

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO –
MESTRADO E DOUTORADO

**Avaliação do Consumo de Oxigênio em Jogadores de Polo Aquático:
Comparação e Concordância entre Protocolos Executados dentro e fora da
Água**

Ligia Ignêz Engelmann de Oliveira

Porto Alegre

2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO –
MESTRADO E DOUTORADO

**Avaliação do Consumo de Oxigênio em Jogadores de Polo Aquático:
Comparação e Concordância entre Protocolos Executados dentro e fora da
Água**

Dissertação de mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientador

Prof. Dr. Flávio Antônio de Souza Castro

Porto Alegre

2014

CIP - Catalogação na Publicação

Ignêz Engelmann de Oliveira, Ligia
Avaliação do Consumo de Oxigênio em Jogadores de
Polo Aquático: Comparação e Concordância entre
Protocolos Executados dentro e fora da Água /
Ligia Ignêz Engelmann de Oliveira. -- 2014.
58 f.

Orientadora: Flávio Antônio de Souza Castro.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Escola de Educação Física, Programa de
Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, Porto
Alegre, BR-RS, 2014.

1. polo Aquático. 2. consumo de oxigênio. 3.
avaliação. 4. eggbeater. I. Antônio de Souza Castro,
Flávio, orient. II. Título.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Flávio Antônio de Souza Castro, pelos ensinamentos durante esta jornada, desde a especialização em Fisiologia do Exercício, pelo exemplo como pessoa e como profissional;

Aos colegas e amigos da especialização e do mestrado da ESEF UFRGS e ao Grupo de Pesquisa em Esportes Aquáticos (GPEA);

À colega e amiga Giane Veiga pela sua disponibilidade, dedicação e ensinamentos;

Aos Professores da ESEF UFRGS na especialização e mestrado pelos ensinamentos;

Aos funcionários do Lapex e Secretaria PPG pelo trabalho, auxílio e a prestatividade;

À equipe Polo Sul de Polo Aquático e seu treinador pela disponibilidade de atuarem no meu projeto;

À Academia Plena pelo apoio durante toda a minha jornada como mestranda;

A minha família, em especial minha mãe por sempre acreditar em mim e me apoiar nas minhas escolhas e aos meus irmãos por serem meus exemplos;

MUITO OBRIGADO!

EPÍGRAFE

“O principal objetivo da educação é criar pessoas capazes de fazer coisas novas e não simplesmente repetir o que as outras gerações fizeram.”

Jean Piaget

RESUMO

Avaliação do Consumo de Oxigênio em Jogadores de Polo Aquático: Comparação e Concordância entre Protocolos Executados dentro e fora da Água

Autora: Lígia Ignêz Engelmann de Oliveira

Orientador: Flávio Antonio de Souza Castro

O polo aquático (PA) é um esporte coletivo e de invasão praticado no meio líquido. Dentre as técnicas utilizadas pelos jogadores de PA, destaca-se o *eggbeater* (EB), movimento propulsivo de membros inferiores que permite ao jogador a permanência na posição vertical e deslocamentos. Devido às especificidades do gesto de EB e à falta de informações a respeito das características fisiológicas de jogadores de PA, o objetivo deste estudo foi comparar e verificar a concordância de resultados obtidos de testes de esforço máximo realizados dentro (com EB) e fora da água (em ciclo-ergômetro). Para tal, doze jogadores de PA ($30,5 \pm 7,7$ anos de idade; $79,2 \pm 7,2$ kg de massa corporal; $179,1 \pm 5,9$ cm de estatura) foram avaliados em duas etapas: (1) em laboratório com teste máximo em ciclo-ergômetro e (2) em piscina com teste máximo em EB. Em ambas as etapas foram obtidos: consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), taxa de troca gasosa (RER), frequência cardíaca máxima (FCmax) e esforço percebido (EP). Entre os dados obtidos de ambos os testes foram realizadas análises descritivas, análises de comparação, correlação intra-classe e concordância. Não foram encontradas diferenças entre os valores máximos obtidos nos dois testes (ciclo-ergômetro: $VO_{2max} = 40,2 \pm 2,7$ ml.kg⁻¹.min⁻¹, RER = $1,17 \pm 0,08$, FCmax = $181,4 \pm 11,7$ bpm; EP = 20; *eggbeater*: $VO_{2max} = 38,4 \pm 5,7$ ml.kg⁻¹.min⁻¹, RER = $1,19 \pm ,12$, FCmax = $179 \pm 11,7$ bpm; EP = 20). De modo geral, os valores encontrados no teste em EB apresentaram maior variabilidade, porém análises de Bland-Altman indicam limites de concordância aceitáveis para VO_{2max} , RER e FCmax obtidos de diferentes métodos (dentro e fora da água) entre jogadores de PA.

Palavras-chave: Polo aquático. Consumo de oxigênio. Avaliação.

ABSTRACT

Oxygen Consumption Assessment in Water Polo Players: Comparison and Agreement between Protocols executed in and out-Water

Autora: Ligia Ignêz Engelmann de Oliveira

Orientador: Flávio Antonio de Souza Castro

Water polo (PA) is a team and invasion sport performed in water. Among the techniques used by the players, the eggbeater kick (EB) is a propulsive movement of the lower limbs, which allows the player to remain in the upright position and to displace. Due to the specifics of the EB and the lack of information about the physiological characteristics of PA players, the aim of this study was to compare and to verify the agreement of maximal exercise tests in (EB) and out (cycling) water. Twelve PA players (30.5 ± 7.7 years, 79.2 ± 7.2 kg body mass; 179.1 ± 5.9 cm height) were evaluated in two steps: (1) in laboratory with maximal test on a cycle ergometer and (2) in pool with maximum test in EB. In both phases, maximal oxygen uptake (VO_{2max}), gas exchange ratio (RER), maximal heart rate (HRmax) and perceived exertion (EP) were obtained. The descriptive analysis, comparison analysis, intra-class correlation and level of agreement were performed. No differences were found between the maximum values obtained in the two tests (cycle ergometer: $VO_{2max} = 40.2 \pm 2.7$ ml.kg⁻¹.min⁻¹, RER = 1.17 ± 0.08 , FCmax = 181.4 ± 11.7 bpm; EP = 20; eggbeater: $VO_{2max} = 38.4 \pm 5.7$ ml.kg⁻¹.min⁻¹, RER = 1.19 ± 12 water, FCmax = 179 ± 11.7 bpm; EP = 20). In general, the values in EB test showed greater variability than in cycle ergometer, but the Bland-Altman analyzes indicate acceptable limits of agreement for VO_{2max} , RER and HRmax obtained from different methods (in and out water) in PA players.

Key-words: Water Polo. Oxygen Uptake. Assessment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Movimento de <i>eggbeater</i>	12
Figura 2: Cinto de segurança tipo alpinista de EPI.....	29
Figura 3: Teste máximo em EB sendo executado.....	30
Figura 4: <i>Design</i> explicativo do estudo.....	31
Figura 5: Consumo de oxigênio em função da carga em ciclo-ergômetro de um participante do estudo.....	36
Figura 6: Consumo de oxigênio em função da carga em <i>eggbeater</i> de um participante do estudo.....	36
Figura 7: Comportamento da cadência, em ciclos por minuto, em três momentos do teste em <i>eggbeater</i> ; n = 12; * p < 0,01 em todas as comparações.....	39
Figura 8: Comportamento individual do VO_{2max} em relação aos dois testes (ciclo-ergômetro e <i>eggbeater</i>); n = 12.....	40
Figura 9: Comportamento individual do RER em relação aos dois testes (ciclo-ergômetro e <i>eggbeater</i>); n = 12.....	40
Figura 10: Comportamento individual da FCmax em relação aos dois testes (ciclo-ergômetro e <i>eggbeater</i>); n = 12.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características dos participantes deste estudo, em média \pm desvio-padrão (DP); n = 12.....36

Tabela 2: Médias, desvios-padrão e coeficientes de variação de consumo de oxigênio (VO_2), taxa de troca gasosa (RER), frequência cardíaca (FC) e esforço percebido (EP) em repouso, pré-ciclo ergômetro e pré-*eggbeater* (terra e água); n = 12.....37

Tabela 3: Médias, desvios-padrão e coeficientes de variação de consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), taxa de troca gasosa (RER), frequência cardíaca máxima (FCmax), esforço percebido (EP) e duração dos testes máximos; n = 12.....38

Tabela 4: Valores de coeficiente de correlação intraclassa (CCI) e respectivos valores de p para consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), taxa de troca gasosa (RER), frequência cardíaca máxima (FCmax) e duração dos testes máximos; n = 12.....39

LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E UNIDADES

Σ	somatório
CCI	Coefficiente de correlação intra-classe
CO ₂	Gás carbônico
EB	Eggbeater
EP	Esforço percebido
EPmax	Esforço percebido máximo
ESEF	Escola de Educação Física
eta	Estatística eta
FC	Frequência cardíaca
FCmax	Frequência cardíaca máxima
kg	Quilograma
l.min ⁻¹	Litros por minuto
min	Minutos
ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹	Mililitros por quilograma por minuto
O ₂	Oxigênio
°K	Graus kelvin
p	Nível de significância estatístico
PA	Polo aquático
PCO ₂	Pressão parcial de gás carbônico
PO ₂	Pressão parcial de oxigênio
RER	Taxa de troca gasosa
rpm	Rotações por minuto
s	Segundos
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
VO ₂	Consumo de oxigênio

VO_{2max}	Consumo máximo de oxigênio
VO_{2pico}	Consumo de oxigênio de pico
W	Watts
[La]	Concentração de lactato
L	Lactato

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	OBJETIVOS	13
1.1.1	<i>Objetivo geral</i>	14
1.1.2	<i>Objetivos específicos</i>	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	CARACTERÍSTICAS E DEMANDAS FISIOLÓGICAS DO PA	15
2.2	PARÂMETROS FISIOLÓGICOS RELACIONADOS AO ESFORÇO	19
2.2.1	<i>Consumo de oxigênio (VO₂)</i>	19
2.2.2	<i>Frequência cardíaca (FC) e esforço percebido (EP)</i>	23
2.2.3	<i>Especificidade de testes para medida de VO₂</i>	25
3	MATERIAIS E MÉTODOS	27
3.1	CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO	27
3.2	VARIÁVEIS DO ESTUDO	27
3.3	POPULAÇÃO E AMOSTRA	27
3.4	PROCEDIMENTOS DE AQUISIÇÃO DAS VARIÁVEIS	28
3.5	DESIGN EXPLICATIVO DO ESTUDO	30
3.6	PROTOCOLOS PARA OBTENÇÃO E PROCESSAMENTO DAS VARIÁVEIS	31
3.6.1	<i>Dados Antropométricos</i>	32
3.6.2	<i>Variáveis Fisiológicas</i>	32
3.7	TRATAMENTO ESTATÍSTICO	34
4	DISCUSSÃO	41
5	CONCLUSÃO	48
	REFERÊNCIAS	49
	ANEXO A	54
	ANEXO B	55
	ANEXO C	58

1 INTRODUÇÃO

O polo aquático (PA) é um esporte coletivo e de invasão praticado no meio líquido. É disputado por duas equipes de treze jogadores cada, sete titulares e seis reservas (SNYDER, 2008). Praticado há mais de um século, é o mais antigo dos jogos coletivos continuamente disputados nos Jogos Olímpicos Modernos (por homens desde 1896) e desde 2000 também por mulheres (PLATANOU, 2009).

Dentre as técnicas utilizadas pelos jogadores de PA, destaca-se o *eggbeater* (EB), que é um movimento propulsivo de membros inferiores, muito utilizado também no nado sincronizado. No PA a técnica do EB permite ao jogador a permanência na posição vertical, deslocamentos com o rosto fora da água, execução de marcação sobre outro jogador, alçada (quando um jogador tenta se elevar na água) e melhor execução de passes e chutes a gol (SANDERS, 2005; HOMMA & HOMMA, 2005). É um movimento de ação cíclica, realizado pelas articulações do quadril, joelhos e tornozelos, com os movimentos dos membros inferiores direito e esquerdo em sentidos opostos no ciclo (PLATANOU, 2005). Quadril, joelhos e tornozelos movem-se em direções circulares inversas (Figura 1), ou seja, o membro inferior esquerdo move-se no sentido horário e o direito no sentido anti-horário (PLATANOU, 2005).



Figura 1: Movimento de *Eggbeater*

Durante uma partida, os jogadores de PA assumem duas posições básicas: horizontal e vertical. Na posição horizontal, o jogador executa técnicas de natação adaptadas ao PA. Na posição vertical o jogador executa a técnica de EB. Análises de partidas de PA indicam que, em média, o tempo gasto em posição horizontal varia de 33,1 a 45% do tempo de jogo, e de 55 a 66,9% na posição vertical (DOPSAJ e THANOPOULOS, 2006; DOPSAJ e ALEKSANDROVIĆ, 2009; SMITH, 1998), ou seja, na maior parte do tempo de uma partida de PA, os jogadores executam a técnica de EB.

Para adequada execução, ao longo do tempo, de toda e qualquer técnica esportiva haverá uma determinada necessidade de suporte energético, sendo que tal suporte provém das diferentes rotas metabólicas. Dentre as avaliações das capacidades metabólicas, considera-se que o consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) é um grande indicador da capacidade de uma pessoa em realizar trabalho, e a correta identificação deste parâmetro fisiológico é fundamental na análise do desempenho para posterior prescrição correta de treinamento (WILMORE; COSTILL, 2001).

Em relação ao PA, Aleksandrovic et al. (2011) afirmam que informações relativas às capacidades fisiológicas dos jogadores são escassas, bem como informações a respeito de seus possíveis impactos em habilidades motoras específicas (como o EB). Uma possível explicação para esta situação pode ser as dificuldades impostas pelo meio líquido para a obtenção de adequados valores de parâmetros fisiológicos, como o VO_{2max} .

Tradicionalmente, o VO_{2max} é identificado em testes realizados em esteiras, bicicletas ou outros equipamentos que permitam maior controle de carga imposta ao avaliado. Utilizam-se equipamentos para medida das concentrações de gases no ar expirado e seus comportamentos frente à intensidade do exercício. Diversos protocolos são utilizados, de modo válido, objetivo e reprodutível (WILMORE; COSTILL, 2001). Até o momento, não foram encontrados protocolos que avaliassem de modo sistemático o VO_{2max} de jogadores de PA realizando o gesto de EB, fundamental para analisar o desempenho desta modalidade, apenas em testes de natação (TSEKOURAS et al. 2005), os quais não avaliam de modo preciso, a principal tarefa de sustentação da modalidade.

1.1 OBJETIVOS

Para esta pesquisa foram estipulados os seguintes objetivos:

1.1.1 Objetivo geral

Comparar e verificar a concordância de resultados obtidos de teste de esforço máximo realizados dentro (com *eggbeater*) e fora (em ciclo-ergômetro) da água.

1.1.2 Objetivos específicos

Avaliar atletas de polo aquático em um teste de esforço máximo em um ciclo-ergômetro e em um teste de esforço máximo adaptado na piscina no movimento de EB, com os seguintes parâmetros:

1. Consumo máximo de oxigênio;
2. Taxa de troca gasosa;
3. Frequência cardíaca máxima;
4. Esforço percebido máximo;
5. Duração e carga dos testes.

Comparar e verificar correlação e concordância entre os dados obtidos dos dois testes.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Esta revisão de literatura aborda os temas (1) características e demandas fisiológicas do PA e (2) parâmetros fisiológicos relacionados ao esforço (consumo de oxigênio, lactato, frequência cardíaca e esforço percebido), com especial atenção às questões de especificidade da modalidade para obtenção de valores de consumo de oxigênio.

2.1 CARACTERÍSTICAS E DEMANDAS FISIOLÓGICAS DO PA

O Polo Aquático (PA) é praticado desde o século XIX e é a mais antiga das modalidades coletivas ainda disputadas nos Jogos Olímpicos Modernos por homens. As mulheres iniciaram sua participação em Jogos Olímpicos a partir da Olimpíada de Sydney no ano 2000 (PLATANOU, 2009). Uma equipe de PA é formada por treze jogadores, sete titulares e seis reservas. As posições mais características dos jogadores são: goleiro, armador, alas, ponteiros e centro. Os ponteiros, normalmente são aqueles jogadores que mais se deslocam pela piscina, seguidos pelos alas e pelo armadores. Dentre os jogadores de linha, o centro é o que menos se desloca, atuando de modo similar ao pivô do handebol (SESI-SP, 2012).

No PA os jogadores realizam dois tipos de tarefas: técnica e tática, ambas realizadas em duas posições básicas do corpo na água, vertical e horizontal (DOPSAJ; THANOPOULOS, 2006). Estas características do PA exigem condicionamento adequado, envolvendo tanto habilidades motoras específicas e habilidades funcionais (ALEKSANDROVIC, 2011; PLATANOU, 2009; SMITH, 1998). Por outro lado, apesar de sua rica história e rápida evolução, poucos estudos são encontrados desta modalidade, provavelmente pelas dificuldades relacionadas com a coleta de dados em ambiente aquático (PLATANOU, 2009).

Em países da Europa, o PA tem início já na escola, a fim de produzir os melhores resultados no futuro (ALEKSANDROVIC, 2011). O elevado desempenho em vários esportes é geralmente resultado do treinamento de longo prazo, assim, jogadores de PA começam sua formação física regular na infância

(ALEKSANDROVIC, 2011). As habilidades, como velocidade de reação e frequência de movimento, são desenvolvidas no período de 7 a 11 ou 12 anos de idade, sendo também o período de puberdade nesta faixa etária sensível para o desenvolvimento de resistência aeróbia e anaeróbia (ARMSTRONG e WELSMAN, 2000). A melhoria da função pulmonar e cardiovascular durante crescimento produz um aumento da capacidade aeróbia futura (ARMSTRONG e WELSMAN, 1994). Segundo Aleksandrovic (2011), seria necessário começar a treinar PA no décimo ano de vida, de modo que os jovens jogadores de 12 anos de idade já têm experiência em competição a nível nacional, o conhecimento de atividades técnica e táticas (TE-TA), e um alto nível de habilidades de natação (ALEKSANDROVIC, 2011). Aleksandrovic (2011) avaliou o impacto da habilidade funcional sobre as habilidades motoras específicas em noventa e dois atletas jovens de PA ($12 \pm 0,5$ anos) com no mínimo dois anos de experiência na modalidade. Valores médios encontrados nas características físicas foram de $156,96 \pm 22,3$ cm para estatura e de $51,02 \pm 33,1$ kg para massa corporal. Estes valores encontrados no estudo são mais altos em comparação a aqueles jovens que não praticam nenhum tipo de esporte (ALEKSANDROVIC, 2011).

Canossa et al. (2009) acreditam que a área de estudo que procura o entendimento do jogo de PA, seus processos e ações que caracterizam esta modalidade, apresenta uma carência significativa de estudos. Este fato se justificativa devido as diferentes metodologias de observação e análise, o que implica uma maior dificuldade na comparação de dados e, conseqüentemente, um acesso dificultado à informação e ao melhor conhecimento do jogo de PA. Por outro lado na análise fisiológica da modalidade, o meio aquático e a dinâmica do esporte dificultam a obtenção e a análise de parâmetros que permitam melhor caracterizar suas demandas, o que leva ao pequeno número de publicações na área (CANOSSA et al., 2009).

Uma partida de PA exige esforços de natureza intermitente, com diferentes intensidades que apresentam estímulos de duração próxima a 15-20 segundos, e tempos de recuperação muito curtos (SMITH, 1998). O PA exige, portanto, um sistema cardiorrespiratório bem desenvolvido para uma boa recuperação e tolerância à demanda metabólica exigida (TSEKOURAS et al., 2005). A prática do

PA exige elementos de técnica com e sem bola, como arremessos, bloqueios, interceptações de bola e duelos com o adversário, tanto na defesa quanto no ataque (SMITH, 1998; DOPSAJ e ALEKSANDROVIC, 2009).

O perfil antropométrico de um jogador de PA exerce um papel importante durante o jogo, pois permitirá ou não o jogador obter um melhor desempenho na piscina durante a partida (TSEKOURAS et al., 2005). É comum um time de PA apresentar jogadores altos (DOPSAJ e ALEKSANDROVIC, 2009), porém há poucos estudos (TSEKOURAS et al. 2005; DOPSAJ e ALEKSANDROVIC, 2009) que foram encontrados analisando os atributos físicos e fisiológicos necessários para incremento do desempenho de classe mundial (TSEKOURAS et al., 2005).

Dopsaj e Aleksandrovic (2009) realizaram um estudo com o objetivo de definir as características morfológicas de trinta e um atletas de elite masculino da Sérvia, de acordo com sua posição no jogo. A amostra constituía de: goleiros (n= 6), alas (n= 13), armadores (n= 6) e pivôs (n= 6). Verificando o total da amostra, a massa corporal foi de $96,7 \pm 8,4$ kg (mín. 79,5 kg, máx. 118,0 kg); estatura: $193,2 \pm 4,9$ cm (mín. 184,5 cm, máx. 201,6 cm); IMC: $25,9 \pm 2,09$ kg/m² (mín. 20,70 kg/m², máx. 30,2 kg/m²) e área de superfície total: $193,1 \pm 10,7$ cm² (mín. 169,6 cm², máx. 222,1 cm²). Os resultados, de acordo com a posição de jogo, sugeriram que os atletas pivôs possuem uma massa corporal maior ($104,1 \pm 3,03$ kg) do que os atletas de outras posições. Ainda, na posição de goleiro, os atletas são mais altos ($198,1 \pm 1,6$ cm), o IMC maior foi encontrado também nos atletas de posição pivô ($27,2 \pm 0,8$ kg/m²) e a área de superfície corporal também ($203,86 \pm 4,16$ cm²).

Tsekouras et al. (2005) avaliaram as características físicas de noventa jogadores de elite PA da Grécia (massa corporal: $90,7 \pm 6,4$ kg; estatura: $184,5 \pm 4,3$ e IMC: $26,7 \pm 1,7$ kg/m²). Neste estudo, a análise de composição corporal foi realizada por DXA, método que proporciona resultados de alta precisão. Resultados anteriores indicam que jogadores de PA (de ambos os sexos) tendem a ser mais altos e mais fortes do que outros atletas aquáticos, exceto em relação a nadadores de curta distância (ALEKSANDROVIC, 2011).

De acordo com análises de movimento realizadas, o maior tempo gasto é na posição vertical, ou seja, no movimento de *eggbeater* (EB). O movimento de EB

além de ser utilizado para manter a posição vertical do jogador, é também utilizado para aumentar a parte superior do corpo fora da água a fim de, realizar um passe, arremesso a gol ou bloquear seu oponente (PLATANOU, 2009). A posição vertical é realizada no máximo e/ou submáximo esforço com grande contribuição do sistema anaeróbico alático. É importante uma boa técnica do EB, especialmente quando o corpo é mantido o mais alto possível acima da superfície da água (SMITH, 1998).

Estudos (PLATANOU, 2006; PLATANOU, 2009) avaliaram, através do teste de impulsão vertical descrito anteriormente (PLATANOU, 2005), a habilidade do movimento de EB em atletas de PA. Os resultados indicam que o teste de impulsão vertical especificamente é um método confiável para avaliar a capacidade para do salto vertical em jogadores de PA. O teste de salto vertical é avaliado na piscina utilizando uma placa com sua base fixada na borda. A placa é anexada a 120 centímetros acima da superfície da água e perpendicular a mesma. A placa possui uma escala em centímetros. A partir do movimento de EB, o jogador impulsiona seu corpo o mais alto possível tocando a placa com uma das mãos. Utiliza-se câmera de vídeo para gravar os saltos verticais dos jogadores para posterior análise.

Há poucos estudos que descrevem o desempenho no EB. Homma e Homma (2005) investigaram a técnica do EB em atletas de elite do nado sincronizado em uma análise tridimensional a fim de, comparar movimentos entre a mais alta e mais baixa habilidade. Foi determinado que o movimento de fora para dentro seria chamado de "in-kick" e de dentro para fora "out-kick". A análise demonstrou que as atletas que possuíam um maior ângulo de rotação de coxa no out-kick e uma maior velocidade na adução de pés no out-kick foram as que apresentaram a mais alta habilidade no movimento de EB. Uma alta habilidade no EB é caracterizada quando os joelhos ficam o mais alto e mais separados para haver uma maior base de apoio. Por análises de vídeos, a intensidade, duração e a frequência das múltiplas atividades realizadas pelos atletas durante os jogos competitivos sugere que a maioria destas atividades dura menos que vinte segundos. São atividades com movimentos intensos e *sprints* com média de 7 a 14 segundos (HOMMA e HOMMA, 2005).

O desempenho de uma atividade nesta intensidade e concisão é susceptível de ser altamente dependente do metabolismo anaeróbico e potência muscular

(SMITH, 1998). No entanto, essas atividades são de fato, realizadas em sequências, resultando em duração cumulativa, constituindo aproximadamente dois terços de jogo do tempo total. Jogos a nível internacional consistem em 4 x 7 min períodos, separados por 2 min de intervalo (SMITH, 1998). Hughes et al. (2006) (citados por CANOSSA et al., 2009) sugerem que 81% do componente total de jogo é desenvolvida a uma intensidade superior a 80% da intensidade máxima, sugerindo uma contribuição glicolítica significativa.

2.2 PARÂMETROS FISIOLÓGICOS RELACIONADOS AO ESFORÇO

Consumo de oxigênio, lactato, frequência cardíaca e esforço percebido são parâmetros que, embora sinalizem diferentes fenômenos, ao responderem à intensidade de exercício, fornecem preciosas informações relativas ao comportamento dos sistemas durante um exercício.

2.2.1 Consumo de oxigênio (VO_2)

Segundo Ferreti (2014) o conceito de consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) foi realmente criado quando observou-se uma relação linear entre o consumo de oxigênio (VO_2) e a carga mecânica, esta relação chegaria a um platô de VO_2 , mesmo com aumento da carga. Para Ferreti (2014), tais observações foram inicialmente de Herbst, em 1928 e de Hill e Lupton, em 1932. O consumo de oxigênio (VO_2) representa a capacidade do organismo captar, transportar e utilizar o oxigênio para a produção de energia (FERRETI, 2014). Conforme aumenta a carga de trabalho, o VO_2 aumenta linearmente, porém quando o VO_2 se estabiliza, independente do aumento de carga, o consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) é atingido. Porém quando a estabilidade não é alcançada, o maior valor encontrado (pico de consumo de oxigênio - VO_{2pico}) pode ser assumido como o VO_{2max} (MCARDLE et al., 2002), desde que outros parâmetros de análise (frequência cardíaca, concentração de lactato, esforço percebido, taxa de troca gasosa, por exemplo) tenham comportamentos que caracterizem o máximo esforço (HOWLEY et al., 1995).

O VO_{2max} é definido como a maior taxa de consumo de oxigênio a ser atingido durante o exercício máximo, sendo considerado o índice fisiológico que melhor representa a potência aeróbia máxima, ou seja, o valor da quantidade máxima de energia que pode ser produzida pelo metabolismo aeróbio em uma determinada unidade de tempo (WILMORE; COSTILL; 2001).

A cinética do consumo de oxigênio (VO_2) é o estudo do seu comportamento ao longo do tempo realizando um esforço. Sabendo isto, a cinética do VO_2 permite verificar os mecanismos fisiológicos responsáveis pela dinâmica da resposta do VO_2 ao exercício e subsequente a recuperação (JONES & POOLE, 2005). A compreensão desta dinâmica do repouso para o exercício é importante, pois quanto mais rápida e eficaz a cinética do VO_2 , menor será a influência do sistema anaeróbio sobre o metabolismo energético (JONES & BURNLEY, 2009), mantendo assim a fonte oxidativa como sendo a principal fonte geradora de energia para o trabalho (JONES & POOLE, 2005).

A representação do VO_2 é realizada, tradicionalmente, de duas maneiras: em unidades absolutas ($l \cdot min^{-1}$) ou em unidades relativas à massa corporal (quociente entre o consumo e a massa corporal: $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) (WILMORE; COSTILL, 2001). O VO_{2max} é geralmente considerado o “padrão ouro” para a avaliação do desempenho aeróbio (BARROS et al., 2004). Métodos diretos ou indiretos podem ser utilizados para medir ou estimar o VO_{2max} de um atleta. No método direto a medição é realizada através da análise dos gases respiratórios, no método indireto é buscado um valor aproximado, normalmente por equações preditivas, que permitirão a estimativa da capacidade e potência aeróbia (PINI, 1983).

Ainda, durante a realização de teste em carga progressiva, o volume de ar que passa pelos pulmões, a ventilação-minuto (VE) aumenta ao passo que a carga aumenta, devido, basicamente, ao incremento da produção de gás carbônico (VCO_2) pelos tecidos ativos e ao incremento da necessidade de oxigênio pelos tecidos ativos. Ainda, ao passo que a intensidade aumenta, o incremento na VCO_2 é maior que o incremento no VO_2 , e, ao se realizar o quociente entre esses dois parâmetros ($RER = VCO_2/VO_2$), a partir da intensidade em que há maior participação do metabolismo anaeróbio, o RER passa a ser maior que 1,00 (FERRETI, 2014; WILMORE; COSTILL, 2001).

De modo específico à modalidade, PLATANOU (2009) sugere que o PA exige grande contribuição metabólica aeróbia e anaeróbia de seus praticantes, o que deve ser levado em consideração para a formação do programa de treinamento. VO_{2max} em atletas masculinos PA tem sido documentado em poucos estudos (SMITH, 1998) que variam geralmente na faixa entre 58 e 63 $ml.kg^{-1}.min^{-1}$, dependendo do estudo e do teste de medida (PLATANOU, 2009; SMITH, 1998).

Entre jogadores de PA, Tsekouras et al. (2005) encontraram valores de VO_{2pico} de $57,9 \pm 7,0 ml.kg^{-1}.min^{-1}$, após um teste máximo de 400 m nado *crawl*, sendo utilizado um analisador de gases portátil (VmaxST, Yorba Linda, CA, Sensomedics). Os valores do VO_2 foram determinados calculando a média dos últimos 20 segundos por retro-extrapolação. O desempenho da natação não representa adequadamente o desempenho do PA, assim sendo necessários mais estudos e testes específicos para o PA. Não foram encontrados, até o momento, estudos que tivessem mensurado o consumo de oxigênio de jogadores de PA durante a execução do EB, elemento fundamental para o jogo.

Porém, Lobenius (2002) descreve um protocolo para avaliação de atletas de nado sincronizado em EB afim de, comparar a capacidade aeróbia máxima durante um teste no ciclo-ergômetro e um teste em EB. Em ambos os teste foram mensurados o VO_{2max} com aumento gradual de cargas até o esforço máximo. No teste em EB a cada 30 segundos era aumentada a carga, que consistia de pesos colocados em um cinto de mergulho (porém não foram descritos os valores de carga), a análise de gases era realizada a cada 15 segundo por um analisador de gases K4. Algumas atletas não conseguiram chegar ao seu VO_{2max} , assim o maior valor encontrado foi determinado com VO_{2pico} . A média encontrada do VO_{2pico} no teste em ciclo-ergômetro foi de $48,1 \pm 4,4 ml.kg^{-1}.min^{-1}$ e no teste em EB foi de $53,1 \pm 5,2 ml.kg^{-1}.min^{-1}$. O VO_{2pico} foi mais alto durante o teste em EB quando comparado ao teste em ciclo-ergômetro, e ainda foi encontrado correlação entre os valores obtidos de ambos os testes ($r = 0,91$; $p = 0,05$).

2.2.2 Lactato (L)

As medidas da concentração de lactato ([La]) podem trazer informações sobre o grau de contribuição do sistema láctico e a caracterização do perfil metabólico da atividade motora. A partir desse conhecimento, a prescrição do treinamento se torna mais específica e direcionada ao trabalho adequado para os sistemas predominantes (SMITH,1998).

Konstantaki et al. (1998) avaliou jogadores de PA do sexo feminino afim de, correlacionar os valores em duas situações. A primeira situação foi um teste de braço incremental em um banco de natação isocinético. Os valores pico de concentração de lactato sanguíneo foi de $5,1 \pm 0,2 \text{ mmol.L}^{-1}$ e frequência cardíaca de $146 \pm 6 \text{ bpm}$. Na segunda situação, a avaliação foi realizada em um jogo de PA. Concentração de lactato e frequência cardíaca foram mensurados após cada tempo de jogo: 1º tempo $3,5 \pm 0,4 \text{ mmol.L}^{-1}$ e $138 \pm 10 \text{ bpm}$; 2º tempo $4,3 \pm 0,5 \text{ mmol.L}^{-1}$ e $149 \pm 12 \text{ bpm}$; 3º tempo $4,3 \pm 0,7 \text{ mmol.L}^{-1}$ e $151 \pm 9 \text{ bpm}$; 4º $4,6 \pm 0,5 \text{ mmol.L}^{-1}$ e $154 \pm 8 \text{ bpm}$. Não houve correlação nos valores de pico no teste no banco de natação com as respostas de jogo.

Platanou e Geladas (2006) avaliaram durante um campeonato de PA jogadores de diferentes a fim de verificar se haveria diferença de intensidade entre as posições de jogo. Após cada período de jogo era medido as concentrações de lactato e a frequência cardíaca foi monitorada durante todo o jogo. A intensidade de exercício ficou em torno de um valor médio correspondente ao limiar de lactato ($4,03 \pm 0,96 \text{ mmol.L}^{-1}$), frequência cardíaca média de $156 \pm 18 \text{ bpm}$. Não foi observada diferença entre os jogadores de diferentes posições em nenhuma das variáveis analisadas.

Os valores médios de concentrações de lactato encontradas por Platanou (2009) foram de $3,9 \pm 1,9 \text{ mmol.L}^{-1}$ (de 2 mmol.L^{-1} até 12 mmol.L^{-1}) em dez jogadores de PA em zona defensiva de jogo. Este valor pode ser associado com a baixa capacidade anaeróbica e provavelmente o nível de capacidade aeróbia. Este último fato levou a uma capacidade melhorada para remover o lactato sanguíneo (PLATANOU, 2009).

Tsekouras et al. (2005) coletaram amostras de sangue nos minutos 1, 3, 5, 8 e 12 pós-exercício com recuperação passiva na posição sentada. Estas amostras de sangue foram tomadas de modo a monitorizar a acumulação e remoção de lactato, determinando a concentração máxima pós-exercício, sendo o valor máximo encontrado de $13,6 \pm 2,7$ mmol.L⁻¹. É de se notar que esses valores refletem a produção de lactato após uma única sessão de natação e podem não refletir a natureza do PA. Amostras de sangue colhidas durante e após o jogo, têm mostrado níveis de lactato que variam de 2-12 mmol.L⁻¹ em atletas de elite espanhóis (RODRIGUEZ, 1994 apud SMITH, 1998) e 7-9 mmol.L⁻¹ em atletas de elite Italianos (SARDELLA et al, 1990 apud SMITH, 1998).

2.2.3 Frequência cardíaca (FC) e esforço percebido (EP)

A frequência cardíaca (FC) têm fornecido indícios das exigências cardiovasculares e metabólicas cumulativas das atividades identificadas durante os jogos de polo aquático (SMITH, 1998). Diversos indicadores fisiológicos podem ser usados para quantificar a intensidade do esforço. Dentre os indicadores de intensidade do esforço, a FC e o esforço percebido (EP) são os mais práticos e de baixo custo realizados em atividades tanto dentro, quanto fora do ambiente aquático. Mas ao estabelecer comparações do ambiente terrestre com o meio aquático, percebe-se que as respostas se diferenciam nos distintos meios (GRAEF e KRUEL, 2006).

A FC é uma das variáveis mais utilizadas no controle da intensidade do esforço. Pode-se afirmar que isso ocorre, principalmente, devido à facilidade para realizar sua medida, o que a torna bastante prática, bem como a sua relação com o VO₂ em determinada faixa de esforço. Mas o comportamento da FC apresenta-se diferenciado em função do tipo ou intensidade do exercício realizado no meio terrestre ou aquático. Em situação de repouso ou exercício no meio aquático, as alterações encontradas na FC são influenciadas por fatores como a posição do corpo (vertical ou horizontal), a profundidade de imersão, a temperatura da água, a FC de repouso, e a diminuição do peso hidrostático (KRUEL et al., 2001). A maior parcela dos estudos encontrados aponta para a existência de diminuição na FC (de

9 a 13 bpm) durante a imersão (KRUEL et al., 2001; NAKANISHI et al., 1999; DENADAI et al., 1997).

Os valores da FC mais baixos em imersão em intensidades máximas e/ou submáximas comparados ao meio terrestre podem ser atribuídos a um desvio central no volume sanguíneo, devido à pressão hidrostática, assim como à temperatura da água (CHU e RHODES, 2001). A pressão hidrostática é o principal fator a influenciar no comportamento da FC no meio líquido (ARBORELIUS et al., 1972, KRUEL et al., 1994). Com a imersão, ocorre um aumento no volume sanguíneo central, devido à redistribuição do sangue venoso e fluído extracelular dos membros inferiores para a região central. Com o aumento do volume plasmático na região central, o coração e os vasos da circulação central são distendidos, gerando uma estimulação nos receptores de volume e pressão desses tecidos. Isso conduz a uma readaptação no sistema cardiovascular, aumentando a pressão venosa central, o débito cardíaco e o volume sistólico para enfim, diminuir a FC (WATENPAUGH et al., 2000) para um mesmo débito cardíaco.

Medidas de FC realizadas durante os jogos de PA demonstraram que os batimentos cardíacos correspondem a 80% do VO_{2max} (Smith, 1998). De acordo com Platanou (2009) 58,5% do tempo de jogo os atletas jogam em uma intensidade mais alta do que 85% da frequência cardíaca máxima (FCmax), 39,3% em intensidade mais alta do que 90% da FCmax e 18,3% mais alta do que 95% FCmax. A FC média em partida de PA é de 157 ± 18 bpm, que corresponde ao limiar anaeróbio, sendo que estes dados foram de dez partidas de 4 x 7 min de duração e o time analisado ficou mais no sistema defensivo.

A avaliação subjetiva da intensidade do esforço, como é percebida por uma pessoa em exercício, demonstra ser um bom indicador da porcentagem de esforço máximo realizado. O conceito esforço percebido (EP) é usado para quantificar de forma subjetiva o esforço durante um teste ergométrico e determinar a intensidade do exercício, sendo preferível usar a escala de 6-20 pontos da Escala de Borg (PINI, 1983; FROELICHER E MARCONDES, 1992).

Essa escala foi construída e validada em exercícios realizados fora do meio líquido e sua aplicação em exercícios aquáticos vem sendo investigada mais

recentemente. A literatura apresenta alguns estudos a esse respeito e o conhecimento existente pode ser aplicado na quantificação da intensidade do esforço em exercícios dessa natureza (BORG, 1998). Porém não foram encontrados estudos sobre PA que tenham utilizado o EP como indicador de intensidade, seja em jogo, seja em situação de avaliação de jogadores.

O EP é um recurso não invasivo e prático, de relação direta com a intensidade do exercício (BORG, 1982; LIMA et al., 2006). Considerando os diversos indicadores fisiológicos que podem ser usados no controle da intensidade do esforço, alguns são de difícil utilização no meio aquático, devido ao alto custo e dificuldade de mensuração (ex: VO_2), assim o EP torna-se uma alternativa segura, prática e econômica na avaliação do esforço.

2.2.4 Especificidade de testes para medida de VO_2

A natureza intermitente do esporte, junto com as limitações impostas pelo ambiente aquático, faz com que a avaliação das capacidades fisiológicas de jogadores PA se torne difícil (TSEKOURAS et al., 2005). Estudos que proporcionam uma indicação das características fisiológicas são somente de jogadores do sexo masculino, e raros são os dados sobre características fisiológicas de jogadores do sexo feminino (SMITH, 1998).

Similarmente, os dados descrevendo as capacidades dos atletas de acordo com a posição do jogo são limitados. Testes laboratoriais tem tido mínima contribuição, devido, em parte, à falta de validade por não serem testes específicos para jogadores de PA (SMITH, 1998). Assim, os testes de campo têm a vantagem de maior especificidade, aplicabilidade e relevância para o desempenho do jogo. Contudo, a falta de um teste de campo de validade e confiabilidade, tem dificultado, para os técnicos e treinadores, análise do desempenho de seus atletas a fim de melhorar e quantificar os resultados dos mesmos (SMITH, 1998).

A ergoespirometria possibilita avaliar, de maneira precisa, a capacidade cardiorrespiratória e metabólica, através da medida direta do VO_{2max} (RONDON et al., 1998). Lobenius (2002) realizou um estudo com oito atletas (17-27 anos de

idade) de nado sincronizado do time nacional da Suécia, dentre os testes realizados um deles foi um teste máximo em EB comparado a um teste de cicloergômetro. As atletas realizavam o movimento EB com os ombros na linha da superfície da água e os braços em palmateio, a cada 2 min era acrescentado uma carga em um cinto de mergulho. O $VO_{2\text{pico}}$ foi mais alto durante o teste máximo em EB ($53,1 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) quando comparado ao teste máximo no cicloergômetro ($48,1 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$). A autora justifica que é necessário maiores investigações, pois a larga faixa de valores entre os dois testes, mesmo tendo correlação entre eles, é bastante pobre e que o teste em EB não pode ser usado como alternativa ao teste em ciclo-ergômetro.

Tsekouras et al. (2005) avaliaram o $VO_{2\text{pico}}$ de noventa atletas de elite PA. Após 400 m nado livre máximo, os sujeitos foram instruídos a executar a primeira expiração pós esforço em uma máscara de gases para análise do VO_2 . Os valores foram determinados calculando a média dos últimos 20 segundos, com o uso de um analisador de gás portátil (VmaxST, Yorba Linda, CA, Sensomedics) e foram extrapolados para estimar os valores de pico. Neste caso, avaliou-se um movimento que, mesmo parte do PA, não caracteriza a maior parte da ação dos jogadores. Além disso, os métodos de retroextrapolação podem superestimar os valores de VO_2 (CASTRO et al., 2010).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

O presente estudo caracterizou-se como do tipo ex-post-facto de corte transversal. Jogadores de polo aquático foram avaliados em duas situações: em teste de ciclo-ergômetro, em terra, e na água, executando um protocolo em *eggbeater*.

3.2 VARIÁVEIS DO ESTUDO

As variáveis deste estudo foram as seguintes:

- a) **Variáveis de caracterização da amostra:** idade, massa corporal, estatura, tempo de experiência na modalidade, posição de preferência.
- b) **Variáveis independentes:** os diferentes testes para obtenção das variáveis: em ciclo-ergômetro, em terra, e em *eggbeater*, este na água;
- c) **Variáveis dependentes:** consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), taxa de troca gasosa (RER), frequência cardíaca máxima (FCmax) e esforço percebido máximo (EPmax), duração e carga dos testes; exclusivamente no teste de EB, a cadência.
- d) **Variáveis de controle:** temperatura da água da piscina e da sala onde foram realizados os testes e hora do dia de realização dos mesmos; cadência executada no teste em ciclo-ergômetro.

3.3 POPULAÇÃO E AMOSTRA

População deste estudo foi de jogadores de polo aquático do sexo masculino de no mínimo 18 anos de idade. A amostra foi constituída por 12 atletas de polo aquático de nível estadual/recreacional, com no mínimo dois anos de experiência na modalidade do time Pólo Sul (Porto Alegre, RS). Os participantes estavam treinando normalmente, sem interrupções no período das coletas, de duas a três vezes por semana, por 90 min. Foram devidamente informados por meio de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecidos (Anexo A) sobre todos os procedimentos a

serem realizados, podendo se retirar do estudo se assim desejarem. Este projeto foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS (Anexo B).

3.4 PROCEDIMENTOS DE AQUISIÇÃO DAS VARIÁVEIS

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX) e na piscina (de 25 m, temperatura da água em aproximadamente 30°C, com variações de 0,5°C para mais ou para menos) do Centro Natatório da ESEF/UFRGS, durante a temporada de treino dos jogadores. Os procedimentos foram divididos em duas etapas:

Primeira etapa: foi realizada no LAPEX – UFRGS. Inicialmente, o jogador foi recepcionado no laboratório. Para caracterização da amostra: tempo de experiência na modalidade, idade e dados antropométricos (massa, estatura e 5 dobras cutâneas). Para obtenção das dobras cutâneas tricipital, no ponto medial do úmero; subescapular, no ângulo inferior da escápula; suprailíaca, na crista-íliaca antero superior; abdominal, dois centímetros da cicatriz umbilical; coxa medial, no ponto medial do fêmur. A seguir, foram mensuradas as variáveis fisiológicas (VO_2 , RER, FC e EP) em repouso em pé por cinco minutos. EP foi dado através da Escala de Percepção Subjetiva de Esforço de Borg (6-20). A Escala de Borg de 6-20 pontos é uma escala subjetiva de intensidade em exercício, sendo o ponto 6 nenhum esforço e 20 máximo esforço. A escala foi familiarizada nos treinos antes das coletas. Após o jogador realizava um aquecimento na bicicleta do teste por cinco minutos em uma cadência de 70-80 rpm na carga inicial estabelecida (50 watts) seguido de um protocolo em ciclo-ergômetro. No último minuto do aquecimento foram mensuradas, novamente, FC e EP. O teste máximo no ciclo-ergômetro iniciou com o dobro da carga do aquecimento (100 watts), e a cada minuto foram acrescentados 25 watts até identificada a exaustão (LUCIA et al., 1999). A exaustão foi identificada quando o atleta não conseguiu mais manter a cadência mínima de 70 rpm ou encerrando o teste voluntariamente. Para este teste foram mensurados: VO_2 , RER, FC e EP a cada minuto.

Segunda etapa: após um intervalo mínimo de 48 h do término da primeira etapa, a segunda etapa foi realizada na piscina de 25 m da ESEF/UFRGS. Nesta etapa os jogadores de PA realizaram um protocolo incremental em EB. Inicialmente

foram mensuradas as variáveis fisiológicas (VO_2 , RER, FC e EP) em repouso em pé por cinco minutos e após repouso em pé dentro da água com redutor de profundidade para verificar o possível efeito da água sobre tais variáveis. Após o repouso dentro da água, foi realizado um aquecimento de cinco minutos de execução de EB em baixa intensidade com as duas mãos em palmateio e mensurado FC e EP no último minuto. Após o aquecimento, o jogador saiu da piscina para colocação de dois marcadores, um em cada ombro, e a colocação do cinto de carga. O teste consistiu do jogador de PA realizar o movimento de EB mantendo-se em posição vertical com os marcadores na superfície da água, um braço fora d'água e o outro de livre escolha em palmateio, não podendo trocá-los durante o teste. O jogador iniciou o teste com uma carga de 1 kg, e, a cada minuto foi aumentado 0,5 kg e mensurados: VO_2 , RER, FC e EP. A definição exata das cargas foi determinada com a realização dos estudos pilotos.

O cinto de carga utilizado no teste é um cinto de segurança tipo alpinista utilizado em EPI (equipamento de proteção individual). Este cinto de segurança é confeccionado em fita de poliéster contendo uma meia-argola nas costas e três fivelas duplas de ajuste, nas pernas, na cintura e peitoral (Figura 2). Neste cinto foram confeccionados quatro bolsos (dois à frente e dois atrás) para colocação da carga.



Figura 2: Cinto de segurança tipo alpinista de EPI

Para identificar a cadência de execução do teste, foram cronometrados seis ciclos completos do EB nos últimos segundos de cada estágio. Os critérios técnicos sugeridos por Homma e Homma (2005) de uma boa execução de EB (manter os joelhos o mais alto possível e perto da superfície da água, manter os calcanhares mais próximos do quadril) foram controlados. A exaustão foi estabelecida para os jogadores de duas formas: quando não mantivessem mais os marcadores na linha da superfície da água ou encerramento do teste voluntariamente pelo jogador. Durante o teste, quando aumentado a carga no cinto, a tendência foi do jogador aumentar o ciclo gestual do EB e ter maior dificuldade de manter os marcadores na linha da superfície da água. Quando o jogador não mantinha os marcadores, ajuda verbal era dada a fim de que o jogador realmente chegasse a seu estado exaustivo. Na grande parte das vezes os jogadores encerram o teste voluntariamente.

A Figura 3 apresenta um teste sendo executado.



Figura 3: Teste máximo em EB sendo executado

3.5 DESIGN EXPLICATIVO DO ESTUDO

A Figura 4 apresenta o esquema para realização dos testes e obtenção dos dados, a fim de comparar os dados obtidos dos testes dentro e fora d'água.

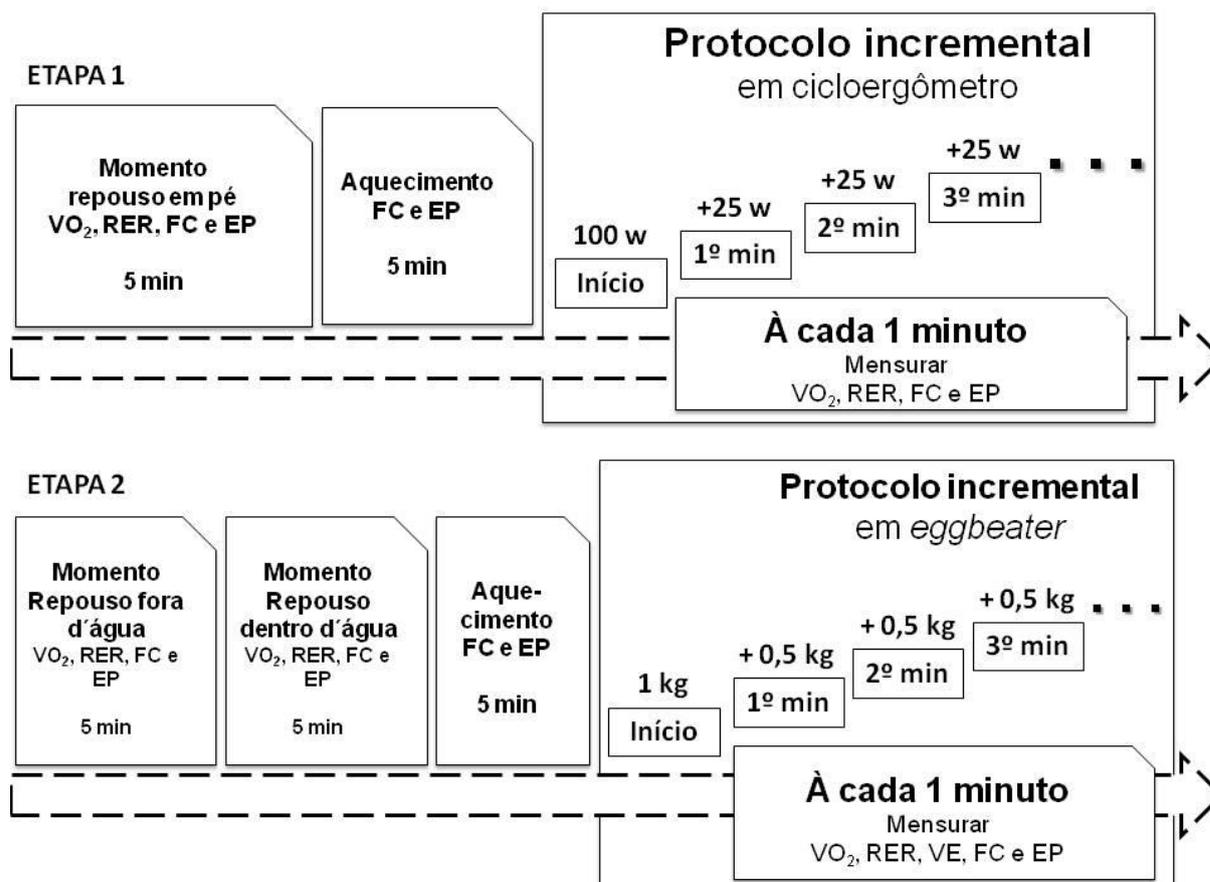


Figura 4: Design explicativo do estudo.

Previamente a todas as coletas e após aprovação pelo Comitê de Ética, foram realizados testes piloto para identificar:

- A. Cargas utilizadas no teste na água;
- B. Posicionamento do atleta na água em relação à colocação dos equipamentos necessários à coleta dos dados e;
- C. Localização dos equipamentos na piscina.

3.6 PROTOCOLOS PARA OBTENÇÃO E PROCESSAMENTO DAS VARIÁVEIS

Na primeira etapa, os jogadores foram instruídos a estarem vestidos com trajés apropriados para praticar atividade física (calção, bermuda, malhas, regatas ou camisetas). Na segunda os jogadores foram instruídos a utilizar os trajés específicos para a prática do polo aquático (sungá).

3.6.1 Dados Antropométricos

Para a obtenção das características físicas, os atletas foram avaliados antes dos protocolos de testes máximos. A massa corporal foi obtida quando o jogador trajando bermuda permaneceu em pé sobre a balança marca Filizola, modelo 31, com resolução de 0,1 kg, e para estatura o mesmo permaneceu em pé de costas para o estadiômetro com uma trena de resolução 0,01m. Em relação às dobras cutâneas, foram seguidas as recomendações de Heyward, Stolarczyk (2000) para identificação das mesmas. Foram realizadas três medidas e a média delas para cada dobra cutânea (tricipital, subescapular, suprailíaca, abdominal e coxa medial), utilizando um adipômetro científico da marca Sammy com resolução de 0,1 mm. Após foi realizado o somatório das cinco dobras.

3.6.2 Variáveis Fisiológicas

VO₂ nas Etapas 1 e 2

O VO₂ foi mensurado por meio de um analisador metabólico de gases VO2000[®] (Portable Metabolic Testing System, MEDGRAPHICS). Os dados do *software* foram transferidos para o computador e exportados para o Excel para posterior tratamento dos mesmos. Os testes com o VO2000[®] podem ser realizados utilizando-se um bocal, uma máscara de neoprene ou máscara de silicone, neste caso foi utilizada com máscara de neoprene.

Repouso em meio terrestre: Individualmente os jogadores de PA ficaram em pé durante 5 minutos ao alcance do VO2000[®] que estava conectado a um computador. Ainda em pé, a máscara do VO2000[®] foi ajustada à boca do jogador para que fosse iniciada a mensuração das variáveis metabólicas (com duração de 1 min). A determinação dos valores de VO₂ absolutos (l·min⁻¹) e relativos à massa corporal (ml.kg⁻¹.min⁻¹) se deram após a eliminação do espaço morto, sendo definido a partir da média dos valores coletados durante o período restante (1 min).

Repouso em meio aquático: Individualmente os jogadores de PA ficaram em pé sobre uma plataforma redutora de profundidade, com água na altura do apêndice

xifóide, durante 5 minutos ao alcance do VO2000[®]. A máscara do VO2000[®] foi ajustada à boca do jogador para que fosse feita a mensuração das variáveis metabólicas (com duração de 1 min). A determinação dos valores de VO₂ absolutos (l·min⁻¹) e relativos à massa corporal (ml·kg⁻¹·min⁻¹) se deram após a eliminação do espaço morto, sendo definidos a partir da média dos valores coletados durante o período restante (1 min).

Durante o teste: a máscara do VO2000[®] foi ajustada novamente à boca do jogador para que durante todo o protocolo ele ficasse com a máscara. Os valores das variáveis metabólicas foram determinados a cada três respirações durante o protocolo até a exaustão conforme já descrito.

EP nas Etapas 1 e 2

Os jogadores realizaram duas sessões de familiarização com a escala de 15 pontos de Borg (BORG, 1982) antes da aplicação dos protocolos deste estudo. A escala foi apresentada aos participantes em exercícios em diferentes intensidades e distâncias e então, o jogador atribuía a um valor numérico da escala correspondente ao seu EP no instante solicitado. Como a escala possui atributos verbais ao lado dos números, facilitou a escolha, pois a relação entre os atributos verbais e os valores numéricos aprimora o hábito do indivíduo em usar a escala (ex.: 6 - sem nenhum esforço; 20 - esforço máximo). Em todos os momentos da primeira e segunda etapa (repouso, aquecimento, durante (a cada minuto) e pós, os indivíduos foram instruídos a apontar o número de sua EP na escala (Anexo C).

FC nas Etapas 1 e 2

Para mensurar os valores de FC em repouso, aquecimento (pré-teste), durante os testes (cada 1 minutos) e pós-teste nas Etapas 1 e 2, foi utilizado um monitor cardíaco da marca *Polar Electro*[®] (Finlândia) modelo Polar FT1. A frequência cardíaca máxima de cada atleta foi definida como o maior valor atingido em ambos os testes. Já a frequência cardíaca máxima foi considerada como 220 menos a idade (anos) para o teste em ciclo-ergômetro e 220 menos a idade menos o valor individual de bradicardia, identificada pela subtração entre a frequência cardíaca de repouso em terra e frequência cardíaca de repouso na água, para o teste em EB.

Duração dos testes e cadência na etapa 2

A duração dos testes foi mensurada em minutos e segundos, depois o tempo foi transformado em decimais de minutos (quociente entre os segundos anotados e 60). A cadência foi mensurada pelo tempo despedido para a realização de seis ciclos completos de *eggbetaer* ao longo dos últimos 15 s de cada estágio do teste dois. Realizou-se o quociente entre seis e o tempo em segundos e após multiplicou-se o resultado por 60, a fim de se obter o número de ciclos por minuto.

Identificação dos valores máximos

Os dados obtidos do VO2000 foram exportados para planilhas Excel. Após, individualmente, curvas entre carga e VO_2 e RER foram plotadas. Como não foi possível identificar platô, na maioria dos indivíduos, no comportamento do VO_2 em função das cargas, na maioria dos indivíduos, utilizou-se o critério de VO_2 de pico como VO_{2max} : foi realizada a média dos dois maiores valores identificados ao longo do teste numa mesma carga de trabalho. O valor de RER foi associado ao valor de VO_2 , e também, considerado os valores máximos.

3.7 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Foi aplicado o Teste de Shapiro Wilk para verificar a normalidade dos dados. Médias, desvios-padrão e coeficientes de variação foram calculados. As comparações entre os valores máximos das variáveis obtidas dos dois testes (em terra e na água) foram realizadas com a aplicação de teste *t* de Student para dados pareados. Já a comparação entre as situações de repouso em terra (nos dois testes) e na água (teste na água) e a comparação entre as cadências ao longo do teste na água foram realizadas com ANOVA para medidas repetidas, neste caso a esfericidade dos dados foi verificada (Teste de Mauchly – quando necessário, e indicado pelos graus de liberdade nos resultados do teste de Fischer, foi utilizado o Fator de Correção Epsilon de Greenhouse-Geisser). Os efeitos principais foram testados com o post-hoc de Bonferroni, poder estatístico foi calculado e o tamanho do efeito foi verificado com a estatística η^2 . A comparação entre as cadências

verificadas no teste em *eggbeater* e as cadências fixas do teste em ciclo-ergômetro foi realizada com teste *t* de Student simples (sendo os valores fixos de 70 e 80 bpm).

Entre as cargas máximas atingidas no teste em ciclo-ergômetro (*W*) e no teste em *eggbeater* (kg) foi aplicado um teste de Correlação Linear Produto-Momento de Pearson e a fim de se verificar a correlação e a concordância entre os valores obtidos dos dois testes, foram calculados os Coeficientes de Correlação Intra-Classe e realizada a análise gráfica de Bland-Altman, com o cálculo do Bias e dos limites de concordância. Para o tratamento estatístico, foram utilizados os programas SPSS for Windows versão 15.0, *Graphpad* e Excel 2007; para alfa < 0,05.

4 RESULTADOS

Os resultados são apresentados na forma de Tabelas e Figuras, na seguinte ordem: caracterização da amostra, dados em repouso e dados dos testes máximos, com as análises de comparação e de concordância. Dos doze jogadores avaliados, quatro jogavam preferencialmente como alas, dois como armadores, três como pontas, dois goleiros e um centro. A Tabela 1 apresenta as características da amostra.

Tabela 1: Características dos participantes deste estudo, em média \pm desvio-padrão (DP); n = 12.

	Idade (anos)	Massa corporal (kg)	Estatura (cm)	Σ dobras cutâneas (mm)	Tempo experiência (anos)
Média	30,5	79,2	179,7	179,7	10
DP	7,7	7,2	5,9	5,9	7,7

As Figuras 5 e 6 apresentam os resultados de VO_2 em função das cargas, respectivamente, do teste em ciclo-ergômetro e do teste em *eggbeater* de um participante da amostra, como representativas de todas as coletas. A fim de visualização do comportamento dos valores de VO_2 ao longo dos testes, foi utilizada uma curva logarítmica, esclarece-se que este procedimento foi utilizado unicamente para visualização, e não na análise dos dados.

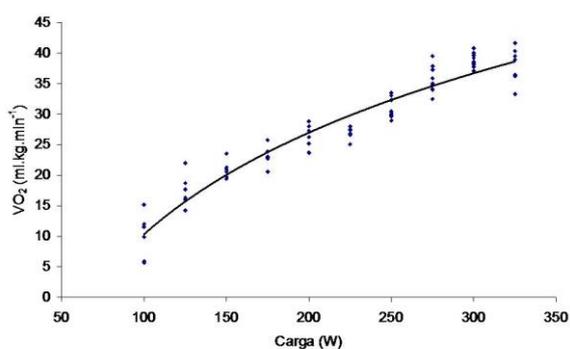


Figura 5: Consumo de oxigênio ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) em função da carga (W) em ciclo-ergômetro de um participante do estudo

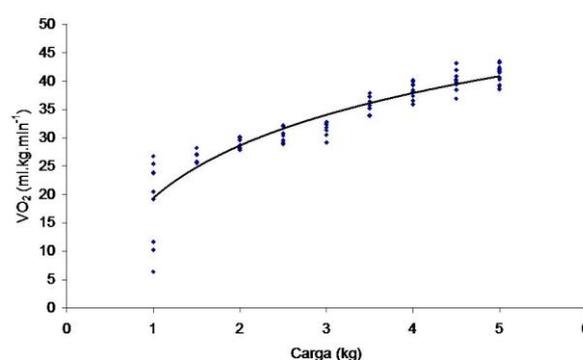


Figura 6: Consumo de oxigênio ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) em função da carga (kg) em *eggbeater* de um participante do estudo.

A Tabela 2 apresenta os valores de repouso de VO_2 , RER, FC e EP em três situações: (1) repouso pré-teste em ciclo-ergômetro; (2) repouso em terra pré-teste em *eggbeater* e (3) repouso na água pré-teste em *eggbeater*.

Tabela 2: Médias, desvios-padrão e coeficientes de variação de consumo de oxigênio (VO_2), taxa de troca gasosa (RER), frequência cardíaca (FC) e esforço percebido (EP) em repouso, pré-ciclo-ergômetro e pré *eggbeater* (terra e água); n = 12.

	Repouso pré Ciclo-ergômetro	Repouso em terra pré <i>eggbeater</i>	Repouso na água pré <i>eggbeater</i>
VO_2 (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	3,7 ± 1,4 (38,7%)	3,9 ± 0,8 (20,9%)	4,2 ± 1,1 (27,9%)
RER	0,92 ± 0,13 (14,8%)	0,96 ± 0,09 (9,3%)	0,98 ± 0,09 (9,7%) [#]
FC (bpm)	74,3 ± 14,0 (18,9%)	80 ± 9,2* (11,5%)	70,2 ± 11,8* (16,8%)
EP (pontos)	6,25 ± 0,4 (7,2%)	6 ± 0 (0%)	6,08 ± 0,2 (4,7%)

neste caso, n = 9, por problemas de registro dos valores; * p = 0,019

Na comparação entre os valores de repouso (Tabela 2), verificou-se efeito da imersão apenas sobre a frequência cardíaca ($F_{2, 22} = 5,11$; p = 0,015; $\eta^2 = 0,317$; poder = 0,766) com menores valores na situação repouso dentro da água em comparação ao repouso em terra, ambas antes do teste máximo em *eggbeater*, assim, identificou-se bradicardia média de $9,7 \pm 5,2$ bpm.

Consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), taxa de troca gasosa (RER), frequência cardíaca máxima (FCmax), esforço percebido máximo (EPmax), duração e carga dos testes máximos realizados em ciclo-ergômetro e em *eggbeater* estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Médias, desvios-padrão e coeficientes de variação de consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), taxa de troca gasosa máxima (RERmax), frequência cardíaca máxima (FCmax), esforço percebido máximo (EPmax) e duração e carga dos testes máximos; n = 12.

	Teste ciclo-ergômetro	Teste <i>eggbeater</i>
VO_{2max} (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	40,2 ± 2,7 (6,9%)	38,4 ± 5,7 (14,1%)
RERmax	1,17 ± 0,08 (6,8%)	1,19 ± 0,12 (10,1%)
FCmax (bpm)	181,4 ± 11,7 (6,5%)	179 ± 11,7 (5,8%)
EPmax (pontos)	20 ± 0 (0%)	20 ± 0 (0%)
Carga atingida	304,1 ± 29,8 W (9,7%)	4,9 ± 1,03 kg (21,0%)
Duração (min)	8,7 ± 1,3 (14,9%)	8,1 ± 1,9 (23,4%)

Não foram encontradas diferenças entre os valores máximos obtidos dos dois testes. As frequências cardíacas máximas, nos testes em ciclo-ergômetro e em *eggbeater* atingiram, respectivamente, $95,7 \pm 5,9\%$ e $99,9 \pm 7,7\%$ da frequência cardíaca máxima estimada. Não foi encontrada correlação entre as cargas máximas atingidas nos testes em ciclo-ergômetro e em *eggbeater*.

Em relação à cadência do teste em *eggbeater*, considerando a necessidade de se aumentar a frequência gestual ao passo que a carga era aumentada, a Figura 7 apresenta a cadência, em ciclos por minuto, em três momentos do teste (início, meio e fim). Pode-se verificar incremento significativo da cadência do início ao fim do teste ($F_{1,39; 14,5} = 32,2$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,746$; poder = 1,0). Já quando se compararam as cadências dos momentos inicial, meio e final com as cadências fixas de 70 e 80 rpm (faixa de cadências admissível deste teste) do teste em ciclo-ergômetro, as cadências em *eggbeater* foram sempre maiores que 70 rpm, em todos os momentos (respectivamente inicial, meio e final: $t_{11} = 2,4$; $p = 0,035$; $t_{11} = 4,2$; $p = 0,001$ e $t_{11} = 7,2$; $p < 0,001$). Em relação à cadência de 80 rpm do teste de ciclo-ergômetro, as cadências do início e do meio do teste em *eggbeater* foram similares e a cadência ao final foi maior ($t_{11} = 3,2$; $p = 0,007$).

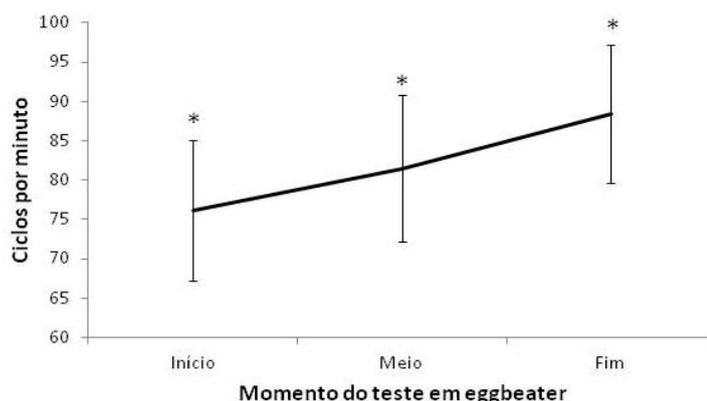


Figura 7: Comportamento da cadência, em ciclos por minuto, em três momentos do teste em *eggbeater*; n = 12; * p < 0,01 em todas as comparações.

A Tabela 4 apresenta os valores de Coeficiente de Correlação Intraclassa para o VO_{2max} , o RER, a FCmax e a duração dos testes.

Tabela 4: Valores de coeficiente de correlação intraclassa (CCI) e respectivos valores de p para consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), taxa de troca gasosa (RER), frequência cardíaca máxima (FCmax) e duração dos testes máximos (cicloergômetro X *eggbeater*); n = 12.

	CCI	p
VO_{2max} (ml.kg.min ⁻¹)	0,097	0,435
RER	0,007	0,504
FCmax (bpm)	0,948	< 0,001
Duração (min)	0,419	0,091

Em relação aos coeficientes de correlação intraclassa, apenas a frequência cardíaca máxima se mostrou reprodutível entre os dois testes. Salienta-se que esta análise não foi realizada com os dados de EP, pois todos os valores, em ambos os testes máximos, foram iguais a 20 pontos (esforço máximo). As análises gráficas de Bland-Altman são apresentadas nas Figuras 8, 9 e 10, respectivamente para VO_{2max} , RER e FCmax.

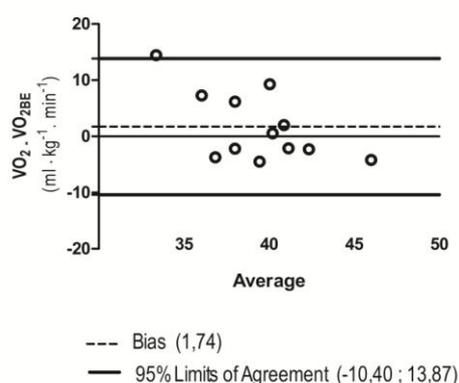


Figura 8: Análise gráfica de Bland-Altman para VO_{2max} identificados em ciclo-ergômetro e em *eggbeater*, $n = 12$.

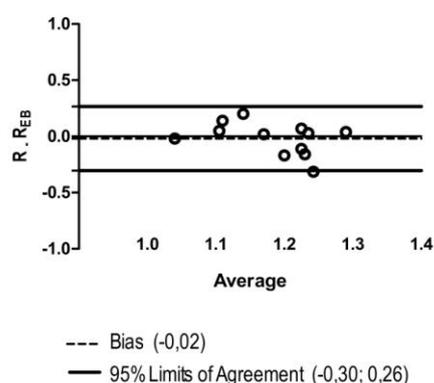


Figura 9: Análise gráfica de Bland-Altman para RER identificados em ciclo-ergômetro e em *eggbeater*, $n = 12$.

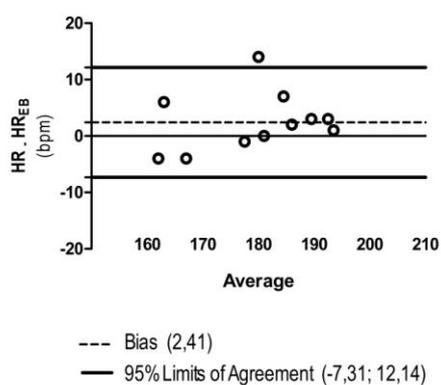


Figura 10: Análise gráfica de Bland Altman para FC_{max} identificadas em ciclo-ergômetro e em *eggbeater*, $n = 12$

As análises de Bland-Altman indicam, de modo geral, limites de concordância aceitáveis para as três variáveis analisadas, os dados obtidos dos dois protocolos concordam entre si, pois estão dentro dos limites.

5 DISCUSSÃO

Considerando as especificidades da modalidade de PA, especialmente o movimento de *eggbeater*, esta pesquisa buscou comparar e verificar a concordância de valores de consumo de oxigênio, e outros parâmetros identificadores de esforço, obtidos de dois protocolos distintos: um realizado em ciclo-ergômetro (fora da água) e outro realizado com a técnica de *eggbeater* (dentro da água). Três foram as estratégias para se verificar se seria possível, de modo confiável, utilizar um protocolo em EB, ainda não encontrado na literatura, para se estimar os valores de VO_{2max} de jogadores de PA: (1) comparar dados de testes máximos obtidos de protocolo conhecido com dados obtidos do protocolo proposto; (2) verificar o quanto tais valores se correlacionam e (3) verificar o quanto tais valores concordam. De modo geral, pode-se afirmar que não houve diferenças entre os protocolos, para todos os parâmetros analisados (Tabela 3), houve baixa correlação intra-classe (Tabela 4), com exceção da frequência cardíaca máxima e, por fim, foram encontrados resultados aceitáveis de concordância (Figuras 8 a 10).

Porém, antes de se discutir de modo detalhado tais resultados das análises estatísticas, se faz necessária a análise dos resultados obtidos dos testes. De acordo com a Tabela 1, onde as características dos participantes deste estudo são detalhadas, pode-se verificar que, em comparação a jogadores de nível internacional, os jogadores neste avaliados são mais baixos e mais leves do que jogadores de melhor nível (SMITH, 1998). Tais resultados, além do conhecimento prévio dos jogadores avaliados, permitem sustentar que os mesmos não são de elite.

Análises dos dados do Campeonato Mundial (1991) e dos Jogos Olímpicos (1996) (SMITH, 1998) indicam que, a nível internacional, o tamanho físico médio dos jogadores em uma equipe não tem qualquer influência sobre os resultados. Isto pode ser devido tanto à pequena variação do tamanho corporal entre os jogadores dentro das equipes, quanto à característica de todas as equipes terem jogadores grandes. Entretanto, comparação entre jogadores de PA no Mundial Estudantil (FISU) de 1995, realizada em Fukuoka, Japão, indicou que as oito melhores equipes apresentaram jogadores significativamente maiores em estatura e massa corporal

média, do que as demais equipes com inferior classificação na competição (SMITH, 1998). Tsekouras et al. (2005) encontraram valores médio de estatura de $186,5 \pm 6,5$ cm e massa corporal de $86,1 \pm 8,6$ kg em jogadores de elite. Já Dopsaj (2010) encontrou valores para estatura de $187,2 \pm 6,1$ cm e massa corporal de $84,5 \pm 11,9$ kg em jogadores de elite. Assim, os jogadores do presente estudo são mais baixos e mais leves do que os previamente relatados, aproximadamente 8 cm e 10 kg, respectivamente.

As diferenças em tamanho corporal entre os jogadores de uma mesma equipe são aparentes apenas entre goleiros e jogadores de campo. Há também variação entre os jogadores de acordo com suas posições em campo, porém, mesmo que os jogadores sejam diferentes entre si, costumam trocar de posições e papéis (armadores, alas, centros e pontas) durante e entre os jogos (SMITH, 1998), o que impede muita diferença de características entre as posições de campo. Presumivelmente, as diferenças corporais são o resultado de uma seleção natural e de tomar decisões que irão refletir na adequada exigência física da posição no jogo. Smith (1998) sugere que atributos, como exigência mínima na estatura para jogadores a níveis internacionais, são provavelmente específicos para cada posição de jogo e habilidade técnica. Para Tsekouras et al. (2005) o tamanho corporal de um jogador de PA exerce um aspecto importante durante uma partida de PA, assim permitindo ao jogador uma melhor vantagem e desempenho. Quando analisado o tamanho corporal de acordo com a posição de jogo, os goleiros ($n=2$) foram os mais altos da amostra (Goleiro 1: 192,5 cm; Goleiro 2: 187,5 cm). Este resultado vem ao encontro aos resultados de Dopsaj e Aleksandrovic (2009) quando definiram as características antropomorfológicas de atletas elite de acordo com sua posição no jogo. Na posição de goleiro os atletas foram os mais altos ($198,18 \pm 1,66$ cm) do que as demais posições (DOPSAJ e ALEKSANDROVIC, 2009).

Quando comparado à média de idade ($30,5 \pm 7,7$ anos) os jogadores de PA aqui estudados são mais velhos do que de outros estudos: Tsekouras et al. (2005) encontraram média de idade $25,5 \pm 5$ anos; Dopsaj e Aleksandrovic (2009) encontraram $24,7 \pm 3,6$ anos; Dopsaj (2010) relataram $21,5 \pm 5,1$ anos e Stravos (2006), $24,6 \pm 3,7$ anos. Isso se deve ao fato de haver somente um time de polo aquático em todo o estado do Rio Grande do Sul, sem grandes oportunidades de

renovação, o que levou à amostra a ser restrita e bastante variada (idade mínima e máxima dos jogadores deste estudo foi de 18 e 46 anos, respectivamente). O tempo médio de experiência na modalidade ($10 \pm 7,7$ anos) vem de encontro com Dopsaj (2010) que encontrou a média de experiência de $11,7 \pm 3,6$ anos. Segundo Aleksandrovic (2011), seria necessário começar a treinar PA no décimo ano de vida, de modo que os jovens jogadores de 12 anos de idade têm o conhecimento de atividades técnica e táticas e um alto nível de habilidades de natação (ALEKSANDROVIC, 2011).

Uma das preocupações com a realização de testes de esforço no meio aquático é com os possíveis efeitos da imersão, porém verificou-se que os valores de VO_2 e RER não mudaram com a imersão (Tabela 2), o que vem de encontro com os resultados de Nagashima et al. (1995) que compararam sete homens em repouso e em exercício em ciclo-ergômetro em duas situações, dentro e fora da água. Não foram encontradas diferenças estatísticas significativas entre as duas situações (VO_2 fora da água em repouso de $3,87 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ e em ciclo-ergômetro de $35 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, dentro da água em repouso $3,88 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ e em ciclo-ergômetro $36 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$). Já na FC o efeito da imersão foi visível e os resultados do presente estudo são compatíveis com a literatura (MCARDLE et al., 1971; VILLAS-BOAS, 1989; TOWN e BRADLEY, 1991; ESCOLFARO et al., 1998; KRUEL et al., 2001; KRUEL et al., 2004; HALL et al., 2004; TIGGEMAN et al., 2007). O efeito da bradicardia foi em média de $9,7 \pm 5,2$ bpm. Em situação de repouso ou exercício no meio aquático, as alterações encontradas na FC são influenciadas por fatores como a posição do corpo, profundidade de imersão e temperatura da água (GRAEF e KRUEL, 2006).

Nagashima et al. (1995), ao estudarem o comportamento da frequência cardíaca de repouso (FCR) e FCmax em sete indivíduos realizando exercícios em um ciclo-ergômetro dentro e fora da água, encontraram uma FCR significadamente mais baixa (11 bpm) dentro da água, mas não encontraram diferença significativa entre FCmax dentro e fora da água. Svedenhag e Seger (1992) compararam o efeito da imersão em dez corredores em água sobre as respostas cardiorrespiratórias durante a corrida em água e em terra em exercício máximo. VO_2 e FCmax foram menores durante a corrida em água do que durante corrida em esteira. Estes dados sugerem que a imersão induz ajustes agudos cardíacos que se estendem até o nível

de exercício máximo. Além disso, tanto a carga hidrostática externa quanto uma técnica de execução alterada podem adicionar um aumento do metabolismo anaeróbico durante o período de exercício em água.

Alberton et al. (2013) analisaram as respostas cardiorrespiratórias de 12 mulheres durante a execução do exercício de corrida estacionária em imersão no meio aquático (profundidade entre processo xifóide e ombros e temperatura de 30°C) comparado ao meio terrestre. O exercício foi realizado em ambos os meios nas cadências de 60, 80 e 100 bpm. Valores de FC e VO_2 significativamente mais baixos foram observados para o meio aquático em todas as intensidades. Além disso, as respostas cardiorrespiratórias aumentaram significativamente com o aumento da cadência de execução, devido ao aumento da velocidade do corpo em relação ao fluido o arrasto é proporcional ao quadrado da velocidade (ALEXANDER, 1977).

Em relação aos valores encontrados nos testes máximos, para os indicadores metabólicos do esforço (Tabela 3), podemos assumir que o VO_{2max} tenha sido atingido em ambos os protocolos (embora identificado pelo VO_{2pico}), de acordo com os critérios apontados por Howley et al. (1995): percentual atingido da frequência cardíaca máxima estimada $\geq 90\%$ (ciclo-ergômetro: $95,7 \pm 5,9\%$ e *eggbeater*: $99,9 \pm 7,7\%$); alto valor de taxa de troca gasosa (em ambos os protocolos acima de 1,1) e esforço percebido, ao fim de ambos os protocolos muito elevado (para os dois protocolos, todos os participantes, ao final de cada teste, relataram o mais alto esforço possível). Ainda, as durações de ambos os testes foram compatíveis para o tempo até se elevar de modo adequado o consumo de oxigênio.

Porém, a média de valores de VO_{2max} (Tabela 3), em ambos os testes, mostram valores inferiores daqueles propostos pela literatura (PLATANOU, 2009; SMITH, 1998). Provavelmente isto se deve à amostra deste estudo ser constituída por jogadores que não podem ser classificados como de elite. Os valores de VO_{2max} descritos na literatura para jogadores PA variam entre 58 e 63 $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ dependendo do estudo e do protocolo utilizado, geralmente testes de natação (PLATANOU, 2009; SMITH, 1998). Dentre os resultados encontrados, citamos os de Tsekouras et al. (2005), que encontraram valores de VO_{2pico} de $57,9 \pm 7,0 ml.kg^{-1}.min^{-1}$, após um teste máximo de 400 m nado crawl, similar ao encontrado por

Zacca et al. (2014) para nadadores na mesma distância e com o mesmo métodos ($63,5 \pm 8,7 \text{ kg.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$).

Embora o PA exija natação dos participantes, menos de 40% do tempo de uma partida é executada em natação. A maior parte do tempo é em posição vertical, com execução de *eggbeater* (EB), assim pode-se entender que há mais especificidade em um teste realizado em EB, do que em natação para jogadores de PA.

Durante o teste em ciclo-ergômetro, a cadência foi fixada entre 70 e 80 rpm. Porém, na água, ao passo que o jogador deveria se manter na mesma posição vertical, ao se aumentar a carga, verificou-se incremento na cadência do teste (Figura 7), porém as cadências, em média, foram similares àquelas de controle do teste em ciclo-ergômetro, com exceção do final do teste, quando os jogadores incrementaram as mesmas para acima de 80 ciclos por minuto.

As respostas cardiorrespiratórias no esforço máximo em protocolos de testes aquáticos e terrestres mostram diferenças na maioria dos estudos relatados pela literatura. Respostas na frequência cardíaca (FC) em imersão estão bem consolidadas na literatura, com valores significativamente mais baixos observados para o meio aquático. Entretanto, diferente resposta de consumo de oxigênio (VO_2) foi observada, tal como similar ou menor valor no meio aquático quando comparado ao meio terrestre (TIGGEMANN et al., 2007; ALBERTON et al., 2013).

A grande variabilidade entre os sujeitos no teste *eggbeater* foi maior que o teste em ciclo-ergômetro devido às diferenças dos parâmetros cinéticos e cinemáticos do pé nestes ambientes. Possivelmente, o ambiente da água não é a principal causa do valor de VO_2 ser reduzido, e sim, do tipo de exercício. Alberton et al. (2013) não encontrou diferenças estatísticas na esteira em terra quando comparado para três tipos diferentes de exercício de hidroginástica (em água). É possível concluir que os valores de $\text{VO}_{2\text{max}}$ são portanto, relacionado com a massa muscular envolvida no exercício e o meio que o indivíduo está acostumado. Além disso, mesmo que os jogadores estejam acostumados e treinem o EB em todas as sessões, a situação de incremento progressivo de carga poderia levar a um aumento da variabilidade de execução, ou seja, estratégias individuais de recrutamento de

massa muscular ativa podem se refletir na maior variabilidade encontrada nas variáveis metabólicas do teste na água.

Na análise específica dos resultados de correlação e concordância, que associados à comparação, levam ao objetivo primeiro deste projeto, cabe ressaltar:

- (1) não foi encontrada correlação entre carga máxima do teste em ciclo-ergômetro (W) e a carga máxima do teste em EB (kg); tal resultado pode ser explicado pela especificidade de ambos os gestos e as respectivas respostas às cargas;
- (2) os coeficientes de correlação intra-classe (Figuras 8 a 10) foram baixos e não significativos, com exceção da FCmax identificada em ambos os testes
- (3) as análises de Bland-Altman indicaram concordância, ou seja, os valores de um teste (ciclo-ergômetro) concordam com os valores de outro teste (EB), dentro de razoáveis limites de concordância. Os valores de Bias representaram, respectivamente, para os dados do teste em, EB, 4,5% do VO_{2max} ; 10% do RER e 1,34% da FCmax.

Assim, tais resultados permitem sustentar que o consumo máximo de oxigênio pode ser estimado em teste progressivo em EB para jogadores de PA, com margem de erro de 4,5%. Tal teste é específico ao gesto mais praticado nas partidas de polo aquático e respeita as particularidades do meio aquático.

O número de diferentes testes utilizados por treinadores, a falta de um teste específico e de validade, dificultam o uso e interpretação consistente dos valores de VO_{2max} encontrados para jogadores de PA. Testes usando medidas fisiológicas objetivas, muitas vezes com base em protocolos de testes de laboratório estabelecidas, podem servir para formar uma base para uma validade e reprodutibilidade de testes específicos para este esporte (SMITH, 1998). Portanto, neste estudo foi criado um teste específico PA utilizado como base um teste de laboratório, a fim de, uma possível reprodutibilidade.

Limitações e perspectivas

Destacam-se as seguintes limitações na realização deste estudo: a restrição amostral e o equipamento para mensuração do consumo de oxigênio. O polo aquático, por não ser muito difundido no Brasil, principalmente, na Região Sul, acaba sendo um esporte pouco procurado e praticado. A amostra, então é limitada para a pesquisa, pois os participantes podem ser adequadamente representativos de determinada população, já que o nível de treinamento é aquém de jogadores de nível internacional.

Mais estudos sobre as características da modalidade são necessários, de modo específico, com jogadores de diferentes níveis de desempenho, ambos os sexos e diferentes faixas etárias, podem contribuir para melhor compreensão da fisiologia da modalidade.

6 CONCLUSÃO

O consumo de oxigênio de jogadores de polo aquático pode ser adequadamente medido a partir de um protocolo de carga progressiva, executado dentro da água em *eggbeater*. Os resultados de tal protocolo apresentaram concordância com resultados de protocolo executado em ciclo-ergômetro, havendo, deste modo, maior especificidade para a medição de variáveis fisiológicas da modalidade, do que métodos realizados fora da água.

REFERÊNCIAS

ALBERTON CL. et al. Maximal and ventilatory thresholds of oxygen uptake and rating of perceived exertion responses to water aerobic exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, vol. 0, n. 0, 2013

ALEXANDER R. Mechanics and energetics of animal locomotion. In: ALEXANDER, R.; GOLDSPIK, G., editors. *Swimming*. London: Chapman & Hall; p. 222-248, 1977

ALEKSANDROVIC M. Functional abilities as a predictor of specific motor skills of young water polo players. *Journal of Human Kinetics*, vol. 29, pag. 123-132, 2011

ARBORELIUS M. et al. Hemodynamic changes in na during immersion with the head above water. *Aerosp Med*;6:592-8, 1972

ARMSTRONG N., WELSMAN JR. Assessment and interpretation of aerobic fitness in children and adolescents. *Exerc Sport Sci Rev*; 22, pag. 435-476, 1994

ARMSTRONG N., WELSMAN JR. Development of aerobic fitness during childhood and adolescence. *Pediatr Exerc Sci*; 12, pag. 128-149, 2000

BARROS CLM. et al. Limiar de lactato em exercícios resistido. *Rio Claro, Motriz*, v. 1, p. 31–36, Jan/Abr. 2004

BORG G. Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14 (5), p. 377-81, 1982

BORG G. Borg's perceived exertion and pain scales. Champaign: Human Cinetics, 1998

CANOSSA S. et al. Indicadores Tactico-técnicos de sucesso do jogo de polo aquático de elite. *Brazilian Journal of Biomotricity*, vol. 3 (3), pag. 209-219, 2009

CASTRO FAS., FRANKEN M., SILVEIRA RP., MOTA CB. Consumo de oxigênio na natação: diferentes metodologias e possibilidades de aplicação. *R. Bras. Ci. e Mov*; 18(3):88-93, 2010

CHU KS., RHODES EC. Physiological and cardiovascular changes associated with deep water running in the young: possible implications for the elderly. *Sports Medicine*, Auckland, v. 31, n. 1, p. 33-46, 2001

DENADAI BS. et al., Limiar aeróbio e anaeróbio na corrida aquática: comparação com os valores obtidos na corrida em pista. *Rev Bras Ativ Física Saúde*; 1:23-8, 1997

DOPSAJ M. Pulling force characteristics of 10 s maximal tethered eggbeater kick in elite water polo players: a pilot study. *Biomechanics and medicine in swimming*, vol. XI, 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). Pag. 124-126, 2006

DOPSAJ M., ALEKSANDROVIC M. Basic anthropomorfological characteristics of elite senior Serbian water polo players according to field position. *International Journal of Fitness*, vol. 5 (2), julho, 2009

FERRETI G. Maximal oxygen consumption in healthy humans: theories and facts. *Eur J Appl Physiol*. Jul 2. , 2014

FROELICHER VF., MARCONDES GD. Manual de teste ergométrico. Ed. Artes Médicas, Porto Alegre, RS, 1992

GRAEF FI., KRUEL LFM. Frequência cardíaca e percepção subjetiva do esforço no meio aquático: diferenças em relação ao meio terrestre e aplicações na prescrição do exercício – uma revisão. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, vol. 12, nº 4, jul/ago, 2006

HALL J. et al., Cardiorespiratory responses to aquatic treadmill walking in patients with rheumatoid arthritis. *Physiotherapy Research International*, 9, 59-73, 2004

HEYWARD VH., STOLARCZYK LM. Avaliação da composição corporal aplicada. São Paulo, Manole, 2000

HOMMA M., HOMMA M. Coaching points for the technique of the eggbeater kick in synchronized swimming based on three-dimensional motion analysis. *Sports Biomechanics*, Vol. 4(1), pag. 73-88. 2005

HOWLEY ET, BASSEETT DR, WELCH HG. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. *Med Sci Sports Exerc* 27: 1292–1301, 1995

JONES AM, BURNLEY M. Oxygen uptake kinetics: an underappreciated determinant of exercise performance. *Int J Sports Physiol Perform.*, Dec;4(4):524-32, 2009

JONES AM, POOLE DC. Oxygen uptake dynamics: from muscle to mouth--an introduction to the symposium. *Med Sci Sports Exerc.*, Sep;37(9):1542-50, 2005

KONSTANTAKI M. et al. The relationship between blood lactate and heart rate responses to swim bench exercise and women's competitive water polo. *J Sports Sci*, vol. 16 (3), pag 251-6, 1998

KRUEL LFM. Peso Hidrostático e frequência cardíaca em pessoas submetidas a diferentes profundidades de água. Santa Maria, Master Dissertation. Federal University of Santa Maria, 1994

KRUEL LFM. et al. Alterações fisiológicas e biomecânicas em indivíduos praticando exercícios de hidroginástica dentro e fora d'água. Revista Kinesis;no especial:104-29, 2001

KRUEL LFM. et al., Effects of hydrostatic weight on heart rate during immersion in water. Aquatic Fitness Research Journal, Nokomis, v. 1, n. 1, p. 4, 2004

LIMA MCS. et al. Proposta de teste incremental baseado na percepção subjetiva de esforço para determinação de limiares metabólicos e parâmetros mecânicos do nado livre. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, v.12(5), p.268-274, 2006

LOBENIUS K. Physiological differences during exercise in water and on cycle ergometer for synchronized swimmers. In: Biomechanics and Medicine in Swimming IX, França, pag. 539-544, 2002

LUCIA A. et al. Analysis of the aerobic-anaerobic transition in elite cyclists during incremental exercise with the use of electromyography. BR J Sports Med, vol. 33, n. 3, pag 178-85, 1999

MCARDLE WD. et al. Metabolic and cardiorespiratory response during free swimming and treadmill walking. J Appl Physiol;5:733-8, 1971

MCARDLE WD. et al. Fundamento da fisiologia do exercício. Rio de Janeiro, Editora Guanabara, 2 ed., 2002

NAGASHIMA K. et al. Relationship between atrial natriuretic peptide and plasma volume during graded exercise with water immersion. Journal Applied Physiological, 78(1), 217-224, 1995

NAKANISHI Y. et al., Maximal physiological responses to deep water running at thermoneutral temperature. Appl Human Sci, 2:31-5, 1999

PINI M. C. Fisiologia Esportiva. 2º Ed., Rio de Janeiro, RJ, Ed. Guanabara Koogan S.A., 1983

PLATANOU T. On-water and dryland vertical jump in water polo players. Journal Sports Medicine Physical and Fitness, 45, pag. 26-31, 2005

PLATANOU T. Simple 'in-water' vertical jump testing in water polo. Kinesiology, 38 (1), pag. 57-62, 2006

PLATANOU T., GELADAS N. The influence of game duration and playing position on intensity of exercise during match-play in elite water polo players. *J Sports Sci*, vol 24 (11), pag 1173-81, 2006

PLATANOU T. Physiological demands of water polo goalkeeping. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12, pag. 244 – 250, 2009

RODRIGUEZ F.A. Cardiorespiratory and metabolic Field testing in swimming and water polo: from physiological concepts to practical methods. In: *Biomechanics and Medicine in Swimming VIII*, Finlândia, pag. 219-226, 1999

RONDON MUP. et al. Comparação entre a prescrição de intensidade de treinamento físico baseada na avaliação ergométrica convencional e na ergoespirométrica. *Arquivo Brasileiro de Cardiologia*, v. 70, n. 3, p. 159-166, 1998

SANDERS RH. Strength, flexibility and timing in the eggbeater kick, 2005.

SMITH HS. Applied Physiology of water polo. *Sports Med*, 26 (5), pag. 317-334, 1998

SNYDER P. Water Polo for Players & Teachers of Aquatics. Califórnia. LA84 Foundation. USA. 2008. Disponível em:<<http://www.la84foundation.org>>

SVEDENHAG J., SEGER J. Running on land and water: Comparative exercise physiology. *Medicine Science in Sports and Exercise*, 24, 1155-1160, 1992

TIGGEMANN CL. et al. Comparação de variáveis cardiorrespiratórias máximas entre a corrida em piscina funda e a corrida em esteira. *Revista Motriz*, Rio Claro, v.13 n.4 p.266-272, out./dez. 2007

TOWN G.P. e BRADLEY S.S. Maximal metabolic responses of deep and shallow water running in trained runners. *Med Sci Sports Exerc*;2:238-41, 1991

TSEKOURAS YE. et al. The anthropometrical and physiological characteristics of elite water polo players. *European Journal of Applied Physiology*; 2005

VILAS-BOAS JP. Valores máximos da frequência cardíaca obtidos em natação e em tapete rolante. *Revista Portuguesa de Medicina Desportiva*; 7:109-25, 1989

WATENPAUGH DE. et al., Does gender influence human cardiovascular and renal responses to water immersion? *Journal of Applied Physiology*, v. 89, p. 621-628, 2000

WILMORE JH., COSTILL DL. *Fisiologia do Esporte e do Exercício*. Editora Manole LTDA, 1ª edição brasileira, Barueri, SP, 2001

ZACCA R. et al. VO₂ assessed by backward extrapolation in 200, 400, 800, and 1500 m front crawl in youth swimmers. In: *XII International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming*, 2014, Canberra. *Proceedings of the XII*

International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming. Canberra:
Australian Institute of Sport. v. 1. p. 531-536, 2014

Anexo A**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Meu nome é Ligia Ignêz Engelmann de Oliveira, sou mestranda do Programa de Pós-graduação em Ciência do Movimento Humano da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, orientada pelo professor Flávio A. de S. Castro, e gostaria de lhe convidar a participar da pesquisa que estou realizando. O objetivo dela é comparar dois testes de esforço máximo em atletas de Polo Aquático.

O desenvolvimento deste estudo será de natureza quantitativa, com abordagem descritiva. Para coleta de dados serão realizados dois testes: um teste de esforço máximo em um cicloergômetro e outro teste de esforço máximo adaptado na piscina no movimento de *eggbeater*.

Os riscos envolvidos em sua participação neste estudo estão relacionados à execução de esforços máximos, tanto em ciclo ergômetro, quanto em água: cansaço e dor musculares, de modo similar às condições por você enfrentadas em treinos ou jogos de Polo Aquático.

As informações coletadas serão utilizadas para proporcionar conhecimentos aos profissionais de Educação Física, de forma a qualificar os trabalhos que envolvem respostas fisiológicas em atletas de polo aquático.

Por favor, leia com atenção as informações descritas abaixo:

1) A minha participação na pesquisa iniciará após a leitura, o esclarecimento de possíveis dúvidas e do meu consentimento livre e esclarecido por escrito. A assinatura deste Termo será em duas vias, permanecendo uma delas comigo.

2) Serei informado (a) sobre os procedimentos da minha participação na pesquisa e receberei esclarecimento sobre as dúvidas que possam surgir dela.

3) As informações coletadas na pesquisa não serão vinculadas com a minha identidade, ou seja, permanecerei no anonimato.

4) A minha participação na pesquisa constará em realizar dois testes de esforço máximo.

5) A minha participação na pesquisa será voluntária. Concordando ou recusando em participar, não obterei vantagens ou serei prejudicado. Não serei obrigado a realizar os podendo interromper ou cancelá-los a qualquer momento. A minha participação na pesquisa não implicará no pagamento de qualquer taxa.

6) Necessitando quaisquer esclarecimentos sobre a pesquisa ou querendo cancelar a minha participação nela, entrarei em contato com a responsável pela pesquisa Ligia I. E. de Oliveira pelo telefone: (51) 84993989.

Porto Alegre, ____ de _____ de 2013.

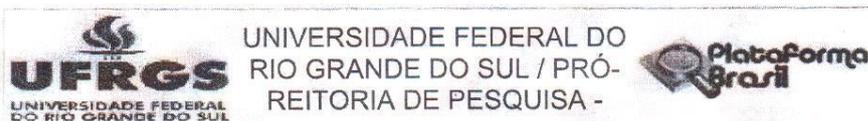
Nome do colaborador: _____

Assinatura do colaborador: _____

Assinatura do pesquisador: _____

Assinatura do pesquisador responsável: _____

Anexo B



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação do Consumo de Oxigênio em Jogadores de Polo Aquático: Comparação e Concordância entre Protocolos Executados dentro e fora da Água

Pesquisador: Flávio Antônio de Souza Castro

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 22286613.1.0000.5347

Instituição Proponente: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 459.202

Data da Relatoria: 26/09/2013

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um projeto de mestrado, apresentado ao PPG da ESEF-UFRGS, que vem acompanhado com parecer consubstanciado emitido por banca de qualificação. Considerando a carência de informações relativas às capacidades fisiológicas dos jogadores de polo aquático, o projeto apresenta relevância na medida que busca verificar a concordância de resultados obtidos em testes de esforço máximo realizados dentro e fora da água. A metodologia proposta está em concordância com os objetivos, e os termos de apresentação obrigatória estão adequados.

esclarecer alguns aspectos do treinamento de força que não estão claros na literatura, testando diferentes volumes de treinamento no membro superior contra o membro superior contralateral. Embora pertinente o texto do projeto apresenta algumas lacunas que deixam dúvidas com relação à metodologia utilizada. Diversos termos de apresentação obrigatória necessitam de adequação.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - 2º andar do Prédio da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO GRANDE DO SUL / PRÓ-
REITORIA DE PESQUISA -



Continuação do Parecer: 459.202

Comparar e verificar a concordância de resultados obtidos de teste de esforço máximo realizados dentro e fora da água entre jogadores de polo aquático.

Objetivo Secundário:

- (1) avaliar atletas de polo aquático em um teste de esforço máximo em um cicloergômetro (consumo de oxigênio, quocientes respiratórios, ventilação minuto, concentração de lactato sanguíneo, frequência cardíaca e percepção subjetiva de esforço);
- (2) avaliar atletas de polo aquático em um teste de esforço máximo adaptado na piscina no movimento de EB (consumo de oxigênio, quocientes respiratórios, ventilação minuto, concentração de lactato sanguíneo, frequência cardíaca e percepção subjetiva de esforço);
- (3) comparar os dados obtidos dos dois testes
- (4) verificar a concordância entre os dados obtidos de ambos os protocolos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Associados à realização de esforços máximos em cicloergômetro e durante a execução da técnica do eggbeater: fadiga, dores musculares, incremento de frequência cardíaca, desconforto pela utilização da máscara para obtenção dos valores das variáveis respiratórias.

Benefícios:

Conhecimento do real estágio de condicionamento fisiológico.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto encontra-se bem escrito, com uma revisão de literatura pertinente e atualizada. Os objetivos estão claros e a metodologia está adequada. O n amostral, 25 atletas de polo aquático, foi obtido através de cálculo amostral com base em dados da literatura. Os procedimentos metodológicos serão realizados no LAPEX e no Centro Natatório da ESEF, que segundo os pareceristas da banca de qualificação, possuem as condições de exequibilidade necessárias.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Formulário com informações básicas, adequado

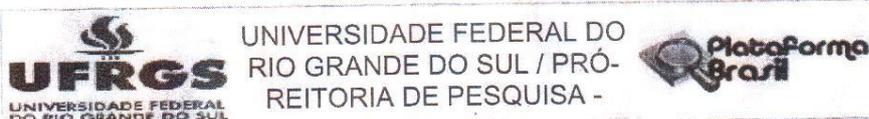
Texto completo do projeto, adequado

TCLE, adequado

Cronograma, adequado

Folha de rosto, adequado

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - 2º andar do Prédio da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha CEP: 90.040-060
UF: RS Município: PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 Fax: (51)3308-4085 E-mail: etica@propesq.ufrgs.br



Continuação do Parecer: 459.202

Recomendações:

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O projeto está em condições de ser aprovado

Situação do Parecer:

Aprovado

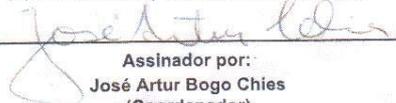
Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Encaminhe-se para aprovação.

PORTO ALEGRE, 17 de Novembro de 2013


Assinador por:
José Artur Bogo Chies
(Coordenador)

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - 2º andar do Prédio da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha CEP: 90.040-060
UF: RS Município: PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 Fax: (51)3308-4085 E-mail: etica@propesq.ufrgs.br

ANEXO C

6	Sem nenhum esforço
7	Extremamente leve
8	
9	Muito leve
10	
11	Leve
12	
13	Um pouco intenso
14	
15	Intenso (pesado)
16	
17	Muito Intenso
18	
19	Extremamente intenso
20	Esforço Máximo

Escala de 15 pontos de Borg
© Gunnar Borg, 1970, 1985, 1994, 1998