF
3. Com qual pé você costuma mexer na areia da praia (desenhar ou aplanar a areia)?	DS	DF	AMB	ES	EF
4. Se você tem que subir numa cadeira, qual pé você coloca primeiro em cima dela?	DS	DF	AMB	ES	EF
5. Com qual pé você tenta matar um inseto rápido no chão, como uma barata ou um grilo?	DS	DF	AMB	ES	EF
6. Se você tiver que ficar em pé sobre um trilho de trem, em um pé só, qual pé seria?	DS	DF	AMB	ES	EF
7. Se você tiver que pegar uma bola de gude com os pés, qual pé escolheria?	DS	DF	AMB	ES	EF
8. Se você tem que saltar em um pé só, qual pé seria?	DS	DF	AMB	ES	EF
9. Com qual pé você ajudaria a enterrar uma pá no solo?	DS	DF	AMB	ES	EF
10. Quando estamos em pé, parados, geralmente largamos nosso peso mais sobre uma das pernas. No seu caso, em qual das pernas você apóia mais o peso?	DS	DF	AMB	ES	EF
11. Alguma vez houve alguma razão (uma lesão, por exemplo) que fez você mudar sua preferência para alguma das atividades descritas acima?	Sim ( ) Não ( )				
12. Alguma vez você treinou uma das pernas em especial para alguma dessas atividades descritas?	Sim ( ) Não ( )				
Se você respondeu sim para as questões 11 e 12, por favor explique.					

## Protocolo de dominância

Qual membro inferior você considera dominante?

## ANEXO 2

### Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Eu,....., idade.....,profissão....., RG....., fui convidado a participar da pesquisa denominada: Relação entre parâmetros musculares isocinéticos e altura atingida em *eggbeater* (EB) em jogadores de pólo aquático (PAq).

Por meio deste estudo pretende-se verificar se existe correlação entre a altura máxima atingida no salto vertical na água e o pico de torque, trabalho máximo e potência gerado por meio dos gestos do quadril e joelho que envolvem a fase propulsiva e recuperativa do salto, em jogadores de PAq. Pouco se sabe sobre a contribuição da força muscular dos membros inferiores sobre o movimento do salto no PAq. Através da análise estatística, verificaremos se existe correlação entre a força dos membros inferiores, representada pelos parâmetros musculares isocinéticos, e o salto no PAq. Uma possível correlação entre as variáveis nos indica que o trabalho de força muscular específica para os membros inferiores dentro e/ou fora da água pode ser um fator de aprimoramento no treinamento, já que se direta e positivamente correlacionadas, a maior força dos membros inferiores levaria a uma melhor execução dos fundamentos do PAq.

A minha participação nesse estudo consiste em:

- obtenção da altura máxima atingida em um teste de altura máxima realizando EB;
- obtenção dos parâmetros musculares isocinéticos: pico de torque ( $P_T$ ), trabalho máximo ( $W_{m\acute{a}x.}$ ) e potência (Pot) dos membros inferiores, através de uma avaliação isocinética envolvendo os movimentos de propulsão e recuperação do salto em EB, sempre no membro dominante;
- obtenção das medidas antropométricas (massa corporal, estatura e envergadura (distância da ponta do terceiro dedo da mão até a ponta do terceiro dedo da outra

mão estando o indivíduo com os braços abertos formando um ângulo de 90° ao lado do corpo);

- familiarização aos protocolos de testes.

Teste de impulsão vertical: no momento do teste o avaliado deverá estar de sunga e touca dentro da piscina. O teste consistirá em saltar três vezes o mais alto possível, partir do sinal do avaliador. Inicialmente deve manter-se em EB, permanecendo sem oscilações verticais e com o corpo submerso até a altura do acrômio, com os dois braços dentro da água. Ao sinal saltar direcionando a mão dominante para fora da água (membro contralateral mantém dentro da água) tentando atingir a máxima altura. O teste será filmado e a mensuração da altura será realizada através de análise do vídeo pelos *softwares*, *Virtual dub* e *Imagej*.

Teste isocinético: será utilizado um dinamômetro isocinético Biodex, modelo System 3 (Biodex Medical Sistem, Shirley, NY-USA). O indivíduo fará 3 (três) tipos de testes isocinéticos: dois relacionados a movimentos do quadril (flexão-extensão e adução-abdução) e um do joelho (flexão-extensão). Os testes serão realizados unilateralmente a partir de contrações concêntricas com cinco velocidades de 30°/s, 60°/s, 180°/s, 240°/s e 300°/s, sendo realizadas 3 repetições máximas.

Em relação à pesquisa, posso esperar alguns benefícios, tais como: conhecer os valores das medidas antropométricas estatura, massa e envergadura, e medida da altura máxima atingida no salto vertical do PAq assim como os parâmetros musculares isocinéticos atingido em relação aos movimentos de propulsão e recuperação do salto em EB e saber da relação entre estas variáveis.

Fui igualmente informado de que:

- os desconfortos próprios das sessões de exercício para realização dos testes máximos que poderei sentir são: fadiga e dores musculares. Poderei sentir desconfortos após os testes máximos, como aparecimento de dores nos grupos musculares mais exigidos;
- existem riscos, embora sejam pequenos, e se referem a lesões durante os testes; serei informado de tudo o que deverei fazer antes de começar os teste, ficando a meu critério a participação voluntária na pesquisa;

- da garantia que receberei resposta a qualquer pergunta ou esclarecimento a qualquer dúvida acerca dos procedimentos, riscos, benefícios e outros assuntos relacionados com a pesquisa; da liberdade de retirar meu consentimento, a qualquer momento, e deixar de participar do estudo, sem que isto traga prejuízo à continuação do meu cuidado e tratamento;
- da segurança de que não serei identificado e que se manterá o caráter confidencial das informações relacionadas com a minha privacidade e do compromisso com informação atualizada do estudo;
- caso eu tenha qualquer dúvida em relação a essa pesquisa, posso entrar em contato com o Prof. Dr. Flavio de Souza Castro (Fone: 33085829), Acadêmica Camila Dias de Castro (Fone: 96980114) ou com o Comitê de Ética em Pesquisa da ESEF da UFRGS (Fone: 33085875).

Porto Alegre, de

de 2011.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do representante legal do sujeito

\_\_\_\_\_  
Nome e RG do representante legal do sujeito

\_\_\_\_\_  
Data

\_\_\_\_\_  
Assinatura do sujeito

\_\_\_\_\_  
Nome

\_\_\_\_\_  
Data

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador

\_\_\_\_\_  
Nome

\_\_\_\_\_  
Data