

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

CRISTIANO CARDOSO DE MATOS

**EFEITOS DO USO DE PALMARES E NADADEIRAS SOBRE A ORGANIZAÇÃO
ESPAÇO-TEMPORAL E CONCENTRAÇÃO DE LACTATO DO NADO *CRAWL***

Porto Alegre

2012

CRISTIANO CARDOSO DE MATOS

**EFEITOS DO USO DE PALMARES E NADADEIRAS SOBRE A ORGANIZAÇÃO
ESPAÇO-TEMPORAL E CONCENTRAÇÃO DE LACTATO DO NADO *CRAWL***

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

2012

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiro a Deus por tudo.

A meus pais Tânia e Sergio por todo apoio, carinho e incentivo nas horas difíceis, não foram poucas.

A minha noiva Patrícia por ter me auxiliado, incentivado e compreendido todos os momentos ao longo dessa jornada.

A meu orientador o Prof. Flávio por ter me aberto às portas do antigo grupo de estudos em esportes aquáticos, onde a semente desse projeto começou a ser implantada. Ainda agradeço a ele toda a atenção, paciência e ensinamentos ao longo desses anos.

A CAPES pela bolsa de mestrado que me possibilitou despender mais horas estudando.

A todos os professores das disciplinas cursadas ao longo do mestrado (Prof. Marco, Prof. Jefferson, Prof. Flávio e Prof. Adroaldo) pelos ensinamentos passados.

Aos funcionários do Lapex, Luciano, Alex e Dani que me auxiliaram reservando e carregando os materiais em dias de coletas.

Ao bando de loucos varridos da sala 212 por terem me acolhido e auxiliado em vários momentos.

Ao pessoal do Grupo de Pesquisa em Esportes Aquáticos (GPEA) por terem me auxiliado ao longo desses anos (Prof. Flávio, Marcos, Rodrigo e Ricardo).

A todos envolvidos nas coletas que abdicaram de feriados e finais de semana (Patrícia, Rodrigo, Marcos, Ricardo, Ligia, Gean, Bruno, Thiago, Renato, Rodrigo, Eric, Joana, André, Eduardo e Flávio).

A todos os atletas por terem aceitado participar prontamente desse estudo e terem abdicado das horas de descanso.

Aos técnicos por liberarem seus atletas para as avaliações: Fábio (Grêmio Náutico Gaúcho), Ken (Grêmio Náutico União), Pedro e José Guilherme (Caixeiros Viajantes).

Esse trabalho somente foi possível devido à contribuição de todos vocês, muito obrigado!

**A dor é passageira, o desistir é para sempre.
[LANCE AMSTRONG]**

RESUMO

O objetivo geral deste estudo foi comparar variáveis espaço-temporais e fisiológicas durante o nado *crawl* com o uso de palmares e nadadeiras. Participaram 11 voluntários do sexo masculino ($25,8 \pm 5,5$ anos de idade, $75,2 \pm 5,5$ kg de massa corporal e $177 \pm 6,5$ cm de estatura), nadadores de nível nacional e regional que realizaram dois protocolos distintos de avaliação: nado de 50 m em máxima intensidade e 12 repetições de 50 m em intensidade submáxima (nado intervalado). Ambos os protocolos foram realizados três vezes: nado sem equipamentos (SE), com palmares (CP) e com nadadeiras (CN). Foram coletados dados de desempenho, comprimento médio de braçadas (CB), frequência média de braçadas (FB), velocidade média de nado (VN), duração das fases da braçada (A, B, C, D), índice de coordenação de nado (IdC), frequência média de pernadas (FP), profundidade média de pernada (PP), concentração de lactato [LA] e percepção subjetiva de esforço (PSE). Utilizaram-se filmadoras para obtenção de imagens (60 Hz) subaquáticas dos nados no plano sagital, posteriormente analisadas, e um *pacer* subaquático luminoso foi utilizado para controle da VN nas séries de nado intervalado nas condições CP e CN e lactímetro portátil foi utilizado para obter as medidas de [LA]. De modo geral, em máxima intensidade palmares alteram [LA] e nadadeiras afetam FB, VN, e [LA]. Em série de nado intervalado, palmares alteram PSE e nadadeiras afetam CB, duração das fases A e C, FP, [LA] e PSE. As áreas de palmares e nadadeiras, relativas às mãos e pés, parecem ser decisivas para os resultados encontrados.

Palavras-chave: nadadeiras, palmares, natação e cinemática.

ABSTRACT

The Main objective of this study was to compare spatio-temporal and physiological variables in the front *crawl* stroke with paddles and fins. Eleven male volunteers (25.8 ± 5.5 years old, 75.2 ± 5.5 kg of body mass and 177 ± 6.5 cm of height), regional and national level swimmers, performed two different protocols: 50 m all-out and 12 trials of 50 m in sub-maximal intensity (interval training). Both protocols were performed three times: non equipment swimming (NS), paddles swimming (PS) and fins swimming (FS). Performance, means stroke length (SL), stroke frequency (SF), swimming velocity (SV), duration of the phases of the strokes (A, B, C, D), index of coordination (IdC), kick rate (KR) and deep (KD), lactate concentration [LA] and perceived exertion (PE) were obtained. Underwater images (60 Hz) in the sagittal plane of the swimming were obtained with camcorders, after these images were analyzed, and an underwater *pacemaker* was used to control SV in the interval training for the PS and FS conditions and a portable lactimeter was used to obtain [LA]. In general way, in maximal intensity, paddles change [LA] and fins change SR, SV and [LA]. In interval training, paddles affect PE and fins change SL, duration of phases A and C, KR, [LA] and PE. Paddles and fins areas, relatives to hands and foets, seem to be very decisive in the found results.

Key-words: paddles, fins, swimming, kinematics.

LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E UNIDADES E DEFINIÇÃO OPERACIONAL DOS TERMOS

α	Alfa, valor de referência para os testes estatísticos, nível assumido de significância, estabelecido em 5%.
cm	Centímetro, unidade de medida de comprimento.
cm ²	Centímetro ao quadrado, unidade de medida de área.
ciclos.min ⁻¹	Ciclos por minuto, unidade de medida de frequência.
CB	Comprimento médio de ciclo de braçadas, distância percorrida pelo corpo, em média, durante um ciclo de braçadas, expresso em metros.
CN	Nado executado com nadadeiras.
CP	Nado executado com palmares.
dp	Desvio padrão.
D	Distância em metros.
e	Erro de medida tolerado estimado em 5%.
Fase A	Duração de fase da braçada: intervalo de tempo entre a entrada da mão na água até o início do movimento da mão para trás, expresso em percentual da duração média dos ciclos de braçadas.
Fase B	Duração de fase da braçada: intervalo de tempo entre o início do movimento da mão para trás até esta estar no plano vertical, utilizando como referência a piscina, na mesma linha do ombro do nadador, expresso em percentual da duração média dos ciclos de braçadas.
Fase C	Duração de fase da braçada: intervalo de tempo entre o momento em que a mão ultrapassa a linha vertical até o momento em que esta rompe a superfície da água, expresso em percentual da duração média dos ciclos de braçadas.
Fase D	Duração de fase da braçada: Intervalo de tempo entre a saída da mão da água e a sua reentrada na água, à frente do corpo do nadador, expresso em percentual da duração média dos ciclos de braçadas.
FB	Frequência média de ciclo de braçadas, número médio de ciclos de braçadas realizado em uma determinada unidade de tempo, expressa em Hz.

FP	Frequência média de pernadas, número de batidas de pernas completas para cada ciclo de braçadas, expressa em pernadas por ciclo de braçada ou em Hz.
°	Grau Célsius, unidade de medida de temperatura.
Hz	Hertz, unidade de frequência, expressa em termos de ciclos por segundo a frequência de um evento.
IdC	Índice de coordenação de nado, tempo entre o final da fase de empurrada de um braço e o início da fase de puxada do outro braço, expresso em percentual da duração média dos ciclos de braçadas.
IdC 1	Índice de coordenação de nado, tempo entre o final da fase propulsiva da braçada do lado que é executada a respiração e o início da fase propulsiva da braçada do lado oposto a que é executada a respiração expresso em percentual da duração média dos ciclos de braçadas.
IdC 2	Índice de coordenação de nado, tempo entre o final da fase propulsiva da braçada do lado que não é executada a respiração e o início da fase propulsiva da braçada do lado oposto a que não é executada a respiração expresso em percentual da duração média dos ciclos de braçadas.
kg	Quilograma, unidade de medida de massa.
[LA]	Concentração sanguínea de lactato, expressa em $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ de sangue.
m	Metro, unidade de medida de comprimento.
$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	Metros por segundo, unidade de medida de velocidade linear.
$\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$	Milimol por litro, unidade de medida de concentração.
min	Minuto, unidade de medida de tempo.
n	Tamanho da amostra.
pH	Potencial hidrogênionico, valores abaixo de 7 representam valores ácidos, 7 representa um valor neutro e acima de 7 um valor básico.
%	Percentual, símbolo que expressa porcentagem.
PSE	Percepção subjetiva de esforço.
PP	Profundidade média da pernada, máxima distância entre a linha da água e os tornozelos direito e esquerdo durante os movimentos descendentes da batida de pernas, expressa em metros.
®	Marca registrada.

s	Segundo, unidade de medida de tempo.
SE	Sem equipamento, nado executado sem nadadeiras ou palmares.
S_m	Área da palma da mão, expressa em cm^2 .
S_p	Área do pé, expressa em cm^2 .
tc	Tempo em segundos para execução do ciclo completo de braçadas.
t50	Tempo dos 50 metros de nado expresso em segundos.
T	Tempo em segundos.
3D	Análises de movimentos nas três dimensões.
VN	Velocidade média de nado, expressa em $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.
VNT	Velocidade de nado total, expressa em $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.
VO_2	Volume de oxigênio, valor que expressa a quantidade de oxigênio que esta sendo transportado e utilizado para a realização de determinada tarefa, expresso em $\text{ml}/\text{kg}/\text{min}^{-1}$.
W	Watt, unidade de potência.
Z	Valor crítico estatístico tabelado (1,96) em relação ao nível de significância deste estudo (5%).
Σ	Somatório.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 OBJETIVOS	19
1.2 JUSTIFICATIVA	20
2 REVISÃO DE LITERATURA	21
2.1 PALMARES	27
2.2 NADADEIRAS	33
2.3 ANÁLISE CRÍTICA DA LITERATURA	38
3 MATERIAIS E MÉTODOS	41
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO	41
3.2 VARIÁVEIS DO ESTUDO	41
3.2.1 Variáveis independentes	42
3.2.2 Variáveis dependentes	42
3.2.3 Variáveis de controle	43
3.2.4 Variáveis intervenientes	43
3.3 POPULAÇÃO E AMOSTRA	43
3.3.1 Amostra e considerações éticas	43
3.4 PROCEDIMENTOS DE AQUISIÇÃO DOS DADOS	44
3.4.1 Familiarização à escala de 15 pontos de Borg	45
3.4.2 Medidas antropométricas e posicionamento dos marcadores	46
3.4.3 Questionário para verificar o lado dominante	47
3.4.4 Protocolo de testes	47
3.4.5 Variáveis espaço-temporais	51
3.4.6 Variáveis fisiológicas	60
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA	61
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	63
4.1 CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA	63
4.2 RESULTADOS DOS TESTES MÁXIMOS	65
4.2.1 Desempenho	65
4.2.2 Variáveis espaço-temporais	65
4.2.3 Variáveis fisiológicas	73
4.3 DISCUSSÃO DOS TESTES MÁXIMOS	75
4.3.1 Testes máximos	75
4.4 RESULTADOS DAS SÉRIES DE NADO INTERVALADO	86
4.4.1 Variáveis espaço-temporais	87
4.4.2 Variáveis fisiológicas	94
4.5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DAS SÉRIES DE NADO INTERVALADO	96
4.5.1 Variáveis espaço-temporais	96
4.5.2 Variáveis fisiológicas	102
5 CONCLUSÃO	105
6 LIMITAÇÕES E PERSPECTIVAS	106
REFERÊNCIAS	107
ANEXO A	113

ANEXO B.....	114
ANEXO C.....	115
ANEXO D.....	119

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1.....	44
Equação 2.....	51
Equação 3.....	51
Equação 4.....	53
Equação 5.....	53
Equação 6.....	53
Equação 7.....	54
Equação 8.....	54
Equação 9.....	58

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Palmares de diferentes áreas.....	28
Figura 2 – Nadadeira de 488 cm ² de área.....	34
Figura 3 – <i>Design</i> temporal explicativo.....	45
Figura 4 – <i>Pacer</i> posicionado dentro da água.....	49
Figura 5 – <i>Pacer</i> sendo visualizado pelo nadador.....	49
Figura 6 – Carrinho e trilhos posicionados na lateral da borda da piscina.....	55
Figura 7 – Posição dos trilhos e carrinhos em relação ao centro da piscina.....	55
Figura 8 – A - ponto chave de entrada da mão; B - ponto chave de apoio; C - ponto chave do plano do ombro e D - saída da mão da água.....	56
Figura 9 – Distância dos marcadores com a linha da água.....	59
Figura 10 – Régua de calibração para a conversão de <i>pixels</i> para metros.....	60
Figura 11 – CB nos dois trechos de 25 m dos testes de 50 m, sem e com a utilização de equipamentos, n = 11.....	66
Figura 12 – FB nos dois trechos de 25 m dos testes máximos, sem e com a utilização de equipamentos; n = 11. ⁺ * Diferenças significativas (p < 0,05).....	66
Figura 13 - VN nos dois trechos de 25 m dos testes de 50 m, sem e com a utilização de equipamentos; n = 11. ⁺ * Diferenças significativas (p < 0,05).....	67
Figura 14 - FP nos dois trechos de 25 m dos testes máximos sem e com a utilização de equipamentos; n = 11. ⁺ Diferenças significativas (p < 0,05).....	71

Figura 15 - Número de pernadas por ciclo de braçadas nos dois trechos de 25 m dos testes máximos sem e com a utilização de equipamentos; n = 11.....	72
Figura 16 – [LA] em dois momentos (pós-aquecimento e pós-teste máximo) sem e com equipamentos; n =11. * ⁻ Diferenças significativas (p < 0,05).....	73
Figura 17 - PSE nos dois momentos (pós-aquecimento e pós-teste máximo) sem e com a utilização de equipamentos; n =11. * Diferenças significativas (p < 0,05).....	74
Figura 18 – Média do CB realizado nas 12 repetições de 50 m sem e com equipamentos; n = 11, * Diferenças significativas (p < 0,05).....	87
Figura 19 – Média da FB sem e com equipamentos realizados nas 12 repetições de 50 m; n = 11.....	88
Figura 20 – Média da FP realizada nas 12 repetições de 50 m sem e com equipamentos; n = 11. * Diferenças significativas (p < 0,05).....	92
Figura 21 - Número de pernadas por ciclo de braçadas nas 12 repetições de 50 m sem e com a utilização de equipamentos; n = 11.....	93
Figura 22 – [LA] em três momentos (pós-aquecimento, pós-sexta e pós-décima segunda repetições) sem e com equipamentos; n =11. ⁺ * Diferenças significativas (p < 0,05).....	94
Figura 23 – PSE em dois momentos (pós-sexta e pós-décima segunda repetições) com equipamentos. A PSE 15 do sem equipamentos foi utilizado como base para a realização dos testes; n = 11. * ⁺ Diferenças significativas (p < 0,05).....	95

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resumo dos valores referentes às áreas dos palmares e da palma da mão e do desempenho dos atletas.....	29
Quadro 2 – Resumo das variáveis apresentadas referentes ao nado com palmares em comparação com o nado sem equipamentos.....	33
Quadro 3 – Resumo dos valores referentes às áreas das nadadeiras e do pé e do desempenho dos atletas.....	35
Quadro 4 – Resumo das variáveis apresentadas referentes à comparação do nado sem equipamentos com o nado com o uso de nadadeiras.....	38
Quadro 5 – Variáveis, fontes e n calculado.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características da amostra, valores mínimos, máximos, médias e desvios padrão (DP), n = 11. SE = sem equipamentos, CP = com palmares e CN = com nadadeiras.....	63
Tabela 2 – Desempenho no teste máximo, valores mínimos, máximos, medias e desvio padrão (DP), n = 11. SE = sem equipamentos, CP = com palmares e CN = com nadadeiras.....	65
Tabela 3 - Duração das fases (A, B, C, D) no lado da respiração (r) e no lado oposto à respiração (n) nos dois trechos de 25 m do teste máximo com e sem equipamentos; n = 11.....	68
Tabela 4 - Duração das fases propulsivas e não propulsivas no lado da respiração (r) e no lado oposto à respiração (n) nos dois trechos de 25 m do teste máximo com e sem equipamentos; n = 11.....	70
Tabela 5 – Valores de IdC 1 e IdC 2 sem (SE) e com equipamentos (CP = com palmares e CN = com nadadeiras) nos dois trechos de 25 m dos testes de 50 m, n = 11.....	70
Tabela 6 – Valores de PP dos tornozelos direito e esquerdo sem (SE) e com equipamentos (CP = com palmares e CN = com nadadeiras) nos dois trechos de 25 m dos testes de 50 m, n = 11.....	72
Tabela 7 - Duração das fases (A, B, C, D) no lado da respiração (r) e no lado oposto à respiração (n) no trecho de 50 m das séries com e sem equipamentos; n = 11.....	89
Tabela 8 - Duração das fases propulsivas e não propulsivas no lado da respiração (r) e no lado oposto à respiração (n) no trecho de 50 m das séries com e sem equipamentos; n = 11.....	91

Tabela 9 – Valores de média de IdC 1 e IdC 2 obtidos das 12 repetições de 50 m sem e com equipamentos; n = 11.....91

Tabela 10 – Valores de PP dos tornozelos direito e esquerdo sem e com equipamentos obtidos das 12 repetições de 50 m; n = 11.....93

1 INTRODUÇÃO

O estilo *crawl* é definido por Arellano (1992) como o deslocamento do indivíduo ao longo do eixo longitudinal, no meio líquido, com o corpo estando em uma posição de decúbito ventral, realizando movimentos alternados e coordenados dos membros em conjunto com movimentos rotacionais do tronco e da cabeça. É um dos nados mais utilizados nas sessões de treino. Durante o processo de treinamento, um dos objetivos de nadadores e técnicos é a melhora tanto do desempenho quanto da execução técnica do nado. Essas refletindo em alterações de parâmetros espaço-temporais, como incremento do comprimento médio de ciclo de braçadas, diminuição da frequência média do ciclo de braçadas e o aumento da velocidade média de nado, além de adaptações fisiológicas, como a redução da concentração de lactato para dada velocidade de nado (MAGLISCHO, 2003). Em conjunto com diversos métodos e conteúdos de treinamento, equipamentos têm sido utilizados durante o nado, como os palmares e as nadadeiras, a fim de que esses objetivos sejam atingidos. Ainda, as adaptações agudas com equipamentos, palmares e nadadeiras, em relação aos aspectos espaço-temporais e fisiológicos podem estar relacionadas com as alterações percentuais (aumento ou diminuição da área corporal) promovidas pela utilização de equipamentos.

Analisando os parâmetros cinemáticos, estudos publicados até então têm observado, de modo geral, que a utilização de palmares tende a provocar aumento no comprimento médio do ciclo de braçadas (LERDA et al. 1996, GOURGOULIS et al. 2006, GOURGOULIS et al. 2008, GOURGOULIS et al. 2009, TELLES et al. 2011 e FREITAS et al. 2011), alterações na velocidade média de nado (LERDA et al. 1996, SIDNEY et al. 2001, GOURGOULIS et al. 2006, GOURGOULIS et al. 2008, GOURGOULIS et al. 2009, TELLES et al. 2011 e FREITAS et al. 2011) e redução na frequência média do ciclo de braçadas (LERDA et al. 1996, GOURGOULIS et al. 2008, GOURGOULIS et al. 2009, TELLES et al. 2011 e FREITAS et al. 2011) quando são comparados os nados com e sem palmares.

Quando são investigados os efeitos de nadadeiras, pode-se relatar que o seu uso relaciona-se à diminuição na frequência média de pernadas (ZAMPARO et al. 2002; ZAMPARO et al. 2005 e ZAMPARO et al. 2006), diminuição na frequência média do ciclo de braçadas (ZAMPARO et al. 2005), aumento do comprimento médio do ciclo de braçadas e diminuição na demanda energética (ZAMPARO et al. 2005) quando são comparados os nados com e sem nadadeiras.

Em relação a aspectos fisiológicos, dois instrumentos muito utilizados são a percepção subjetiva de esforço (PSE) e a concentração de lactato sanguíneo [LA]. A PSE é um parâmetro confiável no controle da intensidade do exercício e um ótimo indicador indireto de esforço realizado, por ser prático e apresentar baixos custos. Ainda, por meio da PSE é possível obter informações, de modo indireto, de como parâmetros fisiológicos de percepção de intensidade (frequência cardíaca e consumo de oxigênio) estão sendo percebidos pelo atleta (NOBLE et al. 1983, GRAEF et al. 2006 e LIMA et al. 2006). Já a [LA] sanguíneo segundo Vilas-Boas et al. (2001), é utilizada como indicador da intensidade de esforço que se reflete no metabolismo energético. Quando comparadas as situações com e sem palmares, observou-se a manutenção da [LA] nas duas situações estudadas (OGITA et al. 1993 e LERDA et al. 1996). Entretanto, não foram encontradas pesquisas, até então, que tenham comparado os aspectos fisiológicos, percepção de esforço e a concentração de lactato sanguíneo, com a utilização de nadadeiras.

Em conjunto, são escassos os estudos (SIDNEY et al. 2001, GOURGOULIS et al. 2009 e TELLES et al. 2011) que buscaram investigar os efeitos desses equipamentos em parâmetros relativos à organização espaço-temporal do nado *crawl*. Essa organização pode ser definida pelo índice de coordenação de nado, compreendido como o percentual do tempo total do ciclo de braçada, entre o final da fase de empurrada de um braço e o início da fase de puxada do outro braço.

Ainda, como observado por diversos autores (AVLONITOU, 1996; PELAYO et al. 1996; MILLET et al. 2002; LERDA et al. 2003; SEIFERT et al. 2004; CASTRO et al. 2005 e SCHNITZLER et al. 2008), diferentes intensidades de nado geram diferentes organizações espaço-temporais do nado e distintas respostas fisiológicas. Deste modo, os efeitos de palmares e nadadeiras poderiam variar, também, em função da intensidade de nado.

Estudos envolvendo o uso tanto de palmares como nadadeiras em relação à determinadas variáveis espaço-temporais e fisiológicas ainda são escassos, pois muitos questionamentos ainda devem ser elucidados. Profissionais que trabalham com natação necessitam de referências que expliquem essas lacunas. Considerando a frequente utilização

destes equipamentos, este projeto pretendeu trazer novos conhecimentos relativos aos efeitos agudos da utilização de palmares e nadadeiras no nado *crawl* a fim de responder a seguinte questão: quais seriam as adaptações provenientes do uso de equipamentos (palmares e nadadeiras) durante o nado *crawl*?

1.1 OBJETIVOS

Os objetivos desse trabalho foram divididos em geral e específicos.

Objetivo geral

O objetivo geral desse projeto foi comparar variáveis espaço-temporais e fisiológicas durante o nado *crawl* com o uso de equipamentos (palmares e nadadeiras).

Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste projeto foram:

Comparar:

- a- Desempenho (tempo para nadar os 50 m em máxima intensidade);
- b- Área do segmento corporal (palma da mão e pé);
- c- Comprimento médio de braçadas;
- d- Frequência média de braçadas;
- e- Velocidade média de nado;
- f- Duração das fases da braçada;
- g- Índice de coordenação de nado;
- h- Frequência média de pernadas;
- i- Número de pernadas por ciclo de braçadas;
- j- Profundidade média de pernadas;
- k- Concentração de lactato.

Durante o nado *crawl* realizado em intensidades máxima e submáxima sob três condições:

- sem a utilização de palmares e nadadeiras;
- com a utilização de palmares e
- com a utilização de nadadeiras.

1. 2 JUSTIFICATIVA

Por meio deste estudo pretendeu-se compreender os efeitos agudos do uso de palmares e nadadeiras em relação à organização espaço-temporal e adaptações fisiológicas durante o nado *crawl*. Esses equipamentos são frequentemente empregados nas sessões de treino, entretanto a literatura é controversa em relação aos diferentes resultados observados em resposta a diferentes intensidades de nado com a utilização desses equipamentos.

Por outro lado, não foram encontrados trabalhos sobre PP com o uso de palmares e duração das fases da braçada, IdC, [LA] e PSE com o uso de nadadeiras. Esses resultados tendem a auxiliar tanto o treinador quanto também o atleta, a saber, quais as adaptações que cada tipo de equipamento pode provocar em diferentes intensidades de nado a fim de melhor escolher os procedimentos de treino.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Este referencial teórico aborda a utilização de palmares e nadadeiras no treinamento da natação, focando aspectos espaço-temporais e fisiológicos. Para tal, previamente serão apresentados conceitos relativos à organização espaço-temporal, à percepção subjetiva de esforço e concentração sanguínea de lactato, em situações que envolvam o treinamento da natação.

O desempenho em natação (tempo para percorrer determinada distância sob regras específicas) está relacionado às adaptações biomecânicas e fisiológicas, tendo como intuito maior o aprimoramento das forças propulsivas e a diminuição das forças de arrasto (MAGLISCHO 2003). Quando analisado o desempenho dos nadadores, existem diferentes formas de se comparar essa variável, dessas podemos destacar a comparação dos tempos, a utilização da tabela de pontos da FINA (Federação Internacional de Natação, que converte o tempo do nado em pontos) e a indicação direta do nível atlético dos atletas (recreacional, competitivo de nível regional, nacional e internacional e *master*). Existem muitos fatores que podem alterar o desempenho de atletas, dentre esses, podemos citar o treinamento, sendo mais específico as adaptações promovidas pelo treinamento. Diferentes métodos são empregados durante as seções de treino, como a utilização de equipamentos, de modo específico, palmares e nadadeiras. As adaptações agudas com equipamentos em relação aos aspectos biomecânicos e fisiológicas podem estar relacionadas com as alterações percentuais da área corporal com equipamentos quando comparada à área do segmento corporal sem equipamentos, nesse caso específico, área, da palma da mão e do pé.

Em relação à biomecânica da natação, os aspectos espaço-temporais de nado são parâmetros muito utilizados no controle da técnica (TOUSSAINT e BEEK, 1992). O comprimento horizontal médio percorrido durante a execução de um ciclo completo de braçadas (ciclo que compreende a entrada da mão direita até a entrada novamente da mão direita) é definido como comprimento médio de ciclo de braçadas (CB), expresso em metros

(MAGLISCHO, 2003). Entende-se por frequência média de ciclo de braçadas (FB) o número médio de ciclos de braçadas realizadas em uma determinada unidade de tempo (HAY e GUIMARÃES, 1983), podendo ser expressa em ciclos por minuto ($\text{ciclos}\cdot\text{min}^{-1}$) ou ciclos por segundo (Hz). Conforme Craig e Pendergast (1979), a velocidade média de nado (V_N , em $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) é o produto entre a FB e o CB, desprezando-se efeitos da impulsão nas bordas sobre a velocidade. De acordo com Maglisco (2003), existe uma relação inversa entre FB e CB, ou seja, conforme é aumentado o CB, a FB tende a diminuir, e vice-versa.

Para melhor entendimento da propulsão gerada pelos membros superiores no estilo *crawl*, alguns autores (CHOLLET et al. 2000 e SEIFERT et al. 2005) observaram, por meio de cinemetria, padrões de movimentos diferentes durante a execução do nado e dividiram a braçada em fases para sua melhor compreensão. No presente trabalho, é utilizado a divisão em quatro fases, conforme descrito por Chollet et al. (2000) e Seifert et al. (2004). Esses autores propõem a divisão do movimento completo de cada um dos membros superiores em quatro fases distintas, duas propulsivas e duas não propulsivas:

- Fase A: entrada e apoio da mão na água: intervalo de tempo entre a entrada da mão na água até o início do movimento da mão para trás, expresso em percentual da duração total do ciclo de braçadas. Nesta fase assume-se que não é gerada propulsão pelo segmento em análise;
- Fase B: puxada: intervalo de tempo entre o início do movimento da mão para trás até a articulação do ombro estar flexionada 90° em relação ao tronco, expresso em percentual da duração total do ciclo de braçadas. Nesta fase é esperado que a propulsão seja gerada pelo segmento em análise;
- Fase C: empurrada: intervalo de tempo entre o momento em que a mão ultrapassa a linha vertical (90° de flexão do ombro) até o momento em que esta rompe a superfície da água, expresso em percentual da duração total do ciclo de braçadas. Nesta fase é esperado que a propulsão seja gerada pelo segmento em análise;
- Fase D: recuperação: intervalo de tempo entre a saída da mão da água e a sua reentrada na água, à frente do corpo do nadador, expresso em percentual da duração total do ciclo de braçadas. Nessa fase não é gerada propulsão pelo segmento em análise.

Dessas fases citadas, as fases A e D são denominadas não propulsivas e as fases B e C são denominadas propulsivas. As fases A, B e C são denominadas, em conjunto, de fases submersas, enquanto a fase D é chamada de fase aérea.

De acordo com Chollet et al. (2000) o índice de coordenação de nado (IdC) apresenta, por finalidade, identificar e quantificar o tipo de coordenação adotado por um nadador. O IdC é mensurado por meio de técnicas de videogrametria, a fim de se obter informações de posição

e tempo dos membros superiores, especificamente das mãos, dos nadadores no plano sagital. Após a obtenção dessas imagens, pode-se identificar qualitativamente o momento que se inicia as fases de apoio, puxada e empurrada em cada um dos membros superiores. A partir do intervalo de tempo entre o início e o final dos movimentos propulsivos dos braços esquerdo e direito foi definido o IdC como a média entre o IdC 1 e o IdC 2, na qual: É observado o tempo total da braçada e definido como IdC o tempo entre o final da fase de empurrada de um braço e o início da fase de puxada do outro braço expresso em percentual da duração total do ciclo de braçadas. Segundo Chollet et al. (2000) e Seifert et al. (2005), podem ser estabelecidos dois IdCs:

- IdC 1: tempo entre o início da propulsão na primeira braçada direita e o final da propulsão na primeira braçada esquerda e
- IdC 2: tempo entre o início da propulsão na segunda braçada esquerda e o final da propulsão da primeira braçada direita.

Sendo definido o IdC como a média entre o IdC 1 e o IdC 2.

Ainda, Chollet et al. (2000) e Seifert (2010a) observaram diferenças nos modelos de coordenação do nado *crawl*. Esses identificaram três modelos distintos dos membros superiores, sendo eles:

- oposição: um segmento superior inicia a fase de propulsão no mesmo instante em que o segmento oposto finaliza a fase propulsiva, propiciando continuidade nas ações propulsivas dos dois segmentos. Assim, se o início da fase propulsiva de uma braçada coincidir ou ser próximo do final da fase propulsiva da braçada contralateral, o intervalo de tempo entre elas será nulo ou próximo a nulo (momentos sem propulsão ou momentos com propulsão), logo o IdC poderá variar ente -1% a 1%;
- captura: apresenta um momento em que não ocorrem movimentos propulsivos entre o final da fase propulsiva de um segmento e o início da fase propulsiva do outro segmento. Caso ambos os membros superiores apresentarem um período de tempo sem gerar forças propulsivas, o valor de IdC será menor que 0% e
- sobreposição: existe uma ação propulsiva simultânea dos dois segmentos superiores, dessa maneira, um membro superior inicia a fase de puxada antes do outro membro terminar a fase de empurrada. Se o início da fase propulsiva de uma braçada for antes do final da fase propulsiva da braçada contralateral, demonstrando que os braços estão gerando forças propulsivas concomitantemente, o IdC será maior que 0%.

Chollet et al. (2000) relatam que a utilização de valores positivos, ou negativos, para o IdC tem como finalidade diferenciar as forças propulsivas que ocorram simultaneamente (IdC positivo), ou períodos em que não ocorra realização de forças propulsivas (IdC negativo).

O nado *crawl* apresenta, também, movimento de pernas que pode ser descrito em duas fases distintas: ascendente e descendente, para ambas as pernas. Cada uma destas fases pode ser analisada por momentos de mudança de sentido no movimento do pé, sendo estes momentos identificados por um superior e um inferior. Conforme Maglischo (2003), o padrão de batidas de pernas de seis tempos corresponde a seis movimentos dos membros inferiores, três ascendentes e três descendentes, para um ciclo de braçadas. O padrão de batidas de quatro tempos está relacionado a quatro movimentos, dois ascendentes e dois descendentes dos membros inferiores para um ciclo de braçadas e, por último, o padrão de dois tempos indica dois movimentos, um ascendente e um descendente das pernas para um ciclo de braçadas. Segundo Millet et al. (2002) o padrão de seis batidas é característico de provas curtas. Já o padrão de batidas de pernas de quatro ou duas batidas é comum para provas de média e longa distância. Na área científica, é mais empregado o termo frequência média de pernada (FP) (ZAMPARO et al. 2002, 2005 e 2006), como o número de batidas de pernas completas para cada ciclo de braçadas. Em oposição, técnicos e treinadores utilizam mais frequentemente o número de pernadas por ciclo de braçadas (TELLES et al 2011). O número de pernadas por ciclo de braçadas leva apenas em consideração o número de movimentos realizados pelos membros inferiores, enquanto a FP é identificada por meio do quociente entre o número de pernadas por ciclo de braçadas e o tempo para realização desses movimentos.

Não foram encontrados estudos que descrevam a profundidade média da pernada (PP), entretanto, foram encontradas pesquisas sobre a amplitude da pernada, sendo nomeada como PP (PENDERGAST et al. 1996 e 2003 e ZAMPARO et al. 2002 e 2006). A PP é definida como a máxima distância entre a linha da água e o tornozelo direito e esquerdo durante os movimentos descendentes da batida de pernas, expressa em metros. Já a amplitude da pernada é a distância entre marcadores anatômicos do membro inferior direito com o esquerdo (ZAMPARO et al. 2002 e 2005).

Existem inúmeros indicadores fisiológicos utilizados nas sessões de treino para aferir a intensidade do esforço. Dentre eles, é possível destacar a concentração de lactato sanguíneo [LA] e a percepção subjetiva de esforço (PSE). Em relação à [LA], esta é o resultado do processo de produção e metabolização do lactato muscular, proveniente dos processos metabólico anaeróbico, levando a seu acúmulo no tecido muscular e, após, sendo levado para a corrente sanguínea (TOUSSAINT e HOLLANDER 1994). De acordo com Keskinen et al.

(2006), a [LA] é o resultado entre o fluxo sanguíneo do lactato muscular aumentado contra a sua eliminação, a partir de processos metabólicos no próprio tecido muscular e em outros tecidos. Assim a diferença entre a concentração de lactato no sangue durante o exercício e a recuperação está relacionada com a sua produção, liberação, captação e oxidação por estruturas hepática, cardíaca, muscular entre outras (GREENWOOD, 2008). Devido ao seu aumento como resposta ao incremento do metabolismo anaeróbio, é comumente utilizada para determinar a intensidade de nado. Ainda, segundo Vilas-Boas et al. (2001), a concentração de lactato sanguíneo é utilizada como indicador da deterioração do ambiente fisiológico, ao passo que incremento na concentração de lactato é acompanhada por acidose, devido aos processos de redução do ácido láctico, subproduto da glicólise anaeróbia.

Toussaint et al. (1998), em estudo que avaliou o conceito de potência crítica e capacidade de nado anaeróbica utilizando um modelo em diferentes velocidades de nado, mas sempre máximas (em distâncias que variaram de 50 a 1500 m), observaram que as contribuições do sistema anaeróbio era aproximadamente 80% do total do fornecimento de energia para menores distâncias; já para maiores distâncias a contribuição do sistema aeróbio tende a ser o predominante. Por outro lado, segundo Gatin (2001), a partir de, aproximadamente, 75 s de esforço máximo, haveria maior participação do metabolismo aeróbio. Independente das relações temporais relativas à predomínio dos metabolismos aeróbio e anaeróbio, incremento na intensidade tende a aumentar a [LA] (ZACCA e CASTRO, 2012). Em intensidades moderadas, a [LA] estabiliza-se rapidamente, de modo similar aos níveis de descanso, dessa forma o indivíduo pode manter a atividade realizada por horas sem exaustão (GRECO et al. 2008 e ZACCA e CASTRO, 2012). Em intensidades pesadas, a produção e a remoção dos níveis de lactato são altas para uma demanda metabólica alta e a [LA] tende a se estabilizar em altas concentrações (GRECO et al. 2008 e ZACCA e CASTRO, 2012). Em intensidades severas não existe estabilização na [LA]. A produção de lactato é maior do que a sua remoção, tendo por consequência acúmulo de prótons de hidrogênio, tornando o pH mais ácido, podendo levar à queda do desempenho (GRECO et al. 2008 e ZACCA e CASTRO, 2012).

A verificação das [LA], em resposta ao exercício, vem sendo utilizada com diversos objetivos em natação: determinação invasiva do limiar anaeróbio (OLBRECHT et al. 1985), efeitos fisiológicos do treinamento (KIRWAN et al. 1988; WAKAIOSHI et al. 1993; PELAYO et al. 1996 e CAPUTO et al. 2002), análise de exercícios de natação simulados em ergômetros específicos (KONSTANTAKI et al. 1999 e CAPUTO et al. 2002), respostas fisiológicas ao esforço máximo (AVLONITOU, 1996), predição do rendimento (RIBEIRO et

al. 1990) e contribuições dos sistemas energéticos aeróbio e anaeróbio (CASTRO e MOTA 2010).

A PSE é um indicador de intensidade de grande praticidade e de baixo custo, sendo muito empregada por profissionais que atuam com treinamento no meio aquático (GRAEF et al. 2006). Segundo Noble et al. (1983), a PSE é proveniente da interação de múltiplos sinais aferentes, vindos dos sistemas cardiorrespiratório (coração e pulmão) e neuromuscular (músculo estriado esquelético). Segundo Lima et al. (2006) a PSE é influenciada por parâmetros centrais (consumo de oxigênio, ventilação e frequência cardíaca) e parâmetros locais ([LA]). Ainda, existem alguns fatores que podem alterar a PSE, como o sexo, a idade, o tipo e a intensidade do exercício realizado, entre outros (BRANDÃO et al. 1989 e NAKAMURA et al. 2010).

Lima et al. (2006) realizaram estudo com o objetivo de determinar a intensidade dos estágios de um teste incremental utilizando a PSE (Borg 6 – 20), estimar limiares metabólicos sendo utilizada a [LA] fixa de $3,5 \text{ mmol l}^{-1}$ como limiar anaeróbio e identificar correlações entre a PSE e variáveis fisiológicas. Participaram dessa pesquisa 12 nadadores que deveriam realizar dois esforços máximos (200 m e 400 m) com 24 horas de intervalo entre os testes. Após 48 horas da realização do último teste máximo, um teste incremental com cinco estágios de 200 m com intervalos de 90 s. A intensidade dos estágios foi baseada na PSE prescrita, essa sendo respectivamente, 9, 11, 13, 15 e 17. Em todos os estágios foi monitorada a frequência cardíaca, a [LA] e a PSE (PSE encontrada). Como resultado, observou-se uma alta correlação entre PSE prescrita e encontrada ($r = 0,972$; IC = 0,84- 0,99; $p < 0,0001$) e PSE prescrita e [LA] durante o teste incremental ($r = 0,84 - 1,00$ e $r^2 = 0,996$; $p < 0,05$). Esses resultados demonstraram que a PSE prevista (prescrita) possibilitou a estimativa dos limiares metabólicos em testes incrementais.

Já Perandine et al. (2007) verificaram a relação entre PSE (escala Borg 6 – 20), [LA] e trocas gasosas pulmonares em esforços intervalados de alta intensidade. Dez indivíduos participaram dessa avaliação, sendo composta por quatro etapas: familiarização ao protocolo de teste, teste de esforço progressivo (carga inicial de 30 W e incrementos de $30 \text{ W} \cdot \text{min}^{-1}$ até a exaustão), estimativa do limiar de esforço percebido e do máximo estado estável de lactato indicado e determinação do máximo estado estável de lactato. Essas etapas foram realizadas para cada indivíduo em no máximo quatro semanas. Como resultado, identificaram moderada correlação entre o aumento da PSE com o concomitante aumento da [LA] ($r = 0,77$; $p < 0,001$); correlação moderada entre os valores absolutos da PSE e da [LA] ao final de cada duas repetições dos testes preditivos intermitentes ($r = 0,78$; $p < 0,001$).

Sobre as relações entre o segundo limiar ventilatório, considerado a intensidade de esforço acima da qual o acúmulo de lactato na corrente sanguínea ultrapassa a sua remoção (WASSERMAN et al. 1973 e RIBEIRO et al. 2004), e PSE, existem alguns estudos (HILL et al. 1987, FERICHE et al. 1998 e SILVA et al. 2006) que identificaram uma correlação entre o segundo limiar ventilatório e a PSE, entretanto foi observada divergência em relação à qual valor de PSE corresponde a esse limiar. Foram encontradas três pesquisas, Hill et al. (1987), Feriche et al. (1998) e Silva et al. (2006), que relacionaram o segundo limiar com a PSE, sendo que, em todos os estudos, o teste utilizado para a avaliação foi um protocolo de intensidade progressiva em cicloergômetro.

Hill et al. (1987) encontraram atributos correspondentes os valores 13 – 15 como segundo limiar ventilatório. Dentre os estudos verificados, Hill et al. (1987) foram os únicos que submetem os avaliados a um treinamento (seis semanas incluindo treinos intervalados e contínuos). Entretanto foi observado que a PSE referente ao limiar ventilatório não foi afetado pelo treinamento. Já Feriche et al. (1998) encontraram valores de PSE referentes aos números 12 - 13 como o segundo limiar ventilatório. Mais recentemente, Silva et al. (2006) identificaram o segundo limiar ventilatório como correspondente ao esforço percebido 18 da Escala de Borg (2000), entretanto, o valor da correlação encontrada foi baixa ($r = 0,48$). Esses autores explicam que a utilização do valor 18 foi devido ao maior número de prevalências desse número (moda) no seu estudo.

2.1 PALMARES

Segundo Gourgoulis et al. (2008) palmares são equipamentos utilizados com o intuito de aumentar a força propulsiva gerada pelos nadadores a partir das ações musculares dos membros superiores. Este efeito é obtido por incremento do volume de água que deve ser deslocado durante as fases submersas do nado. Esses equipamentos podem possuir várias formas e áreas (foram encontrados estudos que utilizaram palmares que variaram entre 116 cm² a 480 cm² de área).

Para o presente estudo foi realizada a diferenciação dos palmares em tamanhos utilizando como base a área do equipamento:

- palmares pequenos: até 149 cm²;
- palmares médios: de 150 a 299 cm² e
- palmares grandes: iguais ou maiores a 300 cm².

A Figura 1 exemplifica palmares de mesma forma e diferentes áreas.

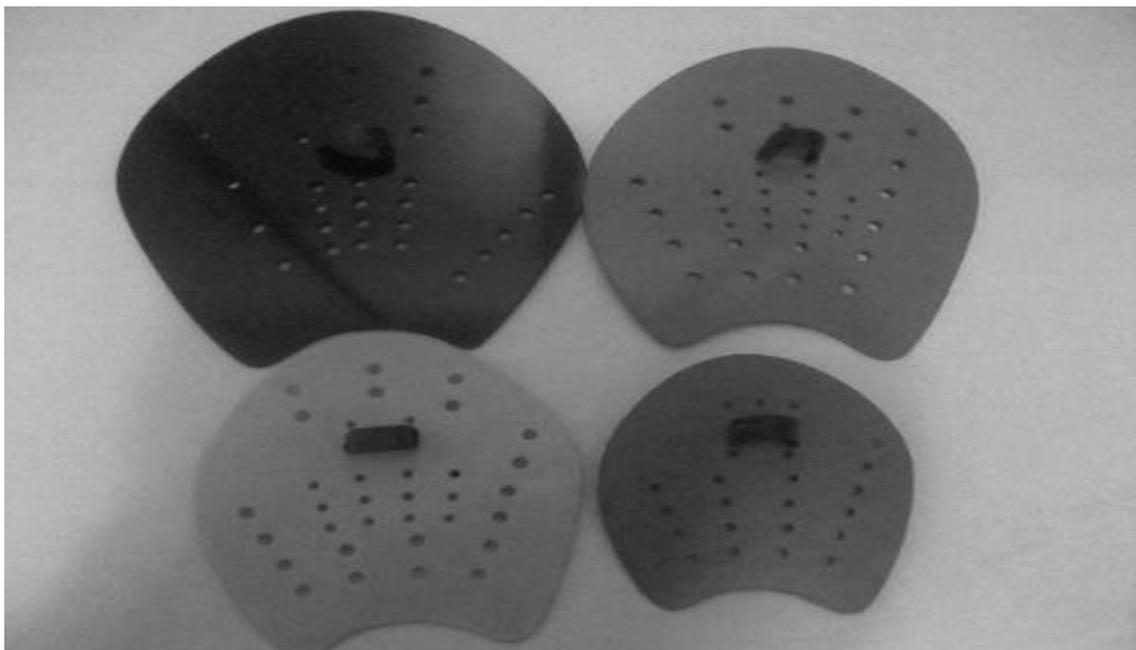


Figura 1 – Palmares de diferentes áreas.

O indicador de desempenho mais empregado nos estudos com palmares foi o sistema de pontos da FINA (GOURGOULIS et al. 2009 e TELLES et al. 2011), por meio dele foi possível identificar o nível técnico dos atletas em questão para possíveis comparações. Em conjunto, não foram encontradas pesquisas que tenham realizado a comparação do desempenho entre o nado sem e com palmares. Foram identificados poucos estudos (GOURGOULIS et al. 2008 e TELLES et al. 2011) que realizaram a comparação entre a alteração percentual propiciada pelo uso de equipamentos em relação ao segmento corporal do nado sem equipamentos, entretanto os valores observados por esses pesquisadores divergem dos encontrados no presente estudo.

Observa-se que as alterações promovidas pela utilização desses equipamentos (aumento percentual da área da palma da mão) podem auxiliar a compreender os resultados encontrados nos estudos com palmares. Para uma mesma variável (VN) atletas de desempenhos semelhantes nos estudos de Gourgoulis et al. (2008 e 2009) e Telles et al. (2011) encontraram divergências de resultados com a utilização de equipamentos. Gourgoulis et al. (2008 e 2009), com protocolo realizado em máxima intensidade de nado em 25 m, observaram aumentos da VN com palmares que representaram aumentos de 118% da área da palma da mão em comparação ao nado sem equipamentos. Entretanto, Telles et al. (2011), em protocolo similar, não observaram alterações na VN com palmares que corresponderam a aumentos de 203% da área da palma da mão. O Quadro 1 apresenta um resumo referente à área do palmar, área da palma da mão, alteração percentual e desempenho dos estudos com palmares.

Quadro 1 – Resumo dos valores referentes às áreas dos palmares e da palma da mão e do desempenho dos atletas.

AUTORES	ÁREA DO PALMAR	ÁREA DA PALMA DA MÃO	ALTERAÇÃO PERCENTUAL	DESEMPENHO
OGITA et al. (1993)	240 cm ²	138 cm ²	Aumento de 73%	651 pontos
LERDA et al. (1996)	320 cm ²	134 cm ²	Aumento de 138%	639 pontos
SIDNEY et al. (2001)	360 cm ²	Não relatado	Não relatado	Não relatado
GOURGOULIS et al. (2006)	116 cm ² ; 311 cm ²	146 cm ²	Diminuição de 20%; Aumento de 113%	941 a 462 pontos
GOURGOULIS et al. (2008)	116 cm ² ; 286 cm ²	131 cm ²	Diminuição de 11%; Aumento de 118%	732 pontos
GOURGOULIS et al. (2009)	116 cm ² ; 286 cm ²	131 cm ²	Diminuição de 11%; Aumento de 118%	880 a 678 pontos
LAUDER et al. (2009)	480 cm ²	Não relatado	Não relatado	732 pontos
TELLES et al. (2011)	462 cm ²	152 cm ²	Aumento de 203%	768 pontos
FREITAS et al. (2011)	183 cm ² ; 260 cm ²	135 cm ²	Aumento de 35%; Aumento de 92%	Não relatado

Em relação às variáveis espaço-temporais, Gourgoulis et al. (2006) relatam maiores CB e VN e menor velocidade das mãos durante os movimentos subaquáticos observados com o uso de palmares e manutenção dos valores de tempo das fases da braçada. O objetivo de Gourgoulis et al. (2006) foi determinar o efeito sobre a cinemática de nado em 25 m com velocidade submáxima em três diferentes situações: sem palmar e com palmares pequenos e grandes com análise tridimensional (3D) do nado em nove nadadores. Os resultados desse estudo são similares aos de Gourgoulis et al. (2009) e Telles et al. (2011). Gourgoulis et al. (2009) observaram aumentos da VN e CB e diminuições na FB com o uso de palmares, manutenção dos valores de IdC nas três situações e aumento da fase A da braçada. Os atletas avaliados por Gourgoulis et al. (2009) deveriam nadar 25 metros em três situações: sem palmar, com palmar pequeno e médio. Telles et al. (2011) identificaram diminuição na FB, incremento no CB e manutenção dos valores de VN com a utilização de palmares grandes. Sidney et al. (2001), observaram aumentos de 4,3% na VN com a utilização de palmares grandes para a mesma FB quando comparado com a não utilização desse equipamento.

Gourgoulis et al. (2008) realizaram um estudo em máxima intensidade com 10 nadadoras para identificar os efeitos de diferentes tamanhos de palmares sobre as características cinemáticas da braçada durante o nado *crawl*. Os atletas deveriam nadar 25 m

em máxima intensidade em três situações: sem palmar, com palmar pequeno e médio. Como resultado, encontraram aumentos significativos do CB, VN, e diminuições da FB. Posteriormente, Lauder et al. (2009) verificaram a assimetria no padrão de braçadas no nado *crawl* com e sem palmares. Foram analisados seis nadadores de nível nacional, que nadaram 25 m em intensidade submáxima, a área do equipamento utilizado era de 480 cm². Para esse estudo foram obtidas imagens em 3D das mãos, antebraços e braços. Ainda todos nadadores respiraram para o lado direito. Como resultados encontrados, foi observado aumento da duração da fase C do lado da respiração e lado oposto a respiração.

Já Telles et al. (2011) observaram um pequeno aumento em valores totais de todas as fases da braçada, mas não observaram um aumento significativo da duração relativa das fases da braçada, resultado semelhante ao encontrado por Gourgoulis et al. (2008). Ainda, esses autores acreditam que não foram observados maiores aumentos da duração das fases da braçada devido ao grande tamanho do equipamento: 462 cm². Freitas et al. (2011) realizaram um estudo com o intuito de verificar o efeito de diferentes tamanhos de palmares sobre a cinemática (FB, CB e VN) do nado *crawl* executado sob intensidade relativa a um índice de percepção de esforço (PSE) de 17 da Escala de 15 pontos de Borg. O protocolo de avaliação consistia em três séries de doze repetições de 50 m, com intervalo de 20 s entre as repetições nas condições sem palmar, com palmar pequeno e com palmar médio, respeitando-se um intervalo mínimo de 48 h entre cada condição, a ordem de execução das séries foi randomizada. Em todos os momentos de avaliação (sem e com equipamentos) os nadadores deveriam nadar na PSE 17 e a partir desse protocolo foram mensuradas a FB, CB e VN. Como resultado observado, verificou-se que a FB foi maior na condição de nado sem equipamento seguido pela condição de palmar pequeno, a condição palmar médio foi a que apresentou menor FB entre os três momentos analisados. O CB foi menor na condição sem palmar quando comparado com o nado com palmar pequeno e médio e a VN não se alterou entre as três condições avaliadas.

Sidney et al. (2001) identificaram as modificações do padrão motor por meio das variações da velocidade intra-cíclica e da coordenação de nado com o uso de palmares com uma FB fixa. Participaram oito nadadores de nível nacional. Esses deveriam nadar 25 m em intensidade submáxima com e sem o uso de palmares. Em ambas as situações, os atletas utilizaram um flutuador nos membros inferiores (*pull buoy*) para evitar a realização de movimentos de membros inferiores. Como resultados, foram observados aumento da VN, manutenção da [LA] nas situações verificadas, nado sem e com equipamentos, aumentos nas durações das fases C e propulsivas e diminuições nas durações das fases não propulsivas.

Esses achados se devem ao aumento da superfície que gera propulsão, pois dessa forma, os atletas podem deslocar uma maior massa de água. Já os valores de IdC alteraram-se para valores menores, entretanto mantiveram-se em captura, de -5% durante o nado sem equipamentos para -1% com equipamentos.

Segundo Chollet et al. (2000) e Millet et al. (2002) com o aumento da VN existe uma tendência para que o modelo de coordenação adotado pelo nadador seja de oposição ou sobreposição pela diminuição da duração das fases não propulsivas (A e D) e aumento de duração das fases propulsivas (B e C). Seifert et al. (2007) realizaram estudo com 42 nadadores com o intuito de investigar possíveis efeitos das restrições do organismo e do ambiente na coordenação de nado no *crawl*, testando diferentes sexos, medidas antropométricas e experiência sobre a coordenação de nado ao longo de sete ritmos impostos de nado em 25 m sem palmares e nadadeiras. Seifert et al. (2007) observaram que em altas VN (maiores que $1,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) e em FB próximas a $50 \text{ ciclos}\cdot\text{min}^{-1}$ ocorrem modificações do modelo de nado de captura para oposição ou para sobreposição. Essa transição ocorre a 93% da velocidade máxima, apresentando correlação com o ritmo dos 200 m.

Entretanto, Telles et al. (2011) não observaram essas alterações nessa velocidade. Em um estudo com 11 nadadores que utilizaram tanto palmares, quanto paraquedas para identificar as alterações no IdC de nado em máxima velocidade, Telles et al. (2011) solicitaram que os nadadores executassem o estilo *crawl* ao longo de repetições de 25 m em máxima intensidade sem a utilização de equipamentos, com palmares apenas, com paraquedas e por fim com palmares e paraquedas juntos. Observou-se que em VN de $1,83 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ sem equipamento o IdC foi em direção a valores positivos, mas não foi estatisticamente significativo, contrariando os achados de Seifert et al. (2007). Telles et al. (2011) acreditam que a não alteração do IdC deve-se ao nível técnico dos atletas. Os nadadores do estudo de Telles et al. (2011) possuíam menor nível de desempenho em comparação como os do estudo de Seifert et al. (2007) que observaram alterações do IdC de captura para sobreposição na velocidade de nado supracitada. Entretanto, com o nado com palmares, em VN de $1,87 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, o IdC alterou-se de captura no momento sem equipamento para oposição com o equipamento. Essa mudança foi atribuída ao aumento artificial da área de contato da mão com a água pelo palmar, permitindo ao nadador empurrar uma maior massa de água, causando diminuição da velocidade da mão e aumento da duração das fases propulsivas.

Sidney et al. (2001) relatam que com a utilização de palmares os valores de IdC aumentam, levando a modelos próximos à oposição. No entanto Gourgoulis et al. (2009) demonstraram que o IdC não se alterou em nenhuma das três condições verificadas: sem

palmares e com palmares de dois tamanhos distintos. A partir desses achados os autores concluem que o aumento da velocidade de nado com palmares não causa alterações no padrão de coordenação dos braços.

Em relação aos membros inferiores, o único estudo que analisou esse segmento corporal com palmares foi Telles et al (2011). Esses pesquisadores avaliaram o número de pernadas por ciclo de braçadas, como resultado, não identificaram diferenças entre os momentos de análise (nado sem equipamentos e o nado com palmares). Em ambas as situações em máxima intensidade os atletas realizaram um padrão de batidas de pernas de seis tempos.

Lerda et al. (1996) realizaram estudo com oito sujeitos nadando no estilo *crawl*. O objetivo dessa pesquisa foi mensurar e comparar as alterações na VN, CB e FB e [LA]; abaixo, acima e na velocidade aeróbica máxima em duas situações: com e sem palmares. Os testes foram divididos em duas partes, a primeira foi para determinar a velocidade aeróbica máxima, quando os atletas deveriam nadar em estágios de dois minutos com aumentos de velocidade de $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ por estágio. A segunda parte consistia em 150 m nadados a 88%, 100% e na velocidade máxima. Todas as situações deveriam ter intervalos de 20 min de recuperação. Como resultado, observou-se que tanto em intensidade submáxima, quanto em máxima, o CB aumentou e a FB diminuiu quando comparado o nado com palmares do nado sem equipamentos. Ainda, em máxima intensidade, a VN aumentou com a utilização de palmares em comparação ao nado sem equipamentos. Em relação à [LA], essa não se modificou nas situações estudadas.

Ogita et al. (1993) encontraram resultados semelhantes em relação à manutenção das [LA]. Mesmo em maiores velocidades de nado, com o uso de palmares, os valores da [LA] não apresentaram aumentos quando comparada as situações com e sem palmares. Ogita et al. (1993) sugerem que a maior VN com palmares não é dependente de alta produção energética, mas sim de alta eficiência propulsiva.

O Quadro 2 apresenta um resumo do comportamento das variáveis em relação ao nado com palmares em comparação com o nado sem equipamentos.

Quadro 2 - Resumo das variáveis apresentadas referentes ao nado com palmares em comparação com o nado sem equipamentos.

VARIÁVEIS	INTENSIDADE	EFEITO OBSERVADO	ESTUDOS
CB	Máxima Máxima Máxima Máxima Submáxima Submáxima Submáxima	Aumento Aumento Aumento Aumento Aumento Aumento Aumento	GOURGOULIS et al. (2008) GOURGOULIS et al. (2009) TELLES et al. (2011) LERDA et al. (1996) LERDA et al. (1996) GOURGOULIS et al. (2006) FREITAS et al. (2011)
FB	Máxima Máxima Máxima Máxima Submáxima Submáxima	Redução Redução Redução Redução Redução Redução	GOURGOULIS et al. (2008) GOURGOULIS et al. (2009) TELLES et al. (2011) LERDA et al. (1996) LERDA et al. (1996) FREITAS et al. (2011)
VN	Máxima Máxima Máxima Máxima Submáxima Submáxima Submáxima	Aumento Aumento Aumento Manutenção Aumento Aumento Manutenção	LERDA et al. (1996) GOURGOULIS et al. (2008) GOURGOULIS et al. (2009) TELLES et al. (2011) SIDNEY et al. (2001) GOURGOULIS et al. (2006) FREITAS et al. (2011)
Duração das fases da braçada (A, B, C e D)	Máxima Máxima Máxima Submáxima Submáxima Submáxima	Manutenção Manutenção Alteração Alterações Alterações Manutenção	GOURGOULIS et al. (2008) TELLES et al. (2011) GOURGOULIS et al. (2009) LAUDER et al. (2009) SIDNEY et al. (2001) GOURGOULIS et al. (2006)
IdC	Máxima Máxima Submáxima	Manutenção Manutenção Alteração	GOURGOULIS et al. (2009) TELLES et al. (2011) SIDNEY et al. (2001)
FP			Nenhum estudo encontrado
Número de pernadas por ciclo de braçadas	Máxima	Manutenção	TELLES et al. (2011)
PP			Nenhum estudo encontrado
[LA]	Máxima Submáxima Submáxima Submáxima	Manutenção Manutenção Manutenção Manutenção	LERDA et al. (1996) LERDA et al. (1996) OGITA et al. (1993) SIDNEY et al. (2001)
PSE			Nenhum estudo encontrado

2.2 NADADEIRAS

Nadadeiras são constituídas por diferentes materiais, como borracha, silicone e fibra de vidro, assim como possuem diferentes valores de comprimento, largura, área, rigidez e densidade (ZAMPARO et al. 2006).

Para melhor identificação das nadadeiras, o presente estudo realizou a diferenciação do tamanho das nadadeiras utilizando como base a área do equipamento:

- nadadeiras pequenas: até 800 cm²;
- nadadeiras médias: de 801 a 1199 cm² e
- nadadeiras grandes: iguais ou maiores a 1200 cm².

A Figura 2 apresenta um modelo de nadadeiras pequenas com área de 488 cm².



Figura 2 – Nadadeiras pequenas de 488 cm² de área.

Nos estudos com nadadeiras de Zamparo et al. (2002, 2005 e 2006) não foram quantificados o desempenho dos atletas avaliados, apenas relatado que os mesmos faziam parte da divisão universitária de natação. Em relação à comparação do desempenho entre o nado com e sem nadadeiras, não foram encontradas pesquisas que tenham realizado esse tipo de comparação. Quando analisadas as alterações percentuais da área do pé com a utilização de nadadeiras, apenas Zamparo et al. (2002) realizaram esse tipo de comparação, entretanto os valores observados por esses pesquisadores divergem dos encontrados no presente estudo. Analisado-se os três estudos de Zamparo et al. (2002, 2005 e 2006), observou-se que a alteração percentual propiciada com a utilização de nadadeiras causaram aumentos entre 108 a 309%. O Quadro 3 apresenta um resumo referente à área da nadadeira, área do pé, alteração percentual e desempenho dos estudos com palmares.

Quadro 3 – Resumo dos valores referentes às áreas das nadadeiras e do pé e do desempenho dos atletas.

AUTORES	ÁREA DA NADADEIRA	ÁREA DO PÉ	ALTERAÇÃO PERCENTUAL	DESEMPENHO
ZAMPARO et al. (2002)	800 cm ² ; 1200 cm ²	383 cm ²	Aumento de 108% Aumento de 213%	Não relatado
ZAMPARO et al. (2005)	800 cm ² ; 1200 cm ²	383 cm ²	Aumento de 108% Aumento de 213%	Não relatado
ZAMPARO et al. (2006)	800 cm ² ; 1200 cm ² ;	293 cm ²	Aumento de 173% Aumento de 309%	Não relatado

De acordo com Zamparo et al. (2002), com o aumento da área do pé por meio do uso desses equipamentos, observa-se um incremento da área propulsiva dos membros inferiores e incremento no impulso (aplicação de força em determinado intervalo de tempo), o que, ao permitir melhor posição horizontal do corpo do nadador, auxilia na propulsão do corpo à frente, melhorando a eficiência propulsiva. Zamparo et al. (2002) realizaram um estudo que objetivou quantificar as melhorias na economia e na eficiência de nado causadas pelo uso de nadadeiras. Sete nadadores nadaram em uma piscina anular de 60 m de circunferência sem a realização de movimentos dos membros superiores em intensidade aeróbia progressiva, inicialmente a 0,4 m·s⁻¹ chegando até 1,4 m·s⁻¹ (aumentos de 0,1 m·s⁻¹) com e sem o uso de nadadeiras. Esses pesquisadores observaram redução da demanda energética em cerca de 10% e uma redução proporcional do trabalho mecânico total em cerca de 15% com a utilização de nadadeiras. Dessa forma, esses equipamentos podem reduzir as exigências energéticas da natação por reduzir o trabalho mecânico total na locomoção aquática. Também é interessante notar que o seu uso induz a uma diminuição na FP em 43%. Anteriormente Pendergast et al. (1996) relataram que o tipo de nadadeira utilizada afeta tanto a FP quanto a intensidade de nado.

Samimy et al. (2005) realizaram estudo com objetivo de compreender a biomecânica do nado com a utilização de nadadeiras. Para essa pesquisa foi utilizado um protocolo de teste incremental, no qual o participante iniciava a 0,4 m·s⁻¹ durante cinco minutos e após aumentava 0,1 m·s⁻¹ a cada três min até a exaustão. Para essa pesquisa foram avaliadas mergulhadoras mais e menos habilidosas. Durante esse protocolo realizaram-se medições de gases expirados e análise de vídeo (quantificação da FP). Como resultados, foi observado que indivíduos menos habilidosos possuem maior FP (31%) quando comparados com os mais habilidosos. Esse aumento na FP é atribuído a menor eficiência de nado e o maior custo energético. Ainda, foram identificadas diminuições da impulsão por pernada quando o joelho

estava flexionado e o tornozelo estendido durante o ciclo de pernada. Os participantes menos habilidosos apresentavam uma maior flexão de joelho e tornozelo. Segundo Zamparo et al. (2006) um bom indicador para performance é a FP, essa deve diminuir tanto quanto possível, para reduzir o custo energético.

Para Zamparo et al. (2002), as nadadeiras não só melhoram a eficiência da propulsão dos membros inferiores, mas também influenciam, em certa medida, a eficiência da propulsão dos braços. Ainda, a eficiência propulsiva do nado completo melhora em média 20% em comparação com os indivíduos sem nadadeiras. Esses mesmos pesquisadores (ZAMPARO et al. 2002) não relatam mudanças no arrasto ativo do corpo e na inclinação do tronco durante o nado com a utilização desse equipamento.

Em relação à contribuição dos membros inferiores para a propulsão final (além de mensurar o custo energético, trabalho mecânico total e analisar a cinemática do nado) Zamparo et al. (2005) avaliaram seis nadadores em uma piscina anular no estilo *crawl* nas seguintes velocidades: 1,0; 1,1; 1,2; 1,3 e 1,4 m·s⁻¹ com e sem o uso de nadadeiras em intensidade submáxima. Foi observado que, com o uso desse equipamento, ocorreu a redução tanto das demandas energéticas, em 10%, como a do trabalho mecânico total em 15%. Outro achado foi tanto a diminuição da FP quanto da FB. A diminuição dessa última, com a utilização de nadadeiras, é consequência da relação dos membros superiores com membros inferiores na coordenação do nado *crawl*. Dessa forma, o equipamento não alterou apenas a eficiência da propulsão dos membros inferiores, também afetou a dos membros superiores. Ainda, observou-se que o aumento da eficiência propulsiva do nado foi de 20% em comparação com o nado sem equipamentos. Por último, foi observado aumento do CB na situação com nadadeiras em comparação ao nado sem nadadeiras; entretanto os autores (ZAMPARO et al. 2005) não explicam o porquê desse aumento.

Os resultados de melhora da propulsão de membros inferiores em conjunto com membros superiores foram observados antes por Deschodt et al. (1990), que objetivaram avaliar tanto a influência da velocidade máxima em 25 m de nado no estilo livre, quanto a trajetória da extremidade superior nos movimentos subaquáticos com a restrição do movimento de membros inferiores e do uso de apenas um dos braços. Desse estudo participaram oito nadadores, tendo suas imagens capturadas por duas câmeras subaquáticas ao longo de 8 m de execução do nado *crawl*. Os atletas nadaram em máxima velocidade em quatro situações; a primeira utilizando apenas um braço, sem o auxílio das pernas; a segunda utilizando os dois braços, também sem o auxílio dos membros inferiores; a terceira utilizando apenas um braço com o auxílio das pernas e a quarta utilizando os dois braços e os membros

inferiores. Como resultados encontrados observaram-se o aumento na velocidade máxima em 10% nas situações que envolviam membros inferiores e superiores em comparação com a que envolvia apenas os membros superiores. Esses autores relataram que as pernas contribuem em cerca de 10% da velocidade máxima, dessa forma a propulsão dos membros inferiores auxiliam na propulsão dos membros superiores por não apenas manter o equilíbrio durante o nado, mas também por possuir um importante papel para gerar forças propulsivas durante o *sprint*, no estilo livre. Deschodt et al. (1990) acreditam que as pernas diminuem a oscilação corporal e o arrasto ativo, sendo a oscilação vertical do quadril pouco observada durante o movimento de membros inferiores em conjunto com superiores quando comparado apenas com membros superiores. Ainda, as pernas propiciam maior estabilidade para o corpo, permitindo que os braços desenvolvam maior amplitude de movimento.

Zamparo et al. (2006) realizaram um estudo para identificar o efeito de diferentes tamanhos de nadadeiras no custo energético e aspectos biomecânicos da locomoção aquática. Participaram 10 nadadores que foram avaliados em uma piscina anular, apenas com os movimentos de pernas em intensidade submáxima em três situações, entre 0,7 e 0,9 m·s⁻¹ sem equipamentos, entre 0,7 e 1,0 m·s⁻¹ com nadadeiras pequenas e médias. O ritmo de nado foi dado por uma plataforma que se movimentava em velocidade constante, 60 cm acima do nadador. Como resultado, identificou-se que as exigências energéticas da natação dependem do tipo de nadadeira utilizada. Nadadeira de maior área e rígida melhora a velocidade máxima atingível e eleva o gasto energético, enquanto que uma pequena melhora a economia de nado em velocidades submáximas (PENDERGAST et al. 1996 e ZAMPARO et al. 2006). Também foi identificado que não existe uma nadadeira com características únicas (rigidez, superfície, etc.) que possam predizer o desempenho do nadador. Em relação à FP, essa diminuiu 45% para nadadeiras pequenas e 50% para nadadeiras médias em comparação com o nado sem equipamentos.

Pendergast et al. (2003) efetuaram um estudo com o intuito de quantificar e avaliar as nadadeiras comercialmente disponíveis e identificar suas características físicas durante o nado. Para esse experimento, foi utilizado uma piscina anular na qual dez mergulhadores experientes realizaram um protocolo incremental. O teste iniciava em baixa intensidade e finalizava com a exaustão do mergulhador, ainda, esses mergulhadores deveriam estar utilizando a roupa de mergulho e nadando apenas com o movimento dos membros inferiores em profundidade de 1,25 m. O ritmo de nado foi dado por uma plataforma que se movia em velocidade constante, o teste começou a 0,5 m·s⁻¹ por 5 min e a velocidade foi aumentada a cada 3 min 0,1 m·s⁻¹ até a exaustão (14 – 23 min) era dada 20 min de descanso, ao todo eram

testadas três nadadeiras por dia. Foram utilizados oito tipos diferentes de nadadeiras, e a partir dessas analisou-se: medidas do custo energético, arrasto, eficiência mecânica, VN, impulso e FP. Como principais resultados, observaram-se que tanto as nadadeiras mais rígidas quanto as mais flexíveis produzem maior impulso e maior VN. Ainda, a FP aumentou em conjunto com a VN. O Quadro 4 apresenta um resumo referente a comparação do nado sem equipamentos com o nado com o uso de nadadeiras.

Quadro 4 - Resumo das variáveis apresentadas referentes à comparação do nado sem equipamentos com o nado com o uso de nadadeiras.

VARIÁVEIS	INTENSIDADE	EFEITO OBSERVADO	AUTORES
CB	Submáxima	Aumento	ZAMPARO et al. (2005)
FB	Submáxima	Redução	ZAMPARO et al. (2005)
VN			Nenhum estudo encontrado
Duração das fases da braçada (A, B, C e D)			Nenhum estudo encontrado
IdC			Nenhum estudo encontrado
FP	Submáxima Submáxima Submáxima	Redução Redução Redução	ZAMPARO et al. (2002) ZAMPARO et al. (2005) ZAMPARO et al. (2006)
Número de pernadas por ciclo de braçadas			Nenhum estudo encontrado
PP			Nenhum estudo encontrado
[LA]			Nenhum estudo encontrado
PSE			Nenhum estudo encontrado

2.3 ANÁLISE CRÍTICA DA LITERATURA

Nas sessões de treinamento de natação são empregados inúmeros equipamentos, dentre esses, os mais amplamente utilizados são palmares e nadadeiras. Quando observadas as adaptações provenientes com uso desses equipamentos em relação às variáveis espaço-temporais e fisiológicas, podem-se relatar as respostas agudas. Em relação às crônicas (adaptações), não foram encontrados estudos que tenham demonstrado o que ocorre em longo prazo com o uso de palmares e nadadeiras. Já em relação às respostas agudas, os estudos encontrados utilizam diversas variáveis de análise, em diferentes intensidades e com diferentes resultados.

Em relação às variáveis espaço-temporais, as mais estudadas em resposta à utilização de palmares e nadadeiras foram CB, FB, VN, duração das fases da braçada, IdC e FP. Em relação às variáveis fisiológicas, a mais empregada e de rápida quantificação foi a [LA].

Dentre os estudos revisados, nove com palmares e seis com nadadeiras (três estudos comparam as adaptações da utilização de nadadeiras em nadadores e três as adaptações do uso de nadadeiras em mergulhadores), observaram-se resultados contraditórios: velocidade média de nado com palmares (aumentos na velocidade de nado nos estudos de LERDA et al. 1996; SIDNEY et al. 2001; GOURGOULIS et al. 2006, 2008 e 2009, em oposição, não foram observadas alterações dessa variável nos estudos de TELLES et al. 2011 e FREITAS et al. 2011), duração das fases da braçada (A, B, C e D) (foram observadas alterações na duração das fases da braçada nos estudos de SIDNEY et al. 2001; GOURGOULIS et al. 2009 e LAUDER et al. 2009 em contraste, não foram observadas modificações nas pesquisas de GOURGOULIS et al. 2006 e 2008 e TELLES et al. 2011) e índice de coordenação de nado (observou-se aumento no IdC no estudo de SIDNEY et al. 2001 entretanto não foram identificadas alterações nas pesquisas de GOURGOULIS et al. 2009 e TELLES et al. 2011).

Escassos trabalhos desenvolvidos em resposta ao número de batidas de pernas por ciclo de braçadas com palmares (TELLES et al. 2011), frequência média de braçadas e comprimento médio de braçadas com nadadeiras (ZAMPARO et al. 2005) e alterações percentuais com a utilização de palmares e nadadeiras (GOURGOULIS et al. 2008, TELLES et al. 2011 e ZAMPARO et al. 2002). Não foram encontrados estudos que tenham realizada a comparação do desempenho com equipamentos em relação ao nado sem equipamentos, em relação à FP, PP e PSE ao uso de palmares e VN; duração de fases de braçada, número de batidas de pernas por ciclo de braçadas, PP, IdC, PSE e [LA] com nadadeiras. Em conjunto não foram encontrados estudos que tenham realizado as comparações em relação às alterações percentuais da área do segmento corporal com equipamentos em relação ao segmento corporal sem equipamentos. Acredita-se que através do entendimento dessa relação citada anteriormente, atletas e técnicos possam compreender o quanto a alteração da área de determinada região de produção de propulsão pode manter ou modificar a resposta de determinada variável espaço-temporal e fisiológica em certa intensidade de nado.

Em relação à análise da literatura pesquisada, identificou-se que com palmares, os estudos enfocaram mais fortemente adaptações em relação aos membros superiores (CB, FB e duração das fases da braçada); já nadadeiras enfocaram as alterações nos membros inferiores (FP). Observou-se que os estudos com equipamentos (palmar e nadadeira), em relação às variáveis espaço-temporais, focam análises relacionadas com os segmentos corporais próximos ao local de uso do equipamento com exceção da PP que não foi identificada em nenhum estudo com nadadeiras, sendo negligenciadas possíveis adaptações do movimento de segmentos mais afastados. Como exemplo, palmares poderiam afetar não apenas FB e CB

(como resposta dos membros superiores), mas, também a FP e PP (palmares aumentam a sobrecarga em membros superiores, diminuem a FB e a velocidade das mãos nas fases subaquáticas, assim nadadores diminuiriam a FP e a PP por realizarem os movimentos de membros inferiores apenas para manter o corpo posicionado mais horizontal). Nadadeiras poderiam afetar a duração das fases da braçada (aumentando a duração das fases não propulsivas e diminuindo as propulsivas por menor produção de propulsão em membros superiores, maior contribuição percentual da propulsão em membros inferiores). Dentre as bases de dados pesquisadas, foram encontrados apenas dois estudos (ZAMPARO et al. 2005 e TELLES et al. 2011) que pesquisaram as adaptações dos segmentos corporais afastado ao local de posicionamento do equipamento, sendo muito escasso os seus resultados.

Os estudos que verificam o efeito desses equipamentos nas variáveis fisiológicas [LA] e PSE também são escassos. Apenas foram encontrados três estudos que mensuraram [LA] com o uso de palmares, desses o mais recente sendo de 2001, observando-se um enfoque de estudos mais biomecânico quando comparado aos fisiológicos. Já as pesquisas com nadadeiras (comparação entre o nado sem e com nadadeiras) são escassas e se detêm mais a questões relacionadas à biomecânica e o consumo de oxigênio em intensidades submáximas.

Existem inúmeros instrumentos para quantificar as variáveis fisiológicas, desses a PSE é um dos mais práticos e de fácil manuseio tanto por pesquisadores quanto por técnicos e atletas; entretanto essa ferramenta foi muito pouco aplicada com palmares e negligenciada com nadadeiras. Pesquisadores acabam utilizando métodos de pesquisa extremamente caros e de difícil manuseio para ser aplicado fora do laboratório, esquecendo muitas vezes de instrumentos simples que profissionais que atuam na borda da piscina podem utilizar de maneira ampla por ser prático e barato.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A seguir será realizada a descrição do tipo de pesquisa, variáveis, população, amostra e procedimentos (materiais e protocolos) que foram realizados.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

Este estudo caracterizou-se por ser do tipo ex-post-facto de corte transversal, no qual foram mensuradas e comparadas variáveis quantitativas referentes à organização espaço-temporal e à fisiologia do nado *crawl*, foram obtidas em seis distintas situações: três esforços máximos de 50 m, realizados sem (1) qualquer equipamento, com (2) nadadeiras e com (3) palmares e três séries de 12 repetições de 50 m realizados (4) sem qualquer acessório, na intensidade de nado relativa à PSE 15, (5) com nadadeiras, em velocidade média de nado igual à obtida na situação (4) e (6) com palmares, em velocidade média de nado igual à obtida na situação (4).

3.2 VARIÁVEIS DO ESTUDO

São listadas as variáveis independentes, dependentes, de controle e intervenientes. Como o protocolo proposto apresentou certa complexidade, já que os participantes realizaram o nado *crawl* sob duas condições de intensidade e sob três condições de acessórios (sem, com nadadeiras e com palmares), a PSE é determinada como variável independente durante a realização do nado em intensidade relativa à PSE 15, sem acessórios, e dependente quando realizado o nado na mesma velocidade do protocolo sem acessórios, com a utilização de palmares e nadadeiras.

3.2.1 Variáveis independentes

Configuram-se como variáveis independentes deste projeto:

a- Equipamentos:

- nadadeiras (marca Kpaloa[®], produzida com borracha vulcanizada, possui abas flexíveis nas laterais, modelo pequeno e semirrígido de 488 cm² de área) e
- palmares (marca Catalyst TYR[®], em polietileno de alta densidade de 300 cm² de área).

As áreas de palmares e nadadeiras foram quantificadas através da identificação do número de quadrados que constituíram a área do desenho do equipamento em um papel milimetrado.

- b- PSE relativa ao valor 15 (em protocolo de nado intervalado sem equipamentos);
- c- Momento da análise das [LA]: na 6^a e 12^a repetições de protocolo de nado de três séries (sem acessórios, com nadadeiras e com palmares) de 12 repetições de 50 m;
- d- Lado de respiração e oposto à respiração (para a análise da duração das fases das braçadas e da coordenação de nado).

3.2.2 Variáveis dependentes

As variáveis dependentes do projeto são:

- a- Desempenho (tempo para nadar os 50 m em máxima intensidade);
- b- Área do segmento corporal (palma da mão e pé);
- c- Comprimento médio de braçadas (CB);
- d- Frequência média de braçadas (FB);
- e- Velocidade média de nado (VN);
- f- Duração das fases da braçada (A, B, C, D);
- g- Índice de coordenação de nado (IdC);
- h- Frequência média de pernadas (FP);
- i- Número de pernadas por ciclo de braçadas;
- j- Profundidade média de pernada (PP);
- k- Concentração de lactato [LA] e
- l- Percepção subjetiva de esforço (PSE) referentes aos protocolos de nado em velocidade similar ao nado sem acessórios, mas realizado com nadadeiras e com palmares.

3.2.3 Variáveis de controle

A variável de controle do estudo foi a temperatura da água da piscina que variou entre 29,5 e 31° C.

3.2.4 Variáveis intervenientes

As variáveis intervenientes do estudo foram:

- a- Desempenho e técnica individual de cada nadador;
- b- Nível de condicionamento físico e
- c- Motivação para realização de esforços máximos e submáximos.

3.3 POPULAÇÃO E AMOSTRA

A população deste estudo foi de nadadores do sexo masculino, tendo pelo menos 18 anos de idade e sendo filiados à Confederação Brasileira de Desportos Aquáticos. Para garantir a técnica de nado, os nadadores deveriam ter experiência competitiva de, pelo menos, quatro anos e utilização regular de palmares e nadadeiras em seus treinamentos.

3.3.1 Amostra e considerações éticas

Participaram deste estudo 11 nadadores *masters*. Os participantes não possuíam histórico de afastamento dos treinos por motivos de lesão nos membros inferiores, superiores e/ou na cintura escapular nos seis meses antecedentes às datas das coletas. Esta medida visou neutralizar possíveis influências de desequilíbrios musculares, causados por lesões, na mecânica do nado.

Os participantes desse estudo foram informados de todos os procedimentos que seriam realizados, podendo ter se ausentado da continuidade da pesquisa caso desejassem (ANEXO C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)). Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul sob o registro de número 20442 (ANEXO D).

O tamanho da amostra do presente estudo foi obtido a partir da Equação 1, que indica o tamanho amostral de acordo com o erro tolerado de medida para cada variável dependente a ser analisada.

Equação 1

$$n = \frac{Z^2 * dp^2}{e^2}$$

Sendo:

- n: tamanho da amostra,
- Z o valor tabelado em relação ao nível de significância deste estudo (1,96 para $\alpha = 0,05$),
- dp o desvio-padrão da variável em questão, obtido da literatura específica e
- e o erro de medida tolerado (estimado em 5%) e aplicado sobre a média da variável em questão.

O número de participantes dessa pesquisa foi identificado a partir das relações entre média, desvio-padrão e erro tolerado de medida, como explicado pela Equação 1. O Quadro 5 descreve a variável, o estudo fonte dos dados e o n calculado para definição do tamanho da amostra.

Quadro 5 – Variáveis, fontes e n calculado.

VARIAVEL	ESTUDO FONTE	N CALCULADO
Desempenho	Telles et al. (2011)	11
Área do segmento corporal	Telles et al. (2011)	11
CB	Telles et al. (2011)	11
FB	Telles et al. (2011)	11
VN	Telles et al. (2011)	11
Duração das fases da braçada (A, B, C e D)	Telles et al. (2011)	11
IdC	Telles et al. (2011)	11
FP	Zamparo et al. (2005)	6
Número de pernadas por ciclo de braçadas	Telles et al. (2011)	11
Profundidade média de pernada (PP)	Nenhum estudo encontrado	---
[LA]	Lerda et al. (1996)	8
PSE	Freitas et al. (2011)	10

3.4 PROCEDIMENTOS DE AQUISIÇÃO DOS DADOS

A seguir são descritos os procedimentos que foram utilizados na coleta:

- Familiarização à escala de Borg (ANEXO A);
- Obtenção das medidas antropométricas: massa, estatura, envergadura e áreas corporais;

- Colocação dos marcadores no perímetro dos segmentos corporais;
- Aplicação do questionário para verificar o lado dominante (ANEXO B);
- Protocolo de testes e
- Obtenção dos parâmetros fisiológicos e espaço-temporais do nado nas situações sem palmares e sem nadadeiras, com palmares e com nadadeiras em duas intensidades distintas de nado.

A Figura 3 apresenta o *design* temporal explicativo do protocolo aplicado (título, amostra, procedimentos, protocolo de teste e variáveis).

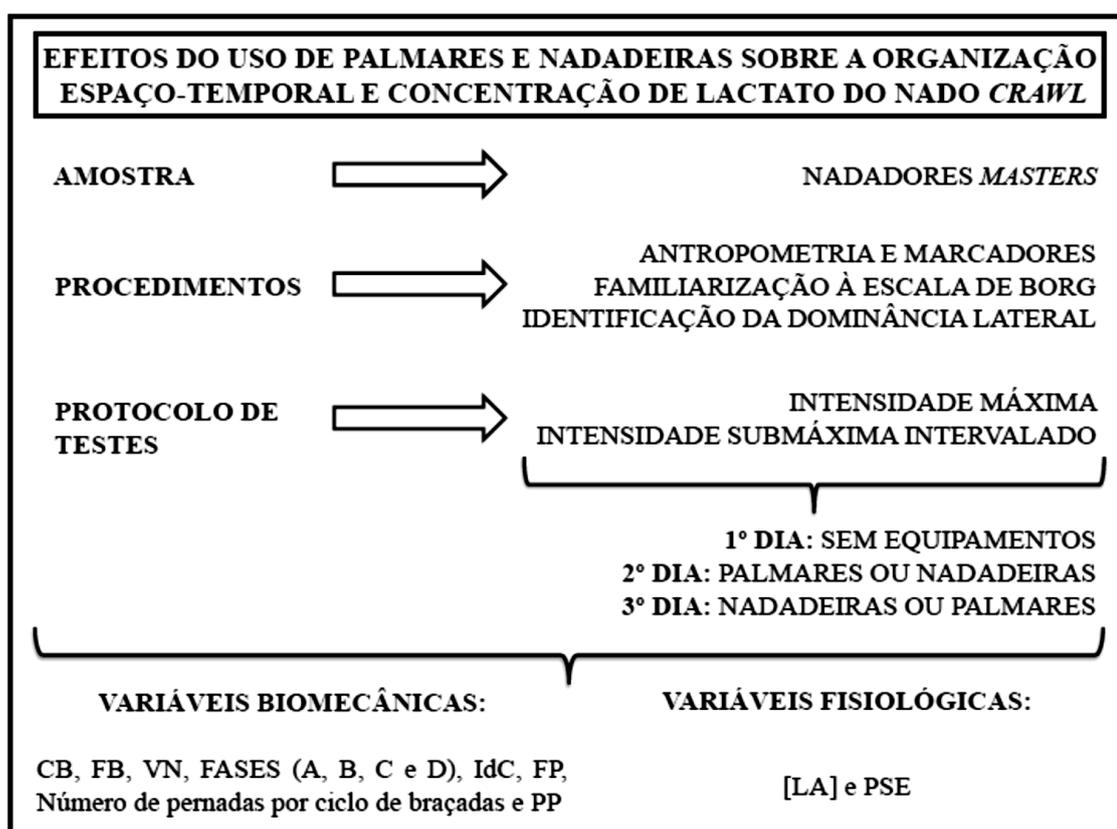


Figura 3 – *Design* temporal explicativo.

3.4.1 Familiarização à escala de 15 pontos de Borg

Nesse trabalho foi utilizada uma escala adaptada de Borg (2000), que varia a numeração de seis (sem nenhum esforço), até vinte (máximo esforço). Os atletas foram instruídos ao longo de três a cinco sessões de treino em seus próprios locais de treinamento a indicar a sua PSE ao longo das sessões de treino. Previamente ao início do treino, foi

explicado o quanto equivale cada valor numérico e seus atributos verbais. Durante a realização dos exercícios, logo após a finalização de cada série, foi mostrada a escala de Borg (2000) para o atleta e esse atribuiu o valor correspondente a sua percepção. Em momento algum foi modificada a rotina das sessões de treino dos nadadores.

Para esse estudo, foi utilizado o valor 15 da PSE como intensidade submáxima durante a série de nado intervalado sem equipamentos conforme proposto por Hill et al. (1987). A escolha desse valor é atribuída ao protocolo utilizado por esse autor, os avaliados foram submetidos a seis semanas de treinamento utilizando a PSE, o que pode representar um resultado mais exato para a utilização da PSE.

3.4.2 Medidas antropométricas e posicionamento dos marcadores

As medidas de estatura, massa corporal, envergadura, área da palma da mão, área do pé e o posicionamento dos marcadores corporais (tornozelos) de todos os sujeitos da amostra foram obtidas e posicionados antes dos protocolos de testes de nado.

3.4.2.1 Materiais para aquisição das medidas antropométricas e marcadores corporais

Para obtenção dos valores das medidas antropométricas, foram utilizados os seguintes materiais:

- balança marca Filizola, modelo 31, com resolução de 0,1 kg, para mensurar a massa corporal;
- estadiômetro marca Filizola, modelo 31, com resolução de 0,01 m, para mensurar a estatura;
- fita métrica Sanny Medical modelo SN4010 de 2 m, com resolução de 0,01 m, para mensurar a envergadura;
- fita isolante de cor preta da marca 3M Scotch de 1 cm de largura e
- ficha para anotação dos dados.

3.4.2.2 Procedimentos para aquisição das medidas antropométricas e marcadores corporais

No momento do teste o avaliado trajava apenas sunga de natação. Para medir a massa corporal, foi solicitado a cada sujeito que estivesse em pé, sobre a balança, em posição ortostática e imóvel por alguns segundos até que fosse verificada a massa corporal do mesmo.

Na mensuração da estatura, os indivíduos ficaram em posição ereta, posicionando a cabeça de maneira que a mesma ficasse voltada para frente e as costas voltadas para o estadiômetro até a finalização da aferição dessa medida pelo avaliador. Na verificação da envergadura os sujeitos estavam em decúbito dorsal com os ombros abduzidos a 90°, foi considerada como envergadura a distância medida entre a ponta dos dedos médios das duas mãos do nadador.

Foram utilizados marcadores nos tornozelos a fim de auxiliar a visualização desses nas análises de vídeos nos momentos chave de máxima profundidade e mudanças de direção (ascendente e descendente). Os marcadores foram posicionados sobre o perímetro de referências anatômicas dos tornozelos (maléolo lateral e medial, tanto direito quanto esquerdo, percorrendo o perímetro de cada tornozelo).

Os marcadores foram reposicionados quando atrapalhassem a realização do gesto e ou tivesse a sua fixação alterada devido o contato com o meio líquido durante a realização do aquecimento, teste máximo, regeneração pós-teste máximo e séries de nado.

3.4.3 Questionário para verificar o lado dominante

Foi aplicado questionário para identificar o lado de preferência do nadador, pois esses dados auxiliaram a verificar o perfil do mesmo e interferir de modo mais ativo para amenizar o excesso de assimetria na coordenação do braço (SEIFERT et al. 2005). Para a verificação do lado dominante foi aplicado o questionário de Inventário de Dominância Lateral de Edimburgo (OLDFIELD, 1971; retirado de TEIXEIRA, 2000) (ANEXO B), conforme realizado por Seifert et al. (2005), acrescido do lado preferencial de respiração. Para a presente pesquisa o IdC 1 foi identificado como o lado da respiração, esse procedimento sendo realizado com o intuito de padronizar as adaptações provenientes da respiração independente do lado na qual o atleta respire.

3.4.4 Protocolo de testes

As avaliações ocorreram na piscina da Escola de Educação Física (ESEF) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). A piscina onde foram realizadas as coletas possui 25 m de comprimento por 16 m de largura, com seis raias. Para essa pesquisa foi utilizado o espaço entre as raias 3 e 4, correspondente ao que seria uma raia central.

O protocolo que foi utilizado para determinar tanto os parâmetros fisiológicos como os espaço-temporais durante o nado em diferentes intensidades com e sem o uso de palmares e nadadeiras será descrito a seguir.

Os atletas participaram de três dias consecutivos de testes, sendo cada teste realizado em um dia. Antes da realização do primeiro teste, foram obtidas as medidas antropométricas e colocados os marcadores corporais dos nadadores e em seguida a identificação do lado dominante.

Para o primeiro teste, o protocolo consistiu na realização de 800 m de nado livre como forma de aquecimento, na sequência, a realização de 50 metros de nado no estilo *crawl* em máxima intensidade e após mais 800 m de nado livre em baixa intensidade, com objetivo de se recuperar ativamente pós-esforço máximo. O próximo passo consistiu em realizar 12 repetições de 50 m de nado, série de nado intervalado, no estilo *crawl* na percepção 15 da escala de Borg. O tempo de cada repetição foi aferido, para posterior cálculo da velocidade média de nado da série. Entre cada 50 m foi dado ao nadador 30 segundos de recuperação passiva dentro da água com exceção da sexta repetição que o atleta deveria sair da água. Ao término das repetições de nado, o atleta nadou mais 800 m como regenerativo.

Para o segundo teste, o atleta utilizou palmares, já para o terceiro, o nadador utilizou nadadeiras. Durante a realização do aquecimento (800 m) nos dias com equipamentos os últimos 300 m eram realizados com palmares ou com nadadeiras. Foram sorteadas as ordens do segundo e terceiro testes para cada atleta. O protocolo utilizado para o segundo e terceiro testes tiveram como base o primeiro teste, tendo as seguintes alterações:

- utilização dos equipamentos correspondente a cada teste, durante todo o protocolo;
- utilização de um *pacemaker* subaquático de 24 m de comprimento, (T.I.C.O., Technical Instrument for Cycle Observation, Porto Alegre, Brazil) (Figura 4 e 5) a fim de emitir um sinal luminoso para indicar a velocidade das séries de nado intervalado. Esse equipamento foi fixado por pesos ao fundo da piscina ao longo dos 25 m. Possui um formato circular que permite a passagem de cabos pelo seu interior e em sua estrutura externa foram fixadas lâmpadas a cada metro de distância, assim, quando acionado, acende uma luz de cada vez em direção a sua outra extremidade. Esses sinais luminosos correspondem à velocidade de nado desejada, as lâmpadas eram controladas por *software* específico;

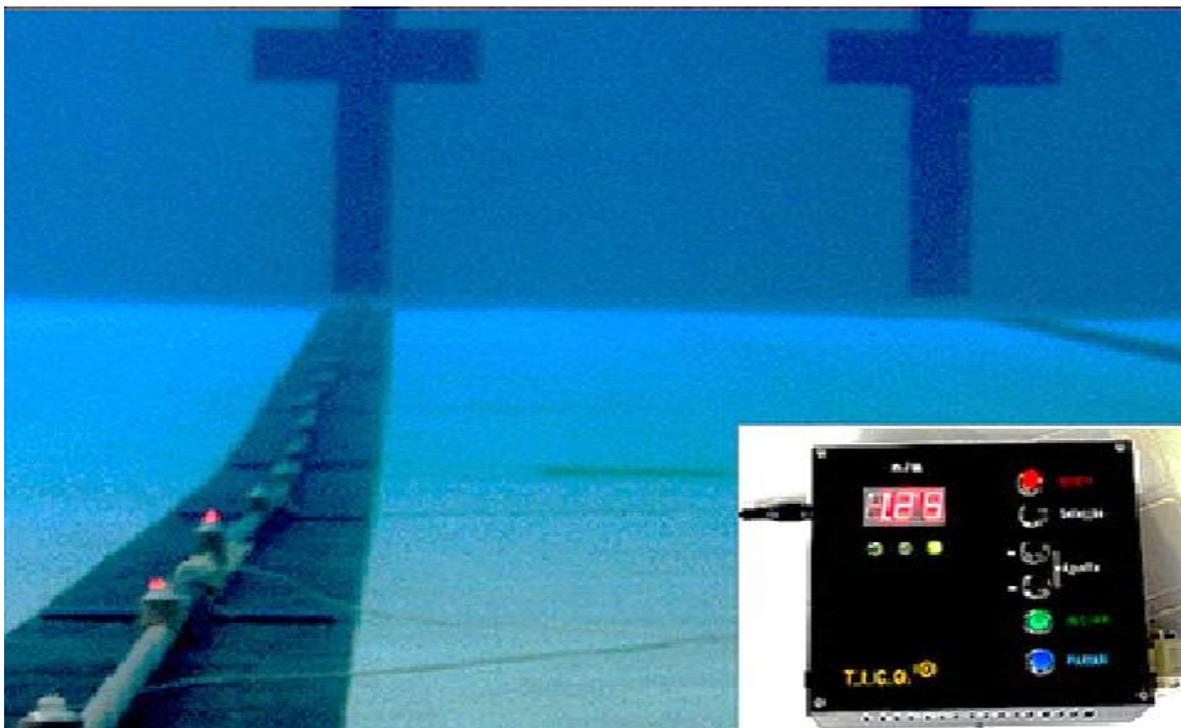


Figura 4 – *Pacer* posicionado dentro da água.

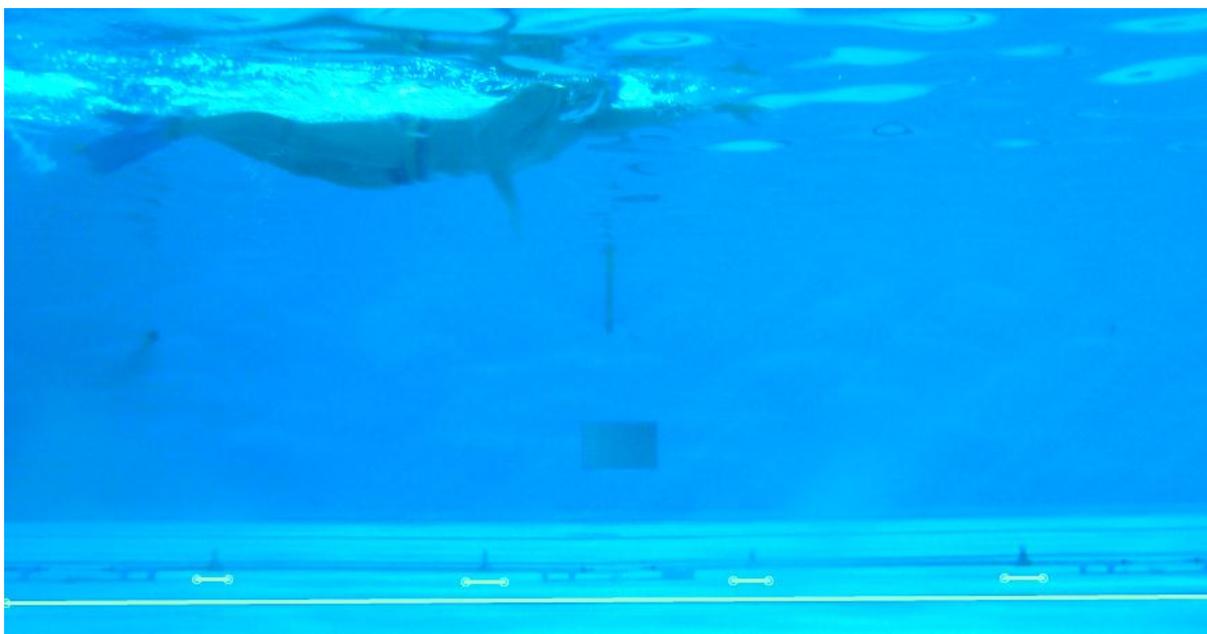


Figura 5 – *Pacer* sendo visualizado pelo nadador.

- *software* específico (T.I.C.O., Technical Instrument for Cycle Observation, Porto Alegre, Brazil) para controle das luzes do *pacer*, a fim de informar visualmente os nadadores da velocidade de nado a ser executada.

As séries com palmares e nadadeiras foram realizadas na mesma velocidade média da série sem equipamentos, primeiro teste. A velocidade média de nado total do atleta foi obtida

a partir do primeiro teste com base na percepção de esforço 15. Ao final de cada repetição de 50 m foi identificada a percepção subjetiva de esforço do nadador. As mensurações da [LA] foi realizada nos mesmos momentos do primeiro teste.

Durante os testes, imagens do nado, nos planos sagitais esquerdo e direito foram obtidas tanto dos testes máximos, quanto séries de nado intervalado por duas câmeras subaquáticas e uma câmera externa. Esses equipamentos foram fixados em carrinhos (em um carrinho estava fixado duas câmeras - uma subaquática e outra externa - e no outro carrinho apenas uma câmera subaquática), empurrados ao longo de 10 m de trilhos, posicionados em ambas as bordas laterais da piscina.

Em relação às três séries de nado intervalado em intensidade submáxima, as análises de CB, FB duração das fases (A, B, C, D), IdC, FP e PP foram realizadas apenas no segundo trecho de 25 m, como representativo de toda a repetição pois as séries eram em velocidade constante controlada pelo *pacemaker*.

Desempenho

O desempenho nos testes máximos foi verificado pelo tempo para se completar os 50 m em máxima intensidade em cada uma das três condições (sem equipamentos, com palmares e com nadadeiras). Após foi utilizada a tabela de pontos da FINA (Federação Internacional de Natação – <http://www.swimnews.com/Ranking/ips.jhtml>) para a conversão do tempo, do nado sem equipamentos, em pontos. Essa pontuação compara o desempenho do atleta com o recorde da prova em questão, sendo utilizado o comprimento da piscina, a modalidade da prova e sexo do atleta. Este procedimento tem sido utilizado a fim de mais facilmente comparar desempenhos entre diferentes provas (GOURGOULIS et al. 2009 e TELLES et al. 2011).

Área do segmento corporal (palma da mão e pé)

A área da palma da mão e do pé de cada nadador foram mensuradas e após quantificado o aumento percentual propiciado pelo uso de palmares e nadadeiras em relação à cada segmento corporal. As alterações, aumentos percentuais, da palma da mão e do pé com equipamentos estão relacionadas com as respostas em relação às variáveis espaço-temporais e fisiológicas.

A área da palma da mão dos nadadores foi estimada a partir da equação proposta por Du Bois e Du Bois (1916) para a área corporal total (Equação 2) e aplicada a constante relativa a área da palma da mão (AMIRSHEYBANI et al. 2001):

Equação 2

$$S_m = (0,007184 * x^{0,425} * y^{0,725}) * k$$

Sendo:

- S_m = área da palma da mão (cm²);
- x: massa corporal total (kg);
- y: estatura (cm) e
- $k = 0,78\%$ (constante equivalente à área da palma da mão em relação à área corporal total).

A área do pé dos nadadores foi estimada a partir da equação proposta por Du Bois e Du Bois (1916) para a área corporal total (Equação 3) e, aplicada a constante relativa a área do pé (YU et al. 2009):

Equação 3

$$S_p = (0,007184 * x^{0,425} * y^{0,725}) * k$$

Sendo:

- S_p = área do pé (cm²);
- x: massa corporal total (kg);
- y: estatura (cm) e
- $k = 2,03\%$ (constante equivalente à área do pé em relação à área corporal total).

3.4.5 Variáveis espaço-temporais

Neste estudo foi utilizada videogrametria para a obtenção das variáveis-espaço-temporais.

3.4.5.1 Materiais para aquisição das variáveis cinemáticas

- duas câmeras marca Sanyo, modelo VPC-WH1, operando a uma frequência de amostragem de 60 Hz foram utilizadas para captar as imagens subaquáticas do nado executado pelo atleta;

- uma câmera marca Sanyo, modelo VPC-WH1, operando a uma frequência de amostragem de 60 Hz foi utilizada para captar a imagem externa do nado;
- dois braços, dois carrinhos e trilhos, onde foram fixadas as câmeras, que captaram as imagens subaquática e externa, para o deslocamento ao longo da borda lateral da piscina;
- régua de calibração de um metro de comprimento (inserida dentro da água na vertical) com flutuadores fixados nas suas extremidades, posicionada entre as raias 3 e 4, sendo visualizada pelas câmeras subaquáticas tanto no centro quanto nas extremidades direita e esquerda do campo de visão da câmera;
- módulo eletrônico para sincronização dos sinais de ambas as câmeras, composto por um disparador manual, uma lâmpada e uma saída elétrica;
- três cronômetros manuais marca Casio modelo HS-30W;
- *software* específico (T.I.C.O., Technical Instrument for Cycle Observation, Porto Alegre, Brazil) e
- *pacemaker* visual subaquático (T.I.C.O., Technical Instrument for Cycle Observation, Porto Alegre, Brazil).

3.4.5.1 Procedimentos para aquisição do CB, FB e VN

Para a obtenção das variáveis espaço-temporais (VN, FB e CB) foram utilizado dois cronômetros manuais marca Casio modelo HS-30W para obtenção da VN e FB. Em conjunto foi utilizado um terceiro cronômetro manual de mesma marca e modelo para obtenção do tempo dos 50 metros de nado. Ambas as mensurações foram obtidas por cronometristas treinados. Previamente ao início dos testes, foram realizadas quatro marcações no chão ao lado da borda da piscina com cones nos 10 m e nos 20 m dos 25 m no sentido dos zero para os 25 m e dos 25 para os 50 m. Essas marcações foram feitas para a obtenção da FB, VN e CB dos 10 m de nado puro sem as contribuições propulsivas de saídas e viradas realizadas contra a borda da piscina (CASTRO et al. 2003 e FRANKEN et al. 2008).

- Frequência média de braçadas (FB): foi quantificado o tempo para a realização de três ciclos completos de braçada (entrada da mão na água até a nova reentrada na água do segmento ipsilateral) a partir do momento que o nadador ultrapassasse a marca dos 10 m, conforme a Equação 4.

Equação 4

$$FB = \frac{3}{tc}$$

Sendo:

FB = frequência média de braçadas;

3 = número de ciclos de movimentos executados e

tc = tempo para realização de três ciclos completos.

- Velocidade média de nado (VN): foi quantificado o tempo para a realização dos 10 m de nado puro, esse valor foi obtido pela cronometragem do tempo entre a passagem da cabeça pelo marcador dos 10 m até a passagem da cabeça pelo marcador dos 20 m. Após esse valor foi utilizado para o cálculo da VN conforme a Equação 5.

Equação 5

$$VN = \frac{D}{T}$$

Sendo:

VN = velocidade de nado;

D = distância, 10 metros de nado e

T = tempo, correspondente ao tempo de nado dos 10 metros.

- Comprimento médio de braçadas: foi calculado por meio do quociente entre a VN e a FB para cada distância de 10 m de nado puro conforme a Equação 6.

Equação 6

$$CB = \frac{VN}{FB}$$

Sendo:

CB = comprimento médio de braçadas;

VN = velocidade média de nado e

FB = frequência média de braçadas.

- Velocidade média de nado total sem equipamentos (VNT): Foi quantificado o tempo total para a realização de cada repetição de 50 m de nado durante a realização do teste máximo e das séries de nado intervalado sem a utilização de equipamentos e após identificado a média do tempo dos 50 m das series de nado intervalada conforme a Equação 7. Esse tempo foi utilizado para o cálculo da velocidade média de nado total (velocidade de nado com saída e viradas ao longo dos 50 m) sem equipamentos conforme a Equação 8.

Equação 7

$$T = \frac{\sum t50}{12}$$

Sendo:

T = média do tempo dos 50 metros;

\sum = somatório e

t50 = tempo dos 50 metros.

Equação 8

$$VNT = \frac{D}{T}$$

Sendo:

VNT = velocidade de nado total;

D = distância dos 50 metros e

T = média do tempo dos 50 metros.

3.4.5.2 Procedimentos para identificação da duração das fases da braçada e do IdC

Ao longo de 10 m, 10 m centrais da piscina, foram captadas as imagens de nado por meio das três câmeras já descritas. Duas câmeras estavam 30 cm abaixo da superfície da água

e uma estava 10 cm acima da superfície da água, ambas presas por um braço a um carrinho (Figura 6), cada uma estando, aproximadamente a 7,5 m de distância do nadador (Figura 7).

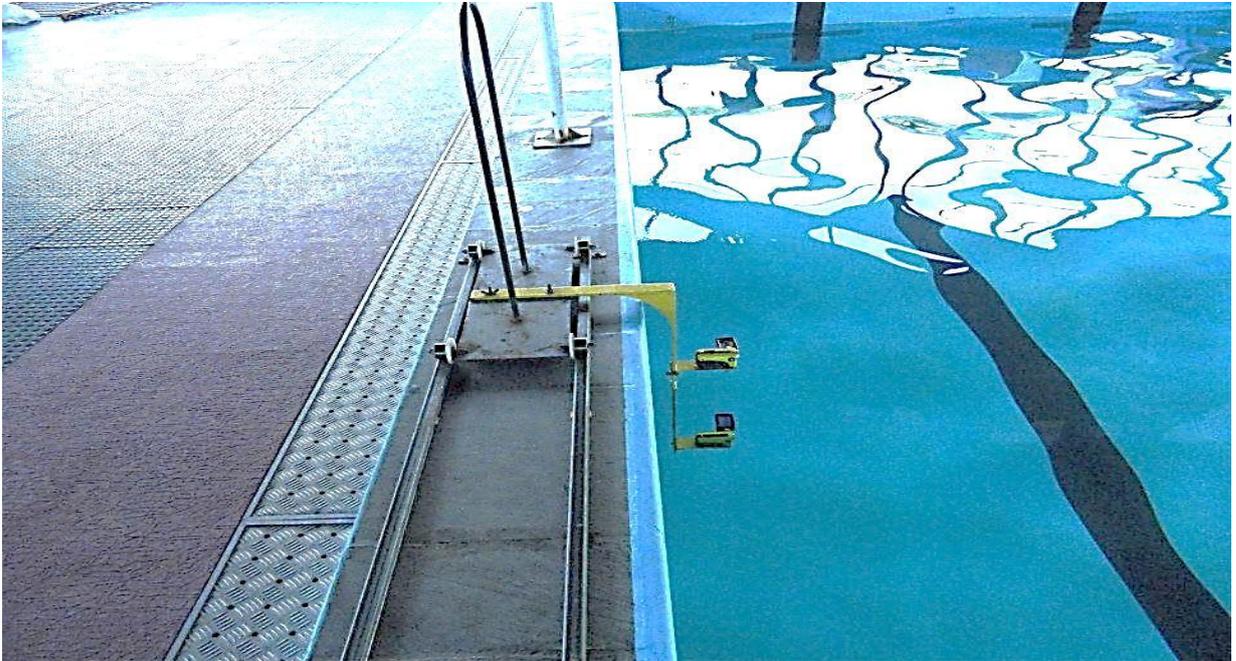


Figura 6 - Carrinho e trilhos posicionados na lateral da borda da piscina.

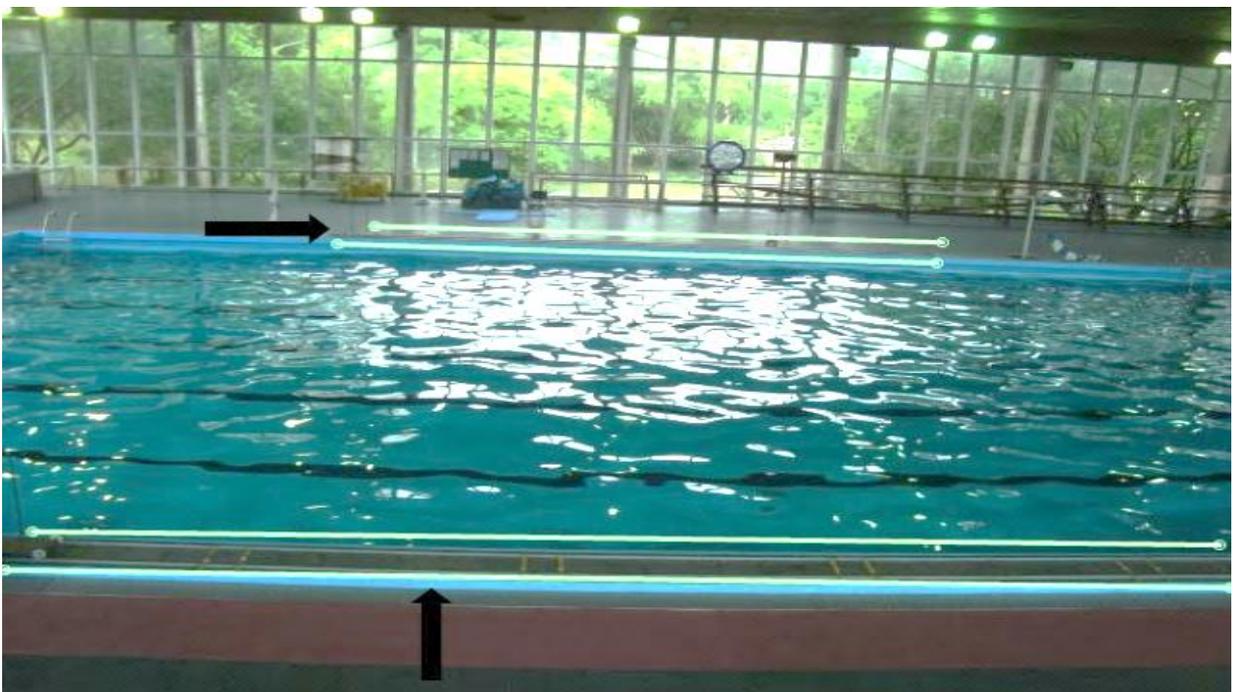


Figura 7 – Posição dos trilhos e carrinhos em relação ao centro da piscina.

Esse carrinho era empurrado de modo a acompanhar o nadador e foi deslocado sobre trilhos por um indivíduo que possuía treinamento prévio. Anteriormente foi emitido um sinal

luminoso que foi captado pelas três câmeras simultaneamente. A finalidade desse procedimento foi de alinhar na mesma base de tempo as três câmeras, definindo um quadro em comum para o início das análises das imagens.

A duração das fases de cada braçada foi definida como:

- Fase A: entrada e apoio da mão na água: corresponde à entrada da mão na água até o começo do movimento da mão para trás;
- Fase B: puxada: corresponde ao tempo entre o início do movimento da mão para trás até a articulação do ombro estar flexionada 90° em relação ao tronco;
- Fase C: empurrada: tem início no momento em que a mão ultrapassa a linha do ombro do nadador e o seu término se dá no momento em que a mão ultrapassa a superfície da água e
- Fase D: recuperação: esta fase corresponde aos gestos realizados com o membro superior estando fora da água. Tem início com a saída da mão da água e seu término com a entrada da mão na água, sempre à frente do corpo do nadador.

As fases da braçada esquerda podem ser observadas na Figura 8.

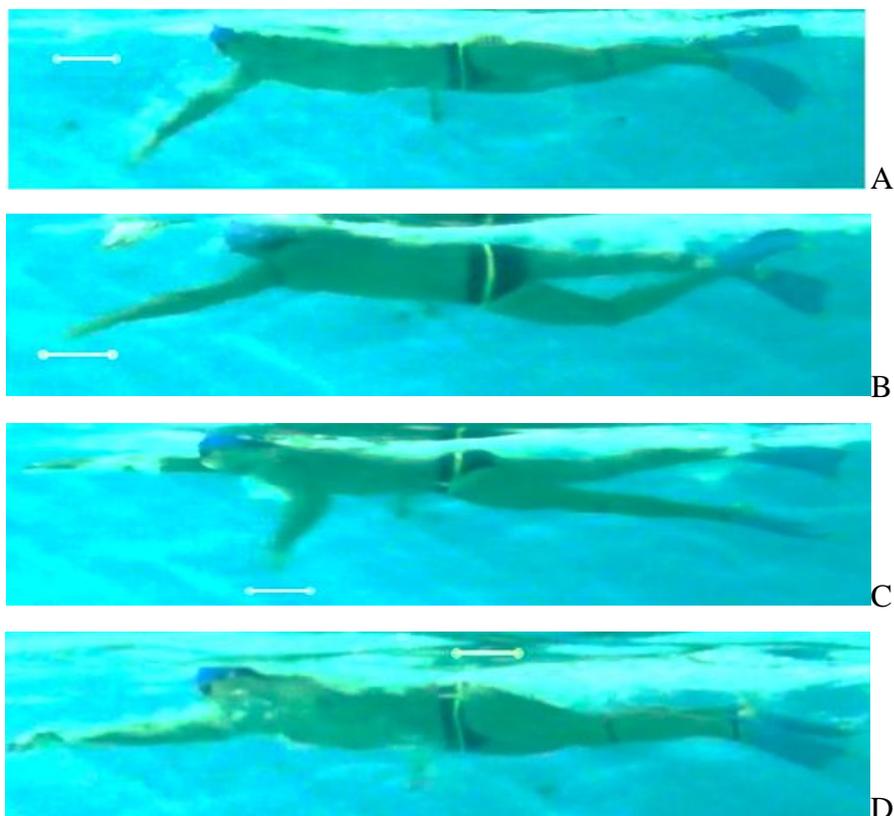


Figura 8 – A - ponto chave de entrada da mão; B - ponto chave de apoio; C - ponto chave do plano do ombro e D - saída da mão da água.

Foram analisados dois ciclos da braçada do lado da respiração e dois ciclos do lado oposto à respiração. A duração de cada fase para cada braçada foi mensurada com uma resolução de 0,016 s (60 Hz). O tempo das fases propulsivas foi obtido pela soma das fases B e C, já a duração do tempo das fases não propulsivas foi a soma das fases A e D. A duração da braçada completa foi a soma das fases propulsivas com as fases não propulsivas. Para melhor diferenciação das fases da braçada devido a diferentes padrões de movimentos realizados durante a respiração, essas foram divididas em fases (A, B, C, D, propulsivas e não propulsivas) do lado da respiração e fases do lado oposto à respiração.

Para a determinação do tipo de coordenação realizado por cada nadador, foi verificado o intervalo de tempo entre o final da fase propulsiva de um braço e o início da fase propulsiva do braço contralateral.

O modelo de coordenação de nado adotado por cada atleta foi determinado pelo IdC. Para isso, os movimentos completos de cada braçada foram analisados dividindo-os em quatro fases, definidas conforme o tempo transcorrido entre quatro momentos chave (entrada, apoio, plano do ombro e saída), pelos quadros do vídeo.

Esses pontos chave da mudança do movimento foram os propostos por Chollet et al. (2000). As imagens foram avaliadas por três pesquisadores de modo independente e previamente treinados que analisaram todas as imagens quadro a quadro para identificar o quadro de cada momento chave. Os critérios adotados para a análise foram:

- valor válido quando pelo menos dois avaliadores encontrarem resultados iguais;
- valor intermediário quando existiu uma diferença de até 0,033 s, esse correspondendo a dois quadros tanto para mais quanto para menos, para os três avaliadores e
- valor divergente quando ocorreram diferenças maiores de 0,033 s pelos três avaliadores, dessa forma, ocorreu uma nova análise para identificar o momento chave, essa análise teve como resultado o valor válido ou valor intermediário.

Para verificar possíveis simetrias ou assimetrias relacionadas às braçadas dos membros superiores, correlacionado aos modelos de coordenação, foram comparados os valores de IdC 1 e IdC 2. Ambos demonstrados em percentuais da duração total da braçada. Para o presente trabalho o IdC 1 e 2 foram definidos como:

- IdC 1: tempo entre o final da fase propulsiva da braçada do lado que é executada a respiração e o início da fase propulsiva da braçada do lado oposto a que é executada a respiração e
- IdC 2: tempo entre o final da fase propulsiva da braçada do lado que não é executada a respiração e o início da fase propulsiva da braçada do lado oposto a que não é executada a respiração.

Tanto as fases da braçada (A, B, C, D, propulsivas e não propulsivas) quanto o IdC (1 e 2) foram expressos em percentual (%) de tempo da duração média do ciclo de braçada.

3.4.5.3 Procedimentos para aquisição da FP e do número de pernadas por ciclo de braçadas

A FP e o número de pernadas por ciclo de braçadas foram obtidos por meio da análise das imagens subaquáticas do nadador, utilizado o mesmo sistema de videogrametria subaquático já descrito, na qual foram analisados os quadros das imagens que compreendem um ciclo completo de braçadas. A partir da identificação desses quadros, foi mensurado o número de batidas de pernas durante a realização de um ciclo completo de braçada. Foi considerado como um ciclo completo de pernadas o movimento descendente e ascendente realizado por um dos membros inferiores. Foi identificada a FP a cada 25 m. Após foi utilizado a Equação 9 para obtenção da FP.

Equação 9

$$FP = \frac{n}{tc}$$

Sendo:

FP = frequência média de pernada;

n = corresponde ao número de ciclos completos (1, 2 e 3) realizados pelos membros inferiores e

tc = tempo para realização de um ciclo completo de braçada.

3.4.5.4 Procedimentos para aquisição da PP

Para as profundidades dos tornozelos direito e esquerdo foram utilizados marcadores com o intuito de identificar posições máximas das referências anatômicas (Figura 9). A PP, máxima distância entre a linha da água e o tornozelo direito e esquerdo durante os movimentos descendentes da batida de pernas, expressa em metros. Para análise da PP foram utilizadas apenas imagens descendentes dos membros inferiores no momento em que o atleta não estava realizando a respiração.

Durante a análise dos vídeos das imagens subaquáticas foi criada uma linha horizontal com o intuito de marcar o final do meio líquido. A linha foi determinada através da visualização da incontegridade de algum segmento corporal, devendo sempre estar paralela às linhas existentes no solo que demarcavam o centro de duas raías (Figura 9).

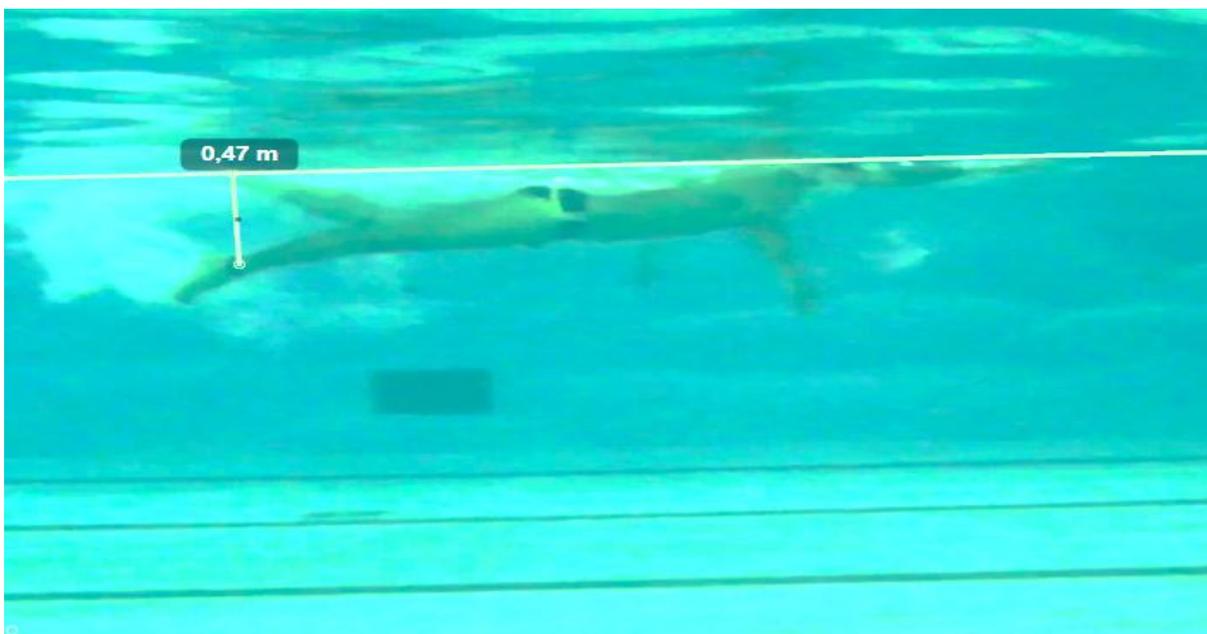


Figura 9 – Distância dos marcadores com a linha da água.

Foi utilizada uma régua de calibração vertical (Figura 10), ou ao início ou ao final de todas as coletas, essa foi posicionada verticalmente na água. Foram obtidas imagens desse equipamento tanto no meio quanto nas extremidades direita e esquerda do campo de visão das câmeras subaquáticas. A finalidade desse procedimento foi de identificar os erros associados às distâncias a serem adotadas. Com três quadros consecutivos, para a posição do meio, esquerda e direita foi verificada a posição vertical em *pixels*, de cada extremidade da régua. Sabendo se a conversão de *pixels* para metros foi identificada a PP.

Em conjunto foi quantificado o erro proveniente da imagem em duas dimensões (altura e comprimento). Para identificação da PP do membro inferior esquerdo foram utilizadas as imagens da câmera subaquática posicionada do lado esquerdo, já a PP do membro inferior direito foi identificada pela câmera subaquática do lado direito. Inicialmente foram capturadas as imagens do calibrador na raia correspondente ao local da realização dos testes (posição inicial) por ambas as câmeras (posicionada na borda da direita e da esquerda). Subsequentemente, foram captadas as imagens desse calibrador 15 centímetros mais a direita e a esquerda, posição em que os membros inferiores direito e esquerdo realizaram o

movimento de batida de pernas. Após foram identificados o número de *pixels* que compreenderam o comprimento do calibrador (1 m) em ambas as câmeras subaquáticas (lado direito e esquerdo). Por último, foram comparadas as diferenças do número de *pixels* das imagens do calibrador (posição inicial com a imagem do calibrador mais a direita; e após mais a esquerda). Como resultado não foram identificadas diferenças entre o número de *pixels* observados entre a posição inicial e as imagens mais a esquerda (PP esquerda) e a direita (PP direita).

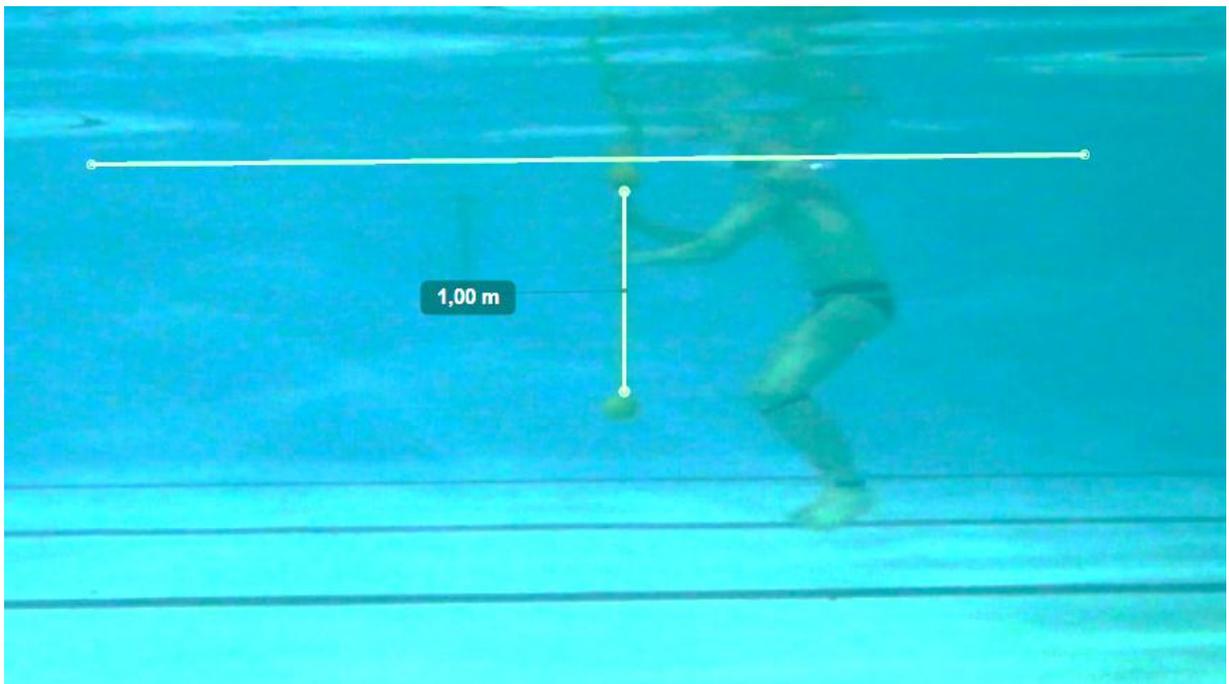


Figura 10 – Régua de calibração para a conversão de *pixels* para metros.

3.4.6 Variáveis fisiológicas

Neste estudo as variáveis fisiológicas pesquisadas foram a PSE e a [LA].

3.4.6.1 Materiais para aquisição das variáveis fisiológicas

Para obtenção dos valores das medidas fisiológicas, foram utilizados os seguintes materiais:

- lactímetro portátil marca Accutrend Plus (Roche);
- fitas para coleta de sangue (Roche);
- lancetas; álcool; papel-toalha; luvas cirúrgicas e

- escala de 15 pontos de Borg (2000), para o relato do índice de esforço percebido do atleta.

3.4.6.2 Procedimentos para aquisição do lactato [LA]

Foi coletada uma gota de sangue da extremidade distal do dedo indicador da mão direita. Após, o sangue foi colocado em uma fita e essa posicionada no interior do lactímetro. Em todas as situações o atleta estava sentado em uma cadeira fora da água próximo à borda da piscina. Essas ocorreram nas seguintes situações

- repouso;
- após 800 m de aquecimento;
- 3 min após o término da realização dos 50 metros em máxima intensidade;
- após 800 m de nado em baixa intensidade e
- imediatamente após a sexta e décima segunda repetições.

Esse protocolo foi realizado nos três momentos pesquisados, sem equipamento, com palmar e com nadadeira.

3.4.6.3 Procedimentos para aquisição da PSE

Foi utilizada a escala de Borg (2000) com 15 escalas numéricas e suas atribuições verbais (Anexo A). No primeiro dia de testes o atleta foi instruído a nadar as séries de nado intervalado com a percepção 15. No segundo e terceiro dias de testes foi mostrada a escala ao final de cada série de 12 repetições de 50 m a fim de identificar o nível de percepção de esforço percebida pelos nadadores.

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foram calculadas as médias e desvios-padrão para os dados antropométricos, cinemáticos e fisiológicos. Os dados foram analisados em relação a sua distribuição (Teste de Shapiro-Wilk). Caso apresentassem distribuição não paramétrica, era realizada a transformação logarítmica (Log10) para posterior aplicação dos testes de comparação. Foram aplicados os seguintes modelos estatísticos, após verificação da esfericidade dos dados (Teste de Mauchly):

Protocolo de três repetições de 50 m em máxima intensidade:

1. Para comparação das variáveis cinemáticas: ANOVA para medidas repetidas com dois fatores, no modelo 3x2, sendo fatores o tipo de nado (sem equipamento, com nadadeiras ou com palmares) e cada trecho de 25 m dos 50 m. Para comparação das concentrações de lactato: ANOVA para medidas repetidas com dois fatores, no modelo 3x2, sendo fatores o tipo de nado (sem equipamento, com nadadeiras ou com palmares) e o momento de coleta de sangue (repouso e após o esforço máximo).

Protocolo de três séries de 12 repetições de 50 m:

2. Para comparação das variáveis cinemáticas: ANOVA para medidas repetidas com dois fatores, no modelo 3x12, sendo fatores o tipo de nado (sem equipamento, com nadadeiras ou com palmares) e a repetição de coleta (12 repetições). Para comparação das concentrações de lactato: ANOVA para medidas repetidas com dois fatores, no modelo 3x3, sendo fatores o tipo de nado (sem equipamento, com nadadeiras ou com palmares) e o momento de coleta de sangue (repouso e após a sexta e décima segunda repetições). Para comparação da PSE: foram aplicados testes t de Student simples entre o valor 15 (nado sem equipamento) e os valores identificados na sexta e na décima segunda repetição de cada série (com palmares e com nadadeiras).

Em relação à ANOVA, quando necessário, foi aplicado o fator de correção pelos graus de liberdade Epsilon de Greenhouse-Geisser. Os efeitos principais, quando indicados pelas ANOVAs, foram identificados com teste de Bonferroni. Associadas à ANOVA foram verificadas as associações entre os fatores e as variáveis dependentes com estatística η^2 . Ainda, sendo observadas interações entre os fatores, desdobramentos foram realizados (Anova de medidas repetidas e/ou teste t de Student para dados pareados). Foi considerado alfa de 5% como significativo. O pacote estatístico SPSS 17.0 foi utilizado em todas as análises estatísticas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiramente são apresentadas as características antropométricas dos atletas, após as variáveis espaço-temporais (CB, FB, VN, fases (A, B, C, D), IdC, FP e PP) e fisiológicas ([LA] e PSE) referentes ao teste máximo e séries de nado intervalado. Após, é realizada a discussão pertinente a cada tópico.

4.1 CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA

A Tabela 1 apresenta as características dos nadadores em relação à idade, massa corporal, estatura, envergadura, área da palma da mão, área do pé, tempo de treinamento, tempo de utilização de palmares e tempo de utilização de nadadeiras.

Tabela 1 – Características da amostra, valores mínimos, máximos, médias e desvios padrão (DP), n = 11. SE = sem equipamentos, CP = com palmares e CN = com nadadeiras.

Variável	Mínimo	Máximo	Média	DP
Idade (anos)	19	35	25,8	5,5
Massa corporal (kg)	61,1	89	75,2	9,0
Estatura (cm)	164	187	177	6,5
Envergadura (cm)	171	194	185	7,2
Área da palma da mão (cm ²)	132	166	149	10,9
Área do pé (cm ²)	345	434	388	28,6
Tempo de treinamento (anos)	3	29	12,4	7,4
Tempo de utilização de palmares (anos)	1	8	4,6	2,0
Tempo de utilização de nadadeiras (anos)	1	8	4,5	2,1

As características antropométricas dos participantes deste estudo (Tabela 1) foram similares àqueles encontradas na literatura que abordaram a utilização de palmares e nadadeiras. Participantes dos estudos de Telles et al. (2011) e Zamparo et al. (2006) apresentaram características parecidas às verificadas no presente estudo, entretanto os atletas avaliados por Zamparo et al. (2006) eram mais novos. Telles et al. (2011) investigaram o efeito de palmares, paraquedas e palmares com paraquedas na duração relativa das fases da braçada e no IdC de nadadores do estilo *crawl* em máxima velocidade de nado em comparação com o nado sem equipamentos. Os nadadores avaliados apresentaram $21,9 \pm 4,5$ anos de idade, $75,10 \pm 3,62$ kg, 182 ± 007 cm de estatura e $1,89 \pm 0,14$ cm de envergadura. Zamparo et al. (2006) analisaram como as nadadeiras com diferentes características físicas afetam o custo energético e a eficiência da locomoção aquática em nadadores com $19,7 \pm 1,8$ anos de idade, $75,5 \pm 8,7$ kg de massa e estatura $180 \pm 0,04$ cm de estatura.

O tempo de treinamento da amostra do presente estudo foi considerado superior quando comparado com a experiência em treinamento dos participantes de outros estudos que investigaram o nado com equipamentos, Gourgoulis et al. (2009): $9,3 \pm 3,9$ anos e Gourgoulis et al. (2006): $9,5 \pm 2,4$ anos. Quando analisado o tempo de utilização dos equipamentos, esses foram considerados similares quando comparados com o único estudo que relatou esse critério de avaliação (TELLES et al. 2011: 5 anos utilizando palmares).

Em relação ao sistema internacional de pontos, os atletas do presente estudo apresentaram um nível de desempenho de nadadores de nível regional, correspondendo a 528 pontos para o melhor tempo, sem equipamentos, para os 50 m em nado *crawl* (executado sem saída de cima do bloco). Conforme o observado na literatura, a pontuação relativa ao desempenho entre 880 pontos (valor máximo) e 462 pontos (mínimo). Telles et al. (2011) analisaram atletas com o desempenho de 768 pontos, Gourgoulis et al. (2009) analisaram nadadoras que possuíam desempenho correspondendo à 880 e 670 pontos, Lauder et al. (2009): 732 pontos, Gourgoulis et al. (2008): 639 pontos, Gourgoulis et al. (2006): entre 745 e 462 pontos e Lerda et al. (1996): 639 pontos.

4.2 RESULTADOS DOS TESTES MÁXIMOS

São descritos os resultados das variáveis espaço-temporais e fisiológicas obtidas durante a realização das três repetições (SE, CP e CN) de 50 m de nado em máxima intensidade.

4.2.1 Desempenho

A Tabela 2 apresenta o desempenho dos atletas sem e com a utilização de equipamentos durante a realização do teste máximo de 50 m e a pontuação conforme o sistema internacional de ranking de pontos.

Tabela 2 – Desempenho no teste máximo, valores mínimos, máximos, médias e desvio padrão (DP), n = 11. SE = sem equipamentos, CP = com palmares e CN = com nadadeiras.

Variável	Mínimo	Máximo	Média	DP
Pontos SE	355	697	528	103,99
Desempenho SE (s)	26,08	32,52	28,51	2,09
Desempenho CP (s)	26,08	32,33	28,23	1,91
Desempenho CN (s)*	23,91	28,05	25,71*	1,30

* Diferenças significativas ($p < 0,05$) entre SE e CN e CP e CN.

Foram encontradas diferenças entre os equipamentos ($F(2; 20); 77,175; p < 0,05; \eta^2 = 0,88$), os atletas, quando nadaram com nadadeiras, apresentaram o melhor desempenho em comparação aos nados sem equipamentos e o nado com palmares. Esses dois últimos apresentaram similares valores de desempenho.

4.2.2 Variáveis espaço-temporais

São apresentados os dados referentes ao CB, FB, VN, duração das fases (A, B, C, D), IdC, FP e PP nas distâncias dos 0 até os 25 m e dos 25 até os 50 m, sem e com equipamentos.

Comprimento médio de ciclo de braçadas (CB)

A Figura 11 apresenta os valores de CB obtido nos dois trechos de 25 m durante a realização do teste máximo.

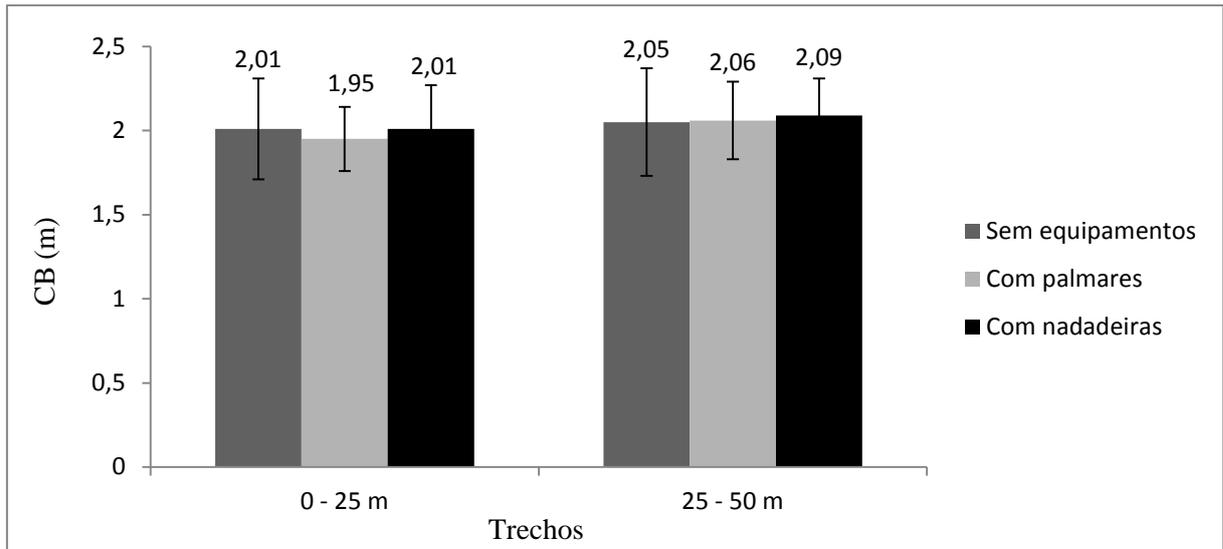


Figura 11 - CB nos dois trechos de 25 m dos testes de 50 m, sem e com a utilização de equipamentos, n = 11.

Não foram encontradas diferenças entre os nados sem e os nados com equipamentos ($F(2; 20) = 0,23$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,02$), entre os trechos ($F(1; 10) = 3,85$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,27$) e não houve interação entre equipamentos e trechos ($F(2; 20) = 0,46$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,04$).

Frequência média de ciclo de braçadas (FB)

A Figura 12 apresenta os valores de FB obtida nos trechos de 25 m durante a realização do teste em máxima intensidade.

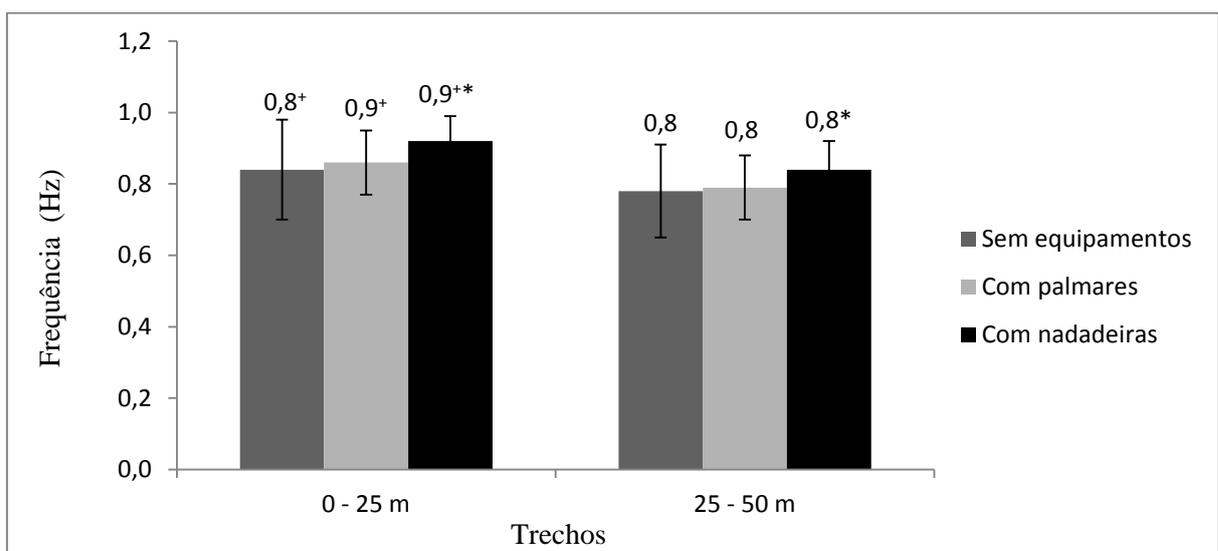


Figura 12 - FB nos dois trechos de 25 m dos testes máximos, sem e com a utilização de equipamentos; n = 11. ⁺* Diferenças significativas ($p < 0,05$).

Foram encontradas diferenças entre o nado sem e com equipamentos ($F(2; 20) = 3,08$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,27$), as nadadeiras apresentaram maiores FB quando comparado com o nado que utilizou palmares e o nado sem equipamentos; entre os trechos ($F(1; 10) = 27,88$ $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,73$), o trecho de 0 – 25 apresentou maior FB para as três situações em comparação com o trecho de 25 - 50; e por fim, não observou-se interação entre equipamentos e trechos ($F(2; 20) = 0,57$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,05$).

Velocidade média de nado (VN)

A Figura 13 apresenta os valores de VN durante a realização dos 50 m em intensidade máxima.

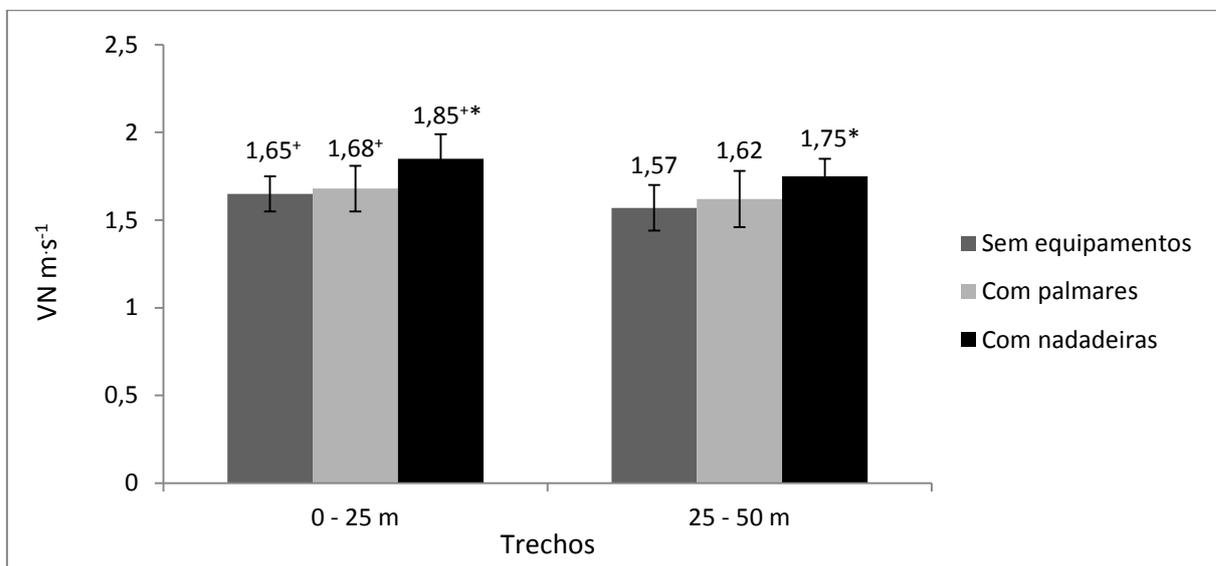


Figura 13 - VN nos dois trechos de 25 m dos testes de 50 m, sem e com a utilização de equipamentos; $n = 11$. ⁺* Diferenças significativas ($p < 0,05$).

Para VN foram encontradas diferenças entre o nado sem e com equipamentos ($F(2; 20) = 12,29$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,55$), o nado com nadadeiras apresentou maior VN quando comparado com o nado com palmares e com o nado sem equipamentos e diferenças, entre os trechos ($F(1; 10) = 24,39$ $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,70$), o trecho de 0 – 25 m apresentou maiores velocidades em comparação com o trecho de 25 – 50 m para as três situações, sem equipamentos, com palmares e com nadadeiras. Não houve interação entre equipamentos e trechos ($F(2; 20) = 0,36$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,03$).

Duração das fases da braçada

São descritas as durações das fases A, B, C, D, fases propulsivas e não propulsivas no lado da respiração e do lado oposto à respiração nos dois trechos de 25 m sem e com a utilização de equipamentos.

Fases A, B, C e D

A Tabela 3 apresenta os valores das fases A, B, C e D na realização dos testes em máxima intensidade nos dois trechos de 25 m.

Tabela 3 - Duração das fases (A, B, C, D) no lado da respiração (r) e no lado oposto à respiração (n) nos dois trechos de 25 m do teste máximo com e sem equipamentos; n = 11.

Trechos	Sem equipamentos		Com palmares		Com nadadeiras	
	0 - 25 m	25 – 50 m	0 - 25 m	25 – 50 m	0 - 25 m	25 – 50 m
Fase A (%)	31,95	32,85	30,67	32,07	31,64	32,07
(r)	± 5,65	± 4,22	± 1,90	± 5,85	± 8,98	± 7,58
Fase A (%)	31,07	30,32	27,76	29,13	30,29	30,00
(n)	± 5,10	± 6,49	± 2,84	± 3,14	± 8,27	± 6,23
Fase B (%)	21,98	21,91	22,14	23,64	21,49	22,31
(r)	± 5,86	± 4,90	± 3,77	± 2,95	± 4,89	± 2,67
Fase B (%)	22,25	20,27	23,69	21,64	22,42	21,94
(n)	± 5,51	± 4,68	± 3,00	± 2,92	± 5,86	± 3,46
Fase C (%)	24,49	24,46	24,18	24,91	23,44	25,49
(r)	± 2,86	± 4,12	± 3,31	± 3,38	± 4,91	± 4,64
Fase C (%)	25,13	26,09	24,89	25,71	24,06	24,26
(n)	± 5,27	± 4,66	± 3,92	± 3,53	± 4,75	± 3,85
Fase D (%)	21,54*	20,77	22,67*	19,43	23,06*	19,05
(r)	± 3,77	± 6,66	± 3,48	± 3,46	± 4,89	± 6,55
Fase D (%)	22,19	23,30	24,70	23,49	23,82	23,71
(n)	± 6,08	± 4,37	± 4,59	± 3,05	± 5,22	± 4,54

* Diferenças significativas ($p < 0,05$).

Em relação às fases A (lado da respiração e lado oposto à respiração) não foram encontradas diferenças entre o nado sem e com equipamentos (respectivamente: $F(2; 20) = 0,13$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,01$ e $F(2; 20) = 0,80$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,07$); entre os trechos (respectivamente: $F(1; 10) = 0,86$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,08$ e $F(1; 10) = 0,03$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,003$) e não observou-se interação entre equipamentos e trechos (respectivamente, respiração

e oposto à respiração: $F(2; 20) = 1,00$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,010$ e $F(2; 20) = 1,005$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,091$).

Para as fases B em ambos os lados (respiração e oposto à respiração) não foram encontradas diferenças entre o nado sem e com equipamentos (respectivamente: $F(2; 20) = 0,21$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,02$ e $F(2; 20) = 0,43$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,04$); entre os trechos (respectivamente: $F(1; 10) = 0,73$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,06$ e $F(1; 10) = 4,35$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,30$) e não houve interação entre equipamentos e trechos (respectivamente: $F(2; 20) = 0,35$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,03$ e $F(2; 20) = 0,28$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,028$).

Em relação às fases C (lado da respiração e lado oposto à respiração), não foram observadas diferenças entre o nado sem e com equipamentos (respectivamente: $F(2; 20) = 0,003$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,0001$ e $F(2; 20) = 0,70$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,06$); entre os trechos (respectivamente: $F(1; 10) = 1,86$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,15$ e $F(1; 10) = 0,90$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,08$) e não encontrou-se interação entre equipamentos e trechos (respectivamente: $F(2; 20) = 1,70$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,14$ e $F(2; 20) = 0,19$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,01$).

Por fim, nas fases D em ambos os lados (respiração e oposto à respiração), não foram encontradas diferenças entre o nado sem e com equipamentos (respectivamente: $F(2; 20) = 0,003$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,0001$ e $F(2; 20) = 1,16$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,10$) e não houve interação entre equipamentos e trechos (respectivamente: $F(1,08; 10,89) = 1,89$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,16$ e $F(1,08; 10,89) = 0,65$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,61$). No lado da respiração foram encontradas diferença entre os trechos ($F(1; 10) = 10,02$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,50$) o trecho dos 0 – 25 m apresentou um percentual de tempo maior quando comparado com o trecho dos 25 – 50 m. Em contrapartida, no lado oposto à respiração, não foram encontradas diferenças entre os trechos ($F(1; 10) = 0,005$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,0001$).

Fases propulsivas e não propulsivas

A Tabela 4 apresenta os valores das fases propulsivas e não propulsivas no lado da respiração e do lado oposto à respiração durante a realização dos 50 m em máxima intensidade.

Tabela 4 - Duração das fases propulsivas e não propulsivas no lado da respiração (r) e no lado oposto à respiração (n) nos dois trechos de 25 m do teste máximo com e sem equipamentos; n = 11.

Trechos	Sem equipamentos		Com palmares		Com nadadeiras	
	0 – 25 m	25 – 50 m	0 – 25 m	25 – 50 m	0 – 25 m	25 – 50 m
Fases propulsivas (%) (r)	46,48 ± 7,29	46,37 ± 7,58	46,32 ± 3,73	48,55 ± 5,40	44,93 ± 7,85	47,85 ± 5,92
Fases propulsivas (%) (n)	47,37 ± 8,30	46,37 ± 7,71	48,57 ± 4,13	47,23 ± 3,43	46,47 ± 8,21	46,28 ± 5,70
Fases não propulsivas (%) (r)	53,51 ± 7,29	53,62 ± 7,58	53,67 ± 3,73	51,44 ± 5,40	55,06 ± 7,85	52,14 ± 5,92
Fases não propulsivas (%) (n)	52,62 ± 8,30	53,62 ± 7,71	51,42 ± 4,13	52,63 ± 3,36	53,52 ± 8,21	53,71 ± 5,70

Nas fases propulsivas (lado da respiração e lado oposto à respiração) e não propulsivas (lado da respiração e lado oposto à respiração) não foram identificadas diferenças entre o nado sem e com equipamentos (respectivamente: $F(2; 20) = 0,14$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,01$, $F(2; 20) = 0,28$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,02$, $F(2; 20) = 0,14$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,01$ e $F(2; 20) = 0,30$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,02$); entre os trechos (respectivamente: $F(1; 10) = 1,75$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,14$, $F(1; 10) = 0,69$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,06$, $F(1; 10) = 1,75$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,14$ e $F(1; 10) = 0,60$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,05$) e não observou-se interação entre os equipamentos e trechos (respectivamente: $F(2; 20) = 0,94$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,08$, $F(2; 20) = 0,07$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,007$, $F(2; 20) = 0,94$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,08$ e $F(2; 20) = 0,08$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,009$).

Índice de coordenação de nado (IdC)

O IdC foi dividido em IdC 1 (lado da respiração) e IdC 2 (lado oposto à respiração). Os resultados são observados na Tabela 5.

Tabela 5 – Valores de IdC 1 e IdC 2 sem (SE) e com equipamentos (CP = com palmares e CN = com nadadeiras) nos dois trechos de 25 m dos testes de 50 m, n = 11.

Trechos	IdC 1 (%)		IdC 2 (%)	
	0 – 25 m	25 – 50	0 – 25 m	25 – 50
SE	- 4,7 ± 7,9	- 0,4 ± 7,3	- 1,5 ± 10,1	- 3,1 ± 11,3
CP	- 1,7 ± 5,4	- 1,6 ± 6,4	- 6,5 ± 9,4	- 5,2 ± 6,0
CN	- 2,4 ± 10,8	- 2,8 ± 8,9	- 6,0 ± 7,0	- 7,0 ± 8,0

Em relação ao IdC 1, não foram encontradas diferenças entre os nados sem e com equipamentos ($F(2; 20) = 0,97; p > 0,05; \eta^2 = 0,08$), entre os trechos ($F(1; 10) = 0,72; p > 0,05; \eta^2 = 0,007$) e não houve interação entre equipamentos e trechos ($F(2; 20) = 0,57; p > 0,05; \eta^2 = 0,05$). Em relação ao IdC 2, não foram encontrada diferenças entre os nados sem e com equipamentos ($F(2; 20) = 0,97; p > 0,05; \eta^2 = 0,08$), entre os trechos ($F(1; 10) = 0,72; p > 0,05; \eta^2 = 0,007$) e não houve interação entre equipamentos e trechos ($F(2; 20) = 0,57; p > 0,05; \eta^2 = 0,05$).

Frequência média de pernadas (FP) e Número de pernadas por ciclo de braçadas

Os valores de FP nos dois trechos de 25 m durante a realização do teste em máxima intensidade pode ser observada na Figura 14.

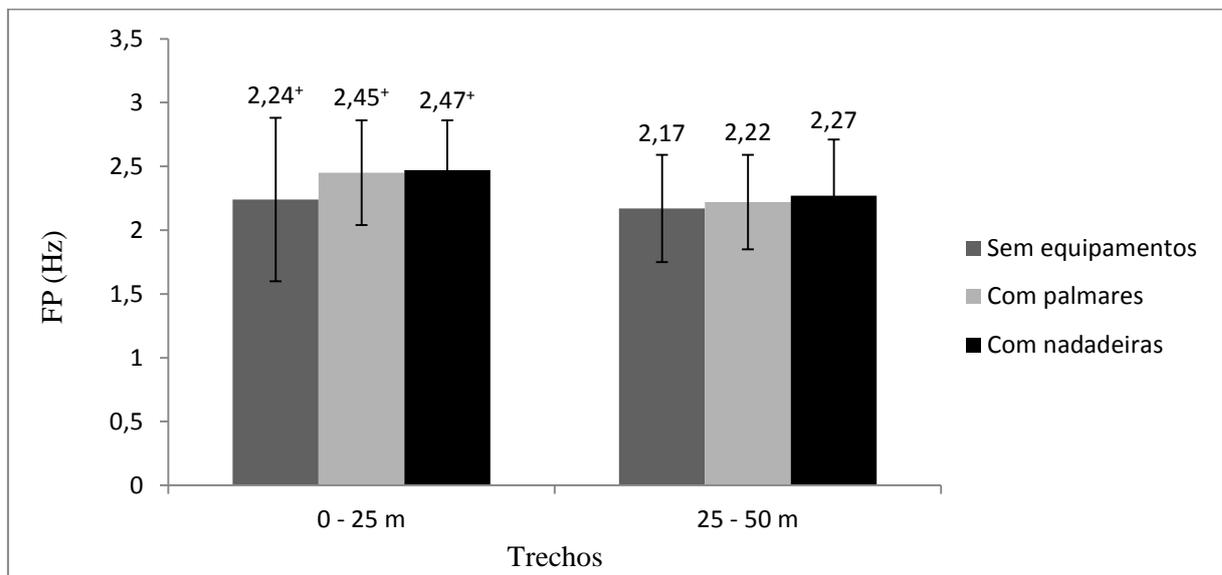


Figura 14 - FP nos dois trechos de 25 m dos testes máximos sem e com a utilização de equipamentos; $n = 11$. ⁺ Diferenças significativas ($p < 0,05$).

Para FP, não foram encontradas diferenças entre o nado sem e com equipamentos ($F(2; 20) = 1,46; p > 0,05; \eta^2 = 0,12$) e interação entre equipamentos e trechos ($F(2; 20) = 1,18; p > 0,05; \eta^2 = 0,10$). Entretanto foram encontradas diferenças entre os trechos ($F(1;10) = 6,47 p < 0,05; \eta^2 = 0,39$), o trecho dos 0 – 25 m apresentou maior FP em comparação com o trecho dos 25 – 50.

Os valores do número de pernadas por ciclo de braçadas nos dois trechos de 25 m durante a realização do teste em máxima intensidade pode ser observada na Figura 15.

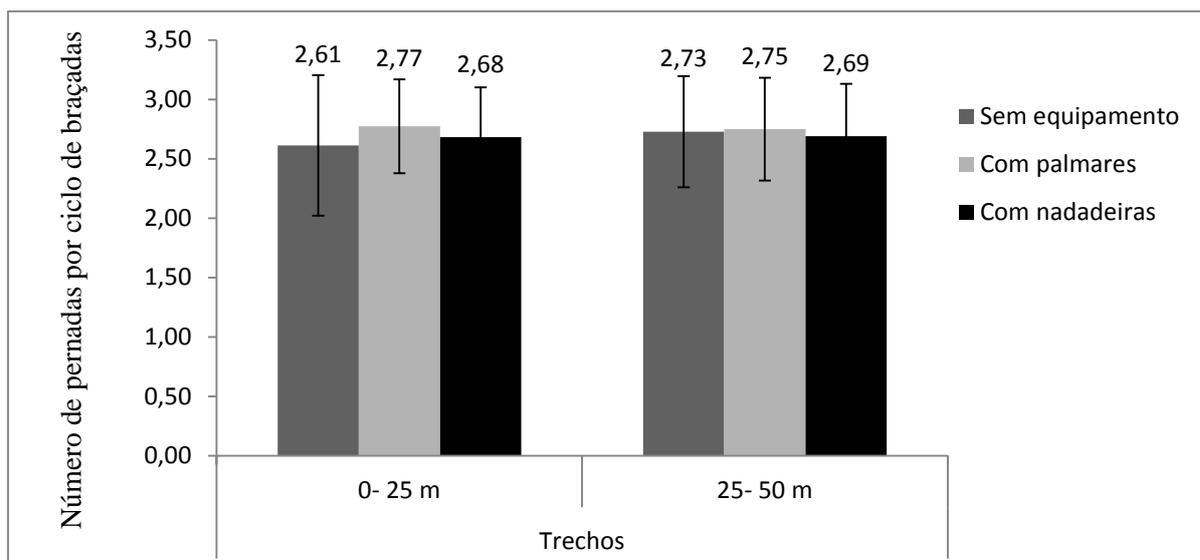


Figura 15 - Número de pernadas por ciclo de braçadas nos dois trechos de 25 m dos testes máximos sem e com a utilização de equipamentos; n = 11.

Para o número de pernadas por ciclo de braçadas, não foram encontradas diferenças entre o nado sem e com equipamentos ($F(2; 20) = 0,42$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,04$); entre os trechos ($F(1;10) = 0,83$ $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,07$) e interação entre equipamentos e trechos ($F(1,19; 11,95) = 0,89$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,08$).

Profundidade média de pernada (PP)

As profundidades dos tornozelos direito e esquerdo nos dois trechos de 25 m sem e com a utilização de equipamentos são mostradas na Tabela 6.

Tabela 6 – Valores de PP dos tornozelos direito e esquerdo sem (SE) e com equipamentos (CP = com palmares e CN = com nadadeiras) nos dois trechos de 25 m dos testes de 50 m, n = 11.

Trechos	Tornozelo direito		Tornozelo esquerdo	
	0- 25 m	25- 50 m	0- 25 m	25- 50 m
SE	0,48 ± 0,10	0,44 ± 0,06	0,49 ± 0,09	0,46 ± 0,11
CP	0,49 ± 0,07	0,43 ± 0,06	0,51 ± 0,11	0,49 ± 0,07
CN	0,44 ± 0,11	0,43 ± 0,10	0,45 ± 0,09*	0,41 ± 0,08*

* Diferenças significativas ($p < 0,05$).

Para PP dos tornozelos direito e esquerdo não foram encontradas diferenças entre os trechos ($F(1; 10) = 2,16$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,17$), ($F(1; 10) = 3,65$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,26$); não

observou-se interação entre equipamentos e trechos ($F(2; 20) = 0,68$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,06$), ($F(2; 20) = 0,44$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,04$) e não existiram diferenças entre o nado sem e com equipamentos no tornozelo direito ($F(2; 20) = 0,71$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,06$). Em oposição a esses resultados, para o tornozelo esquerdo, foram encontradas diferenças entre o nado sem e com equipamentos ($F(2; 20) = 3,94$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,28$), a PP do nado com nadadeiras apresentou menores valores quando comparada ao nado com palmares.

4.2.3 Variáveis fisiológicas

Concentração sanguínea de lactato [LA]

As [LA] em dois momentos distintos, pós-aquecimento e pós-teste máximo, sem e com equipamentos, são mostradas na Figura 16.

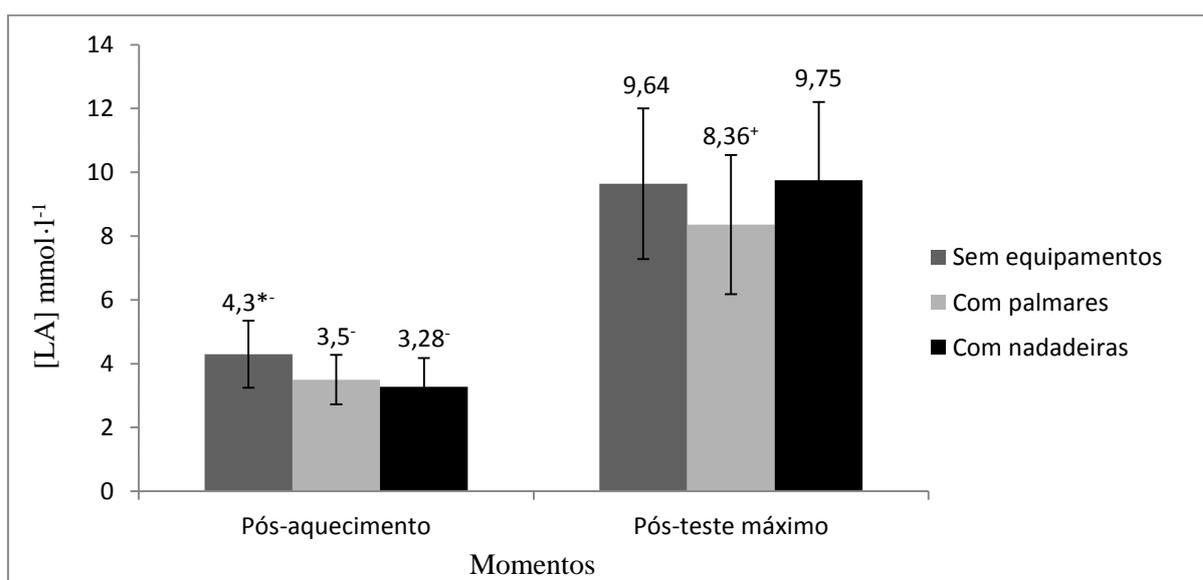


Figura 16 – [LA] em dois momentos (pós-aquecimento e pós-teste máximo) sem e com equipamentos; $n = 11$. *⁺ Diferenças significativas ($p < 0,05$).

Entre as [LA] foram encontradas diferenças entre o nado sem e com equipamentos ($F(2; 20) = 4,26$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,29$), o nado sem equipamentos apresentou maiores concentrações de lactato quando comparado com o nado com palmares e com nadadeiras; ainda, foram observadas diferenças entre os momentos ($F(1; 10) = 86,54$ $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,89$) o pós-aquecimento apresentou menor [LA] em comparação com o pós-teste máximo, e houve interação entre equipamentos e momentos ($F(2; 20) = 4,65$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,31$). Em relação à análise específica dessa interação, observam-se diferenças sem e com equipamentos quando

comparado com o pós-aquecimento ($F(2; 20) = 6,05$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,37$), a [LA] sem equipamento foi mais elevada em comparação com o nado com palmares e o nado com nadadeiras, e no pós-teste máximo ($F(2; 20) = 3,88$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,28$), com palmares apresentaram menores [LA] em comparação com o nado sem equipamentos e com nadadeiras. Por fim, observaram-se diferenças entre os momentos pós-aquecimento e teste máximo sem equipamentos ($t(10) = -7,67$ $p < 0,05$); com palmares ($t(10) = -8,33$ $p < 0,05$) e nadadeiras ($t(10) = -8,79$ $p < 0,05$). Tanto sem, quanto com equipamentos, a [LA] foi menor no pós-aquecimento em comparação com o teste máximo.

Percepção subjetiva de esforço (PSE)

A Figura 17 apresenta os valores da PSE sem e com equipamentos pós-aquecimento e pós-teste máximo.

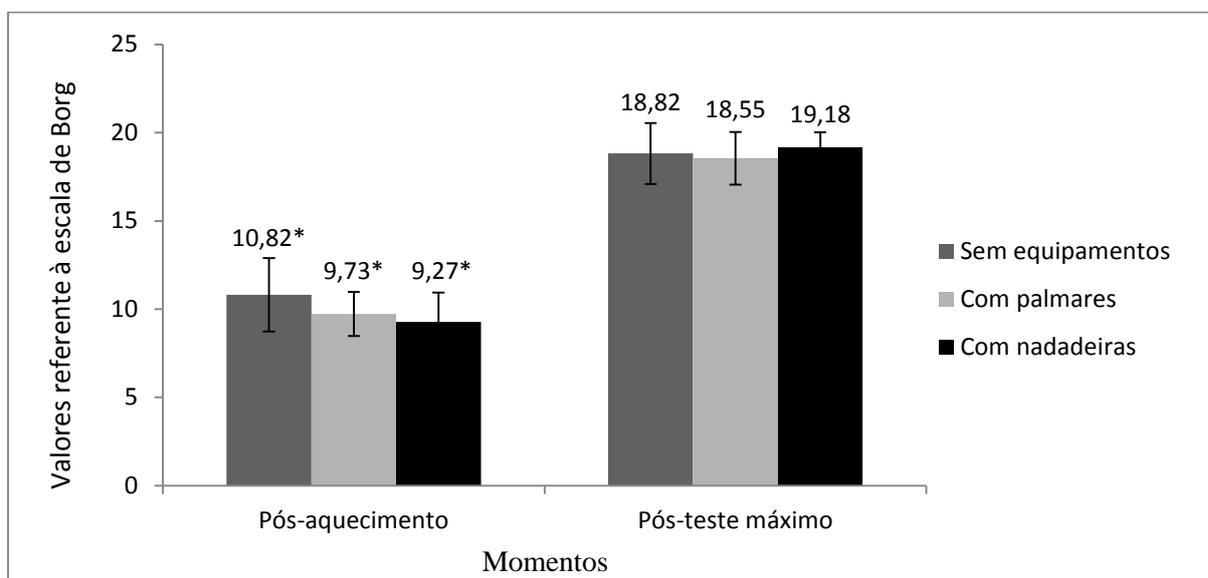


Figura 17 - PSE nos dois momentos (pós-aquecimento e pós-teste máximo) sem e com a utilização de equipamentos; $n = 11$. * Diferenças significativas ($p < 0,05$).

Em relação à PSE, não foram encontradas diferenças entre o nado sem e com equipamentos ($F(1,29; 12,92) = 1,20$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,10$); em contrapartida, foram observadas diferenças entre os momentos ($F(1; 10) = 366,87$ $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,97$) pós-aquecimento apresentou menor PSE em comparação com o pós-teste máximo, e houve interação entre equipamentos e momentos ($F(2; 20) = 4,47$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,30$). Quando analisada essa interação, não foram observadas diferenças entre o nado sem e com equipamentos no pós-aquecimento ($F(2; 20) = 2,92$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,22$) e no pós-teste máximo ($F(1,30; 13,04) = 0,89$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,08$). Em contraste, foram observadas

diferenças entre o pós-aquecimento e o pós-teste máximo sem equipamentos ($t(10) = -12,37$ $p < 0,05$), com palmares ($t(10) = -16,98$; $p < 0,05$) e com nadadeiras ($t(10) = -16,24$ $p < 0,05$), em todas as situações sem e com equipamentos o pós-aquecimento apresentou menor PSE em comparação com o pós-teste máximo.

4.3 DISCUSSÃO DOS TESTES MÁXIMOS

São discutidos os resultados das variáveis espaço-temporais (CB, FB, duração das fases da braçada, fases propulsivas e não propulsivas, IdC, FP, número de pernadas por ciclo de braçadas e PP) e variáveis fisiológicas ([LA] e PSE).

4.3.1 Testes máximos

São discutidos os resultados de desempenho, área do segmento corporal, variáveis espaço-temporais (CB, FB, VN, duração das fases da braçada, fases propulsivas e não propulsivas, IdC, FP, número de pernadas por ciclo de braçadas e PP) e variáveis fisiológicas ([LA] e PSE).

Desempenho, área do segmento corporal, comprimento médio de braçadas (CB), frequência média de braçadas (FB) e velocidade média de nado (VN)

Pode-se verificar que com nadadeiras o desempenho (Tabela 2) foi melhor do que sem equipamentos e sem palmares. Em relação ao desempenho com palmares, esse apresentou resultados similares ao ser comparado com o nado sem equipamentos. Já em relação ao CB (Figura 11) não foram encontradas diferenças entre os nados sem equipamentos (trecho 0 – 25: $2,01 \pm 0,30$ m, trecho 25 – 50: $2,05 \pm 0,32$ m), com palmares (trecho 0 – 25: $1,95 \pm 0,19$ m, trecho 25 – 50: $2,06 \pm 0,23$ m) e com nadadeiras (trecho 0 – 25: $2,01 \pm 0,26$ m, trecho 25 – 50: $2,09 \pm 0,22$ m).

Por outro lado, conforme observado nas Figuras 12 e 13, a FB sem equipamentos (trecho 0 – 25: $0,84 \pm 0,14$ Hz, trecho 25 – 50: $0,78 \pm 0,13$ Hz); com palmares (trecho 0 – 25: $0,86 \pm 0,09$ Hz, trecho 25 – 50: $0,79 \pm 0,09$ Hz) e com nadadeiras (trecho 0 – 25: $0,92 \pm 0,07$ Hz, trecho 25 – 50: $0,84 \pm 0,08$ Hz) e a VN sem equipamentos (trecho 0 – 25: $1,65 \pm 0,10$ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, trecho 25 – 50: $1,57 \pm 0,13$ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$); com palmares (trecho 0 – 25: $1,68 \pm 0,13$ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, trecho 25 – 50: $1,62 \pm 0,16$ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) e com nadadeiras (trecho 0 – 25: $1,85 \pm 0,14$ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, trecho 25 – 50: $1,75 \pm 0,10$ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) apresentaram aumentos com a utilização de palmares e nadadeiras em

comparação ao nado sem equipamentos. Entretanto, os aumentos de FB e VN foram significativos apenas com a utilização de nadadeiras quando comparados com os nados com palmares e sem equipamentos.

Nadadeiras no presente estudo, aumentaram 25% a área do pé, representando pequeno aumento da área de propulsão em membros inferiores em comparação a outros estudos que utilizaram esse equipamento, como os de Zamparo et al. (2002, 2005 e 2006) que observaram incrementos de 108 a 309%. Apesar de serem nadadeiras pequenas (presente estudo), essas causaram alterações no desempenho dos avaliados em comparação ao nado sem equipamentos, efeito agudo. Conforme observado, a melhoria na VN foi a custos de maiores frequências gestuais observadas pela alta FB. O aumento da VN com nadadeiras pode ser proveniente tanto do incremento da área propulsiva dos membros inferiores, permitindo melhor posição horizontal do corpo do atleta, correspondendo a uma melhor propulsão do corpo à frente (ZAMPARO et al. 2002), quanto da estratégia utilizada pelos atletas em realizar alta frequência do gesto motor para nadar em máxima velocidade. Conforme descrito por Castro et al. (2005), incremento de FB para aumento da VN de nado é estratégia utilizada por nadadores de diferentes níveis e faixas etárias de forma aguda quando busca-se aumento na velocidade de nado.

Acredita-se que não foram identificadas alterações no CB devido ao nível técnico dos atletas (528 pontos) que corresponderam a nadadores de nível regional. Seifert et al (2010b) observaram alterações no CB quando comparado nadadores de nível regional e nacional, os de nível nacional não apresentaram diferenças em relação à FB entretanto incrementaram a VN a custos de aumentos de CB em comparação aos atletas de nível regional.

Aumentos percentuais da área do pé com nadadeiras superiores aos utilizados no presente estudo poderiam causar maiores adaptações aos atletas em relação à CB, FB, VN e por consequência no desempenho. Entretanto esses aumentos poderiam atrapalhar a técnica dos nadadores por causarem adaptações indesejadas, como aumentos do grau de flexão da articulação tíbio-femoral, acetábulo-femoral entre outras, assim quando realizado o movimento de batidas de pernas sem nadadeiras, os nadadores poderiam apresentar decréscimo no desempenho dos mesmos. Já o treinamento em longo prazo com nadadeiras de área similar à área do pé do nadador provavelmente podem causar alterações na VN do atleta e melhorar a sustentação do corpo no meio líquido o que pode auxiliar a reduzir o arrasto e alterar o FB e CB. Em conjunto, treinadores e atletas podem aprimorar a relação FB e CB com o treinamento, realizando melhorias na VN a custos de aumentos de CB de FB (aumento ou manutenção).

Nadadeiras têm sido utilizadas, também, como forma de treinamento a fim de se causar incremento na frequência gestual, melhora na coordenação motora, buscando-se adaptações neurais que possibilitem incremento da velocidade final, em uma forma de treinamento de velocidade assistida, como a utilização de extensores na natação (WEINECK 1999). Entretanto esse aumento na VN causa aumentos no arrasto, segundo Kjendlie et al. (2004) o arrasto ativo é proporcional à velocidade ao quadrado. Assim com a utilização de nadadeiras, os nadadores devem amenizar esse aumento das forças de arrasto por adquirir melhores posturas (corpo mais horizontalizado) durante a realização do gesto motor.

Os resultados de desempenho e de VN com nadadeiras também podem ser explicados por: (1) maiores forças propulsivas provenientes das nadadeiras devido à maior área de contato com o meio líquido em comparação com a área do pé. Nadadeiras possibilitam aumentar o impulso, deslocando maior volume de água, e (2) melhor alinhamento corporal proporcionado pelas nadadeiras e pelo aumento da velocidade. Quanto mais horizontal o corpo estiver, melhor será a posição hidrodinâmica do mesmo e menor será o arrasto. Deste modo, considerando que a propulsão final é obtida pela subtração entre forças propulsivas e forças de arrasto, a propulsão final, e, conseqüentemente, a velocidade de nado, será maior com nadadeiras.

Em relação aos efeitos dos palmares, a área dos mesmos pode ser um fator que tenha determinado que o desempenho, CB, FB e VN tenham sido similar ao do nado sem equipamentos. Palmares aumentam a superfície propulsiva, assim o nadador pode empurrar uma maior massa de água (SIDNEY et al. 2001), entretanto resultados de aumento de VN quando comparado com o nado sem equipamentos foram encontrados por Gourgoulis et al. (2008 e 2009) e Lerda et al. (1996) com palmares médios e grandes (286 cm² e 320 cm²). Gourgoulis et al. (2008 e 2009) realizaram um estudo com dez mulheres de $18,2 \pm 4,6$ anos de idade, $60 \pm 6,27$ kg de massa corporal e $169 \pm 0,14$ cm de estatura com desempenho entre 670 à 880 pontos; já o de Lerda et al. (1996) era composto por oito mulheres de $21,6 \pm 2,6$ anos de idade, 57 ± 4 kg de massa corporal e $166 \text{ cm} \pm 6$ cm de estatura e desempenho de 639 pontos. Analisando a área corporal por meio da equação de Du Bois e Du Bois (1916) que utiliza massa corporal e estatura e após a área da mão (AMIRSHEYBANI et al. 2001), corresponde a 0,78 % da área corporal, observou-se que, em média a área da mão das nadadoras no estudo de Gourgoulis et al. (2008 e 2009) era de 131 cm² e a área do palmar utilizado de 286 cm², os palmares de tamanhos médio corresponderam a aumentos de 118% da área da mão da nadadora. No estudo de Lerda et al. (1996) observou-se 134 cm² como área da mão e 320 cm² de área do palmar, verificando-se aumentos de 138% da área. Já, no presente estudo, a área da

mão dos nadadores foi de 149 cm² e a área dos palmares de 300 cm² o que correspondeu a aumentos de 101% da área para gerar propulsão e o desempenho corresponderam a 528 pontos. Foram observadas algumas diferenças importantes entre os estudos de Gourgoulis et al. (2008 e 2009) e Lerda et al. (1996) com o presente estudo; dessas podemos citar o gênero, o desempenho dos avaliados e a área do equipamento utilizado. Em relação ao desempenho dos avaliados e a área do equipamento utilizado, as diferenças foram relatadas anteriormente. Já em relação ao sexo, segundo Seifert et al. (2004) homens possuem diferentes adaptações na mecânica de nado quando comparado à mulheres, nadadores apresentam maiores CB tanto em velocidade máxima quanto em ritmo de nado dos 50 m em comparação à nadadoras, entretanto essa diferenças não garantem a melhora no desempenho, essa estando relacionada à técnica empregada. Acredita-se que as diferenças de resultados observados nos estudos de Gourgoulis et al. (2008 e 2009) e Lerda et al. (1996) podem estar relacionadas ao maior aumento da área da palma da mão com palmares e o melhor desempenho das atletas desses estudos, assim as nadadoras geraram mais propulsão por braçadas, aumentando a VN a custas de maior CB em conjunto com diminuições da FB em comparação com o nado sem equipamentos. Podemos especular que os efeitos de diferenças entre os gêneros foram equiparadas e as diferenças dos resultados foram provenientes em maior intensidade pela diferença do desempenho.

Em contraste a esses resultado, Telles et al. (2011) que avaliaram atletas homens com desempenho superior (768 pontos), encontraram similares resultados em relação à VN, com a utilização de palmares de grande área (462 cm²) em comparação com presente estudo (300 cm²). Analisando as características antropométricas desses atletas, (21,9 ± 4,5 anos de idade, 75,10 ± 3,62 kg, 182 ± 007 cm de estatura e 152 cm² de área de mão) os palmares corresponderam a aumentos de 203% na área propulsiva. Observa-se que aumentos da área da mão próximos a 100% não parecem ser importantes para aumentar a propulsão dos membros superiores de maneira que altere a VN, FB e CB (presente estudo). Em oposição, aumentos de área da mão acima de 113% parecem alterar a velocidade da mão (diminuir demasiadamente) e dessa forma aumentar o CB e diminuir a FB, entretanto essa redução da velocidade da mão pode não alterar a VN. Conforme Gourgoulis et al. (2008), palmares aumentam a força propulsiva dos membros superiores, ainda em máxima intensidade, e tendem a diminuir significativamente a velocidade da mão durante a realização das fases propulsivas. Também sendo observada por Telles et al. (2011), a diminuição da velocidade da mão está relacionada ao aumento do tamanho do palmar. Dessa forma, palmares maiores produzem maior impulso (produto entre força aplicada e tempo de aplicação da força) quando comparados com

palmares de menores áreas. Com maior tempo de aplicação de força, o nadador consegue manter ou aumentar a VN de nado às custas de maiores CB quando utilizados palmares de grande área.

Palmares devem ser utilizados com alguns cuidados, conforme observado no estudo de Telles et al. (2011), acredita-se que esse equipamento com aumentos percentuais da área da palma da mão devem ser utilizados com muita cautela para não causar adaptações que lentifiquem os movimentos dos atletas causando em adaptações deletérias na performance. Tanto treinadores quanto atletas devem realizar progressões nos aumentos das áreas dos palmares para que atletas possam adaptar esse aumento da área da palma da mão e transferir essas modificações do aumento do CB e diminuições da FB para o nado sem equipamentos.

Em relação aos trechos (Figuras 12 e 13) o primeiro (0 – 25 m) apresentou os maiores valores de FB e VN quando comparado com o segundo (25 – 50 m). Essa diminuição do desempenho pode estar relacionada com a fadiga. Quando a VN ($1,7 - 1,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) é proveniente da alta FB, não consegue ser mantida por maiores períodos de tempo. Acentuam-se inúmeras reações como depleção de substratos energéticos e aumentos de metabólitos que irão culminar com a fadiga e queda do desempenho. Sahlin et al. (1998) relatam que um dos maiores fatores causadores da fadiga em atividades de alta intensidade é o acúmulo de fosfato (Pi) das reações químicas para ressintetizar o ATP. Assim, a redução de VN e FB, encontradas nos segundo trecho de 25 m de todos os testes máximos, independente de equipamentos, poderia ser explicada por condições fisiológicas alteradas devido ao nado em máxima intensidade. Deste modo, a utilização de equipamentos parece não modificar essa possível manifestação de fadiga em nado de alta intensidade.

Duração das fases da braçada (A, B, C e D)

No presente estudo, não foram observadas alterações da duração relativa das fases da braçada em ambos os lados (respiração e não respiração) com a utilização de equipamentos (palmares e nadadeiras) em comparação com o nado sem equipamentos conforme a Tabela 3. Ainda, não foram encontrados estudos que investigaram da mesma forma como o presente estudo o uso de palmares e de nadadeiras nas fases (A, B, C e D) diferenciando o lado da respiração com o lado oposto à respiração em máxima intensidade. Essa diferenciação foi feita devido a possíveis diferentes padrões de gestos motores realizados no lado da respiração em comparação com o lado na qual não é realizada a respiração.

Em relação à comparação entre o nado sem equipamentos com o nado com palmares, três estudos (GOURGOULIS et al. 2008 e 2009 e TELLES et al. 2011) investigaram a

duração das fases da braçada. Desses, apenas o de Telles et al. (2011) instruíram os atletas a não realizar o movimento de respiração durante a passagem pelo campo de visão das câmeras que captavam as imagens. Gourgoulis et al. (2009) encontraram aumentos nos valores percentuais da duração da fase A com palmares médios (286 cm²) quando comparado com palmares pequenos (116 cm²) e o nado sem equipamentos. Nesse estudo os autores não explicam o porquê do aumento da duração dessa fase. Em contraste, conforme já mencionado, o presente estudo não encontrou diferenças entre a duração das fases (A, B, C e D) para os dois momentos testados (Tabela 3), resultados similares foram encontrados por Gourgoulis et al. (2008) e Telles et al. (2011). Telles et al. (2011) relatam que, apesar de terem sido observados aumentos absolutos nos valores da duração das fases, esses não se refletiram nos percentuais (relativos) das mesmas.

Foram observadas diminuições na duração da fase D no lado da respiração no segundo trecho dos 25 m em comparação ao primeiro trecho em ambas as situações (sem e com equipamentos). Acredita-se que esses ajustes tiveram como objetivo atenuar a queda da FB e por consequência a queda da VN durante o segundo trecho dos 25 m. Seifert et al. (2005) encontraram resultados diferentes em relação a duração da fase D nos trechos analisados. Esses pesquisadores observaram aumentos na duração da fase D no segundo, terceiro e quarto trechos de 25 metros quando comparado com o primeiro durante a realização dos 100 m em máxima intensidade. Esses aumentos do percentual de tempo dos trechos estão relacionados com as diferentes adaptações ao processo de fadiga realizado pelos nadadores para manter a alta VN. Assim como no estudo de Seifert et al. (2005) o presente estudo demonstrou diferenças em relação aos trechos de 25 a fim de manter alta VN às custas de diferentes adaptações frente a exaustão.

Os equipamentos utilizados (palmares e nadadeiras) pouco alteraram os percentuais de duração das fases da braçada em ambos os lados (respiração e oposto à respiração), possivelmente a alteração da área que gera propulsão em membros superiores e inferiores com palmares e nadadeiras foram insuficientes para modificar a duração das fases da braçada. Para ambos os equipamentos deve existir uma relação entre o aumento da área corporal promovido pelo equipamento em relação à área corporal sem equipamento para aumentar a produção de propulsão. Ainda, alterações na duração das fases da braçada podem estar relacionadas com melhorias na continuidade de propulsão em membros superiores como, por exemplo, a diminuição da variação da velocidade de movimento, aumento do percentual de tempo durante as fases B e C (propulsivas) e diminuição do percentual de tempo durante as fases A e

D (não propulsivas). Essas observações sendo mais concisas com a utilização de palmares por diminuir a velocidade da mão nas fases subaquáticas (GOURGOULIS et al. 2008).

Outro fator que deve ser observado é a produção de propulsão de membros inferiores e superiores: a propulsão gerada por braços é maior (80 - 90% do total) quando comparada à propulsão gerada pelos membros inferiores (20 - 10% do total), em nado *crawl* (MAGLISCHO 2003). Assim implementos utilizados (dependendo da relação área corporal e aumento percentual da área do equipamento) em membros superiores podem propiciar melhorias espaço-temporais por aumentar as forças propulsivas (palmares de maior aumento percentual da área da mão em relação ao nado sem equipamentos podem aumentar o CB por aumentar o percentual de tempo da duração das fases subaquática, através dessa alteração o nadador produzirá mais propulsão por gesto realizado o que pode aumentar a VN e melhorar o desempenho), já nadadeiras afetariam mais especificamente a posição do corpo em relação ao meio líquido (menor o arrasto de forma devido a aumentos na VN com o uso de nadadeiras o que pode afetar as forças de sustentação do corpo em relação ao meio líquido e assim seria refletido em um melhor alinhamento do corpo em relação ao meio aquático ZAMPARO et al. 2009).

Fases propulsivas e não propulsivas

Para a duração relativa das fases propulsivas e não propulsivas, não foram identificadas diferenças entre o nado sem e com equipamentos, conforme a Tabela 4. Gourgoulis et al. (2009) observaram um aumento percentual das fases não propulsivas e diminuição percentual das fases propulsivas quando comparados o nado com palmares com o nado sem equipamentos. Essas alterações podem estar relacionadas com o maior CB e menor FB apresentada pelas nadadoras com a utilização de equipamentos. Conforme Chollet et al. (2000) e Millet et al. (2002), reduções das fases propulsivas estão associadas à diminuição no CB. Gourgoulis et al. (2008) não observaram diferenças nos percentuais das fases da braçada quando comparado o nado com palmares com o nado sem equipamentos. Esses autores relatam que a manutenção da duração relativa das fases pode estar relacionada ao tamanho do equipamento utilizado, palmares maiores causariam alterações na duração das fases propulsivas e não propulsivas. Entretanto Telles et al. (2011) utilizaram palmares de maior área e não encontraram alterações na duração das fases propulsivas e não propulsivas.

Considerando a duração das fases propulsivas, duas análises podem ser realizadas: (1) incremento da força aplicada, sem modificação do tempo de aplicação de força (como exemplo, com palmares os atletas poderiam aplicar mais força por braçada por deslocar maior

volume de água, assim conforme a terceira lei de Newton – ação e reação – aplicando mais força para deslocar um maior volume de água para traz o nadador será deslocado com mais força á frente) e (2) incremento do tempo de aplicação da força (maior duração percentual das fases propulsivas da braçada o nadador poderia aplicar força durante maior tempo) e diferentes combinações entre força e tempo. Este estudo não mensurou força, apenas variáveis que podem ser alteradas em função da força aplicada, como desempenho, velocidade de nado e comprimento de braçada. Com palmares, nos testes máximos, não houve qualquer diferença para essas variáveis em relação ao nado sem equipamentos, já com nadadeiras, desempenho e velocidade de nado foram incrementados (embora o comprimento de braçadas tenha sido similar). Assim, se a duração das fases propulsivas não se alterou com a utilização dos equipamentos, parece que as mudanças encontradas com as nadadeiras deve-se, apenas, ao incremento da força propulsiva de membros inferiores.

Índice de coordenação de nado (IdC)

No presente estudo, nos testes máximos não foram encontradas diferenças entre o nado sem e com equipamentos quando analisado o IdC tanto do lado da respiração quanto no lado oposto à respiração, esses se mantendo durante todos os momentos analisados em captura (Tabela 5). Segundo Chollet et al. (2009) a respiração altera a coordenação de braços dos nadadores, podendo haver diferenças entre o lado da respiração e o lado oposto a respiração. Em relação à literatura, foram encontrados apenas dois artigos que compararam IdC do nado sem equipamentos com o nado com palmares (TELLES et al. 2011 e GOURGOULIS et al. 2009). Telles et al. (2011) analisaram a coordenação de nado eliminando o efeito da respiração. Como resultado, verificou-se que o IdC modificou-se do nado sem equipamentos para com palmares (de captura, com valor de $-2,3 \pm 5,0\%$, para oposição, com valor de $-0,2 \pm 3,8\%$), entretanto essa diferença não foi estatisticamente significativa. Gourgoulis et al. (2009) não encontraram diferenças entre as situações sem equipamentos ($-10,03 \pm 3,96\%$) com palmares pequenos ($-10,42 \pm 4,15\%$) e com médios ($-10,19 \pm 4,21\%$), o IdC permanecendo em valores de captura. O modelo de coordenação em captura caracteriza-se por descontinuidade de propulsão dos membros superiores.

Conforme observado por Telles et al. (2011) altas VN, acima de $1,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, não alteram os valores de IdC, que tende a permanecer em captura. Ainda, esse modelo de coordenação de nado tende a grande variação intracíclica de velocidade devido aos momentos com e sem propulsão. Seifert et al. (2008) relatam que a coordenação de captura não deve ser caracterizada como uma má coordenação devido a períodos sem propulsão, mas simplesmente

o resultado de uma diferente organização motora. Palmares e nadadeiras não foram capazes, na máxima intensidade, de alterar o modelo coordenativo adotado pelos nadadores (captura).

Frequência média de pernadas (FP), número de pernadas por ciclo de braçadas e profundidade média de pernada (PP)

Conforme observado na Figura 14 nas três situações verificadas, em máxima intensidade, sem equipamentos (trecho 0 – 25: $2,24 \pm 0,64$ Hz, trecho 25 – 50: $2,17 \pm 0,42$ Hz); com palmares (trecho 0 – 25: $2,45 \pm 0,41$ Hz, trecho 25 – 50: $2,22 \pm 0,37$ Hz) e com nadadeiras (trecho 0 – 25: $2,47 \pm 0,39$ Hz, trecho 25 – 50: $2,27 \pm 0,44$ Hz), os atletas apresentaram alta FP, entretanto não foram encontradas diferenças entre os equipamentos. Segundo Pendergast et al. (2003) a FP aumenta conforme aumenta a velocidade de nado. Não foram encontrados estudos que analisaram a FP em testes realizados em máxima intensidade.

Acredita-se que para testes máximos em curtas distâncias (50 m), quanto maior for a FP mais superficial será o movimento realizado e maior será a velocidade de nado do nadador o que auxiliará a aumentar as forças de sustentação (ZAMPARO et al. 2009) e por consequência o corpo ficará em uma posição mais horizontalizada o que atenuará a ação das forças de arrasto. Entretanto no presente estudo não foram quantificadas a inclinação do corpo para podermos confirmar se o mesmo adquiriu uma posição mais horizontalizada ou mais inclinada em relação a linha da água.

Quando analisados os trechos sem e com equipamentos observam-se diferenças entre os mesmos, o primeiro apresenta maiores FP em comparação com o segundo. Essa diminuição na FP pode estar associada à fadiga da musculatura dos membros inferiores. Segundo Pendergast et al. (2003), deslocar uma pequena massa de água rapidamente é menos eficiente do que mover uma grande massa de água lentamente.

Para o número de pernadas por ciclo de braçadas segundo a Figura 15 não foram encontradas diferenças entre o nado sem equipamentos (trecho 0 – 25: $2,61 \pm 0,59$, trecho 25 – 50: $2,73 \pm 0,47$); com palmares (trecho 0 – 25: $2,77 \pm 0,39$, trecho 25 – 50: $2,75 \pm 0,43$) e com nadadeiras (trecho 0 – 25: $2,68 \pm 0,42$, trecho 25 – 50: $2,69 \pm 0,44$). Resultados similares foram observados por Telles et al. (2011) que compararam o número de pernadas por ciclo de braçadas entre o nado com e sem equipamentos (palmares) e não observaram diferenças entre as situações avaliadas. Em ambas as situações, os atletas apresentaram alto número de pernadas por ciclo de braçadas.

Quando analisada a FP e o número de pernadas por ciclo de braçadas, observa-se que a FP apesar de ser uma variável mais complexa para treinadores e atletas obterem, exige a

quantificação do tempo em determinada unidade (s ou min) para realização dos movimentos nos membros inferiores, a FP informa mais precisamente a velocidade de movimento por apresentar maior ou em menor frequência gestual. Dois atletas podem possuir o mesmo número de pernadas por ciclo de braçadas, mas diferentes FP caso o tempo para realização do movimento em membros superiores seja realizado em diferentes tempos. O número de pernadas por ciclo de braçadas é mais rápido de ser observado, podendo ser obtido na borda da piscina sem a utilização de cronômetros, apenas pela visualização e contagem do movimento, entretanto, sendo uma informação mais imprecisa conforme explicado anteriormente.

Em relação a PP dos tornozelos direito e esquerdo, conforme a Tabela 6, apenas o tornozelo esquerdo com nadadeiras apresentou menor PP (sem equipamentos, tornozelo direito: trecho 0 – 25: $0,48 \pm 0,10$ m e trecho 25 – 50: $0,44 \pm 0,06$ m; tornozelo esquerdo: trecho 0 – 25: $0,49 \pm 0,09$ m e trecho 25 – 50: $0,46 \pm 0,11$ m; com palmares, tornozelo direito: trecho 0 – 25: $0,49 \pm 0,07$ m e trecho 25 – 50: $0,43 \pm 0,06$ m, tornozelo esquerdo: trecho 0 – 25: $0,51 \pm 0,11$ m e trecho 25 – 50: $0,49 \pm 0,07$ m e com nadadeiras, tornozelo direito: trecho 0 – 25: $0,44 \pm 0,11$ m e trecho 25 – 50: $0,43 \pm 0,10$ m, tornozelo esquerdo: trecho 0 - 25: $0,45 \pm 0,09$ m e trecho 25 – 50: $0,41 \pm 0,08$ m). Menores valores de PP do lado esquerdo podem estar relacionados com o estilo de batida de pernas adotado pelo nadador, em um mesmo trecho de 25 m foi observado batida de pernas reta, em adejamento e cruzada ou variando entre os modos de executar o movimento de pernas. Acredita-se que tanto a PP quanto a FP podem estar relacionados com a VN do nadador em testes máximos. Conforme observado nessa pesquisa (Figuras 14 e 15) a utilização de nadadeiras apresentou menor PP, e por consequência maior VN. Esse resultado pode ser proveniente do melhor alinhamento horizontal corporal, menor arrasto (menos energia despendida para vencer as forças resistivas) entre outros fatores. Entretanto devem ser realizados estudos específicos que indiquem essas suposições, já que não era o objetivo do presente trabalho.

A PP muitas vezes foi identificada como a amplitude da pernada (PENDERGAST et al. 1996 e 2003 e ZAMPARO et al. 2002 e 2006). Devido a esses diferentes conceitos, não puderam ser comparados os resultados do presente estudo, com os de Pendergast et al. (1996 e 2003) e Zamparo et al. (2002 e 2005).

Comparando-se a média da área do pé dos nadadores (388 cm^2) com a área da nadadeira (488 cm) observa-se aumentos de 25% da área do pé com equipamento em relação à área do pé sem equipamento (presente estudo). Assim, observamos que para identificarmos alterações na FP e PP é necessário promover aumentos de área do equipamento, no mínimo, superiores a

25% da área do pé. Ainda, acredita-se que tanto a FP quanto a PP podem avaliar de modo quantitativo a qualidade técnica do nado em relação aos membros inferiores. Reduções de FP e PP podem representar melhoras na mecânica do nado por diminuição do arrasto (corpo do nadador estando mais horizontalizado) e menor gasto de energia.

4.3.2.1 Variáveis fisiológicas

Concentração sanguínea de lactato [LA]

As [LA] dos atletas (Figura 16) avaliados no pós-aquecimento, 800 m de nado em baixa intensidade, com equipamentos (com palmares $3,5 \pm 0,78 \text{ mmol l}^{-1}$ e com nadadeiras $3,28 \pm 0,9 \text{ mmol l}^{-1}$) foram menores quando comparadas com o nado sem equipamentos ($4,3 \pm 1,05$). Esses menores valores de [LA] em baixa intensidade foi proveniente do uso de equipamentos (últimos 300 m do aquecimento) que propiciou uma menor sobrecarga muscular ao atleta em membros superiores (palmares) e inferiores (nadadeiras) possibilitando que os mesmos pudessem aquecer com menos esforço em comparação com o nado sem equipamentos.

Os testes máximos apresentaram diferenças nas [LA] quando os nadadores nadaram sem equipamentos ($9,64 \pm 2,36 \text{ mmol l}^{-1}$) em comparação com o nado com palmares ($8,36 \pm 2,18 \text{ mmol l}^{-1}$). A menor [LA] com palmares em comparação ao nado sem equipamentos, difere do relatado por Lerda et al. (1996), esses não encontraram diferenças entre o nado sem equipamentos e o nado com palmares. Lerda et al. (1996), utilizaram amostras com características diferentes em relação ao sexo (mulheres), idade ($21,6 \pm 2,6$ anos), massa corporal (57 ± 4 kg), estatura (166 ± 6 cm), área da palma da mão (127 cm^2) e desempenho (639 pontos) em comparação ao presente estudo; entretanto a área do equipamento (320 cm^2) foi similar. Segundo Ogita et al. (1993), a capacidade de nadar com palmar não depende da maior produção de energia, mas sim da maior eficiência propulsiva gerada pelos membros superiores.

Segundo Kjendlie et al. (2004), as máximas VN obtidas com a utilização de palmares, não são provenientes de uma maior demanda energética, e sim do aumento da eficiência propulsiva, essa sendo observada por alterações na FB (diminuição) e CB (aumento). Entretanto deve-se ressaltar que essas modificações na FB e no CB estão relacionadas com modificação percentual causada pela área do equipamento (aumento percentual ou diminuição percentual) em relação à área do segmento corporal sem equipamento. Assim como observado no presente estudo, o aumento percentual da área da palma da mão com palmar em relação ao nado sem equipamentos em máxima intensidade foi insuficiente para alterar tanto a FB como

o CB melhorando a eficiência propulsiva. Devido a essa manutenção da eficiência propulsiva (quando analisado a FB e o CB) houve alteração das [LA] em comparação ao nado sem equipamentos.

A alta [LA] com nadadeiras ($9,75 \pm 2,45 \text{ mmol l}^{-1}$) pode ser proveniente da maior massa muscular dos membros inferiores, quando utiliza-se esse equipamentos. Observa-se também maior produção de força muscular, já que uma maior massa de água deve ser deslocada, assim, o mesmo gesto, com e sem nadadeiras, deverá gerar maior massa muscular sendo utilizada com nadadeiras. Ainda, alta [LA] com o nado com nadadeiras também demonstra alta demanda energética gerada pelos atletas por terem atingido maior VN dentre as situações já citadas, considerando as relações entre arrasto, velocidade de nado e custo energético (KJENDLIE et al. 2004). Em conjunto, as nadadeiras, quando utilizadas em máxima intensidade, podem ter aumentado o arrasto por deslocar uma grande massa de água em alta velocidade.

Percepção subjetiva de esforço (PSE)

A utilização de equipamentos (Figura 17) nos testes máximos sem equipamentos ($18,8 \pm 1,2$), com palmares ($18,5 \pm 1,5$) e com nadadeiras ($19,1 \pm 0,8$), não foi capaz de alterar significativamente a PSE. Por outro lado, foram observadas diferenças entre os momentos de avaliação com os diferentes equipamentos. A PSE pós-aquecimento indicou valores de esforço muito leve, proveniente dos 800 m de nado realizado em baixa intensidade (sem equipamentos ($10,8 \pm 2,0$), com palmares ($9,7 \pm 1,7$) e com nadadeiras ($9,2 \pm 1,6$)). Em contraste, o pós-teste máximo demonstrou esforços extremamente intensos. Conforme Suzuki et al. (2007) e Graef et al. (2006), a PSE é um instrumento muito utilizado no meio aquático entretanto, em relação a sua utilização em testes máximos com equipamentos (palmares e nadadeiras) não foram encontradas pesquisas que tenham realizado essa comparação.

4.4 RESULTADOS DAS SÉRIES DE NADO INTERVALADO

São descritos os resultados das variáveis espaço-temporais e fisiológicas obtidas durante a realização das séries de nado intervalado de nado em intensidade submáxima.

4.4.1 Variáveis espaço-temporais

São apresentados os dados referentes ao CB, FB, duração das fases (A, B, C, D), IdC, FP, número de pernadas por ciclo de braçadas e PP nas distâncias dos 50 m, sem e com equipamentos.

Na série de nado intervalado sem equipamentos solicitou-se que os nadadores executassem a série na PSE correspondente ao valor 15. Todos os tempos para cada 50 m de cada nadador foram registrados, após calculou-se a VN da série sem equipamentos para cada nadador e esta foi a VN com que cada atleta executou ambas as séries com equipamentos. Esta velocidade foi, em média, de $1,45 \pm 0,13 \text{ m s}^{-1}$, mas individualizada. Por isso, para as séries de nado intervalado com equipamentos, como os participantes executaram as séries em velocidade controlada pelo *pacemaker*, não são apresentados nem discutidos os valores de VN.

Comprimento médio de ciclo de braçadas (CB)

A Figura 18 apresenta a média do CB nas 12 repetições de 50 m em intensidade submáxima sem e com equipamentos.

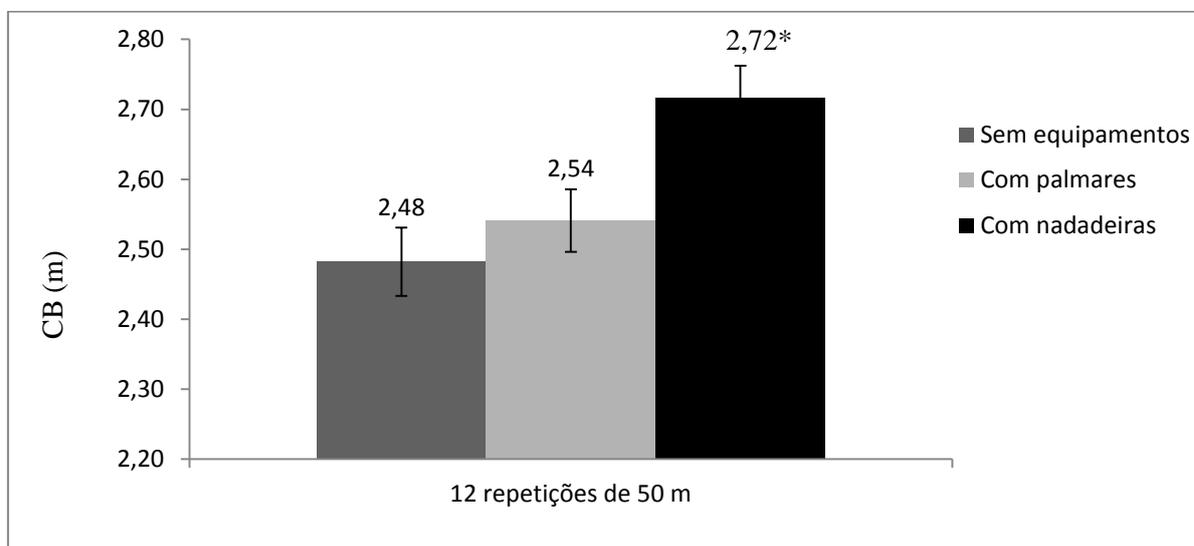


Figura 18 – Média do CB realizado nas 12 repetições de 50 m sem e com equipamentos; n = 11.

* Diferenças significativas ($p < 0,05$).

Na análise do CB foram encontradas diferenças entre o nado sem e com equipamentos ($F(1,16; 11,68) = 7,32; p < 0,05; \eta^2 = 0,42$); com nadadeiras o CB foi maior quando comparado com palmares e com nado sem equipamentos. Não houve diferenças entre as

repetições ($F(11; 110) = 1,55$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,13$) e não observou-se interação entre equipamentos e repetições ($F(22; 220) = 1,14$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,10$).

Frequência média de ciclo de braçadas (FB)

A Figura 19 apresenta a média dos valores de FB no trecho de 50 m nas séries de repetições submáximas.

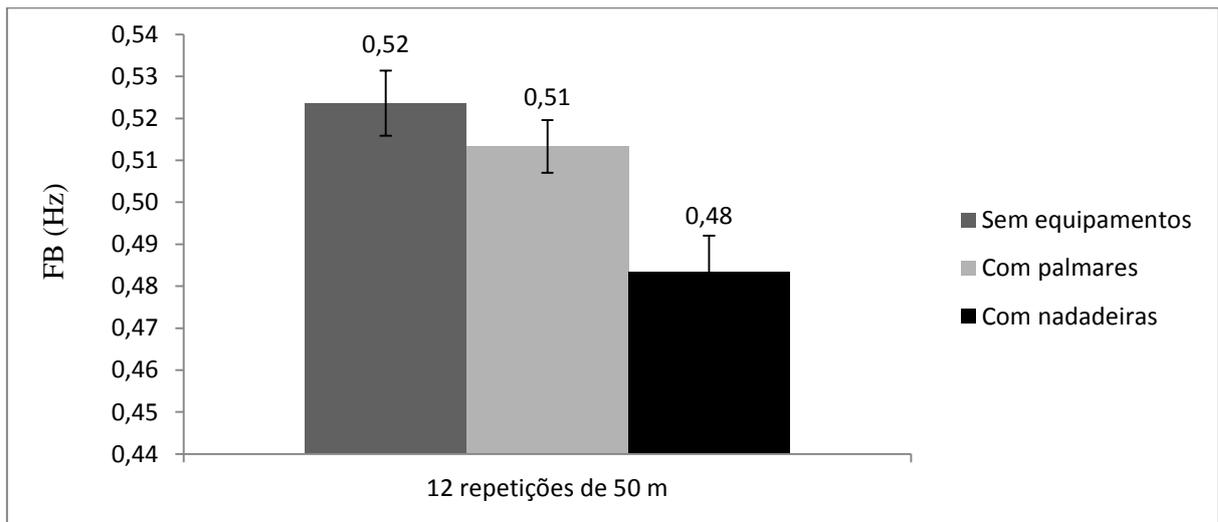


Figura 19 – Média da FB sem e com equipamentos realizados nas 12 repetições de 50 m; $n = 11$.

Para a FB não foram encontradas diferenças entre o nado sem e com equipamentos ($F(1,12; 11,19) = 3,272$; $p = 0,059$; $\eta^2 = 0,247$) e interação entre equipamentos e repetições ($F(22; 220) = 0,852$; $p = 0,658$; $\eta^2 = 0,078$). Foram identificadas diferenças entre as repetições ($F(11; 70) = 1,909$; $p = 0,046$; $\eta^2 = 0,160$), entretanto, devido à sutileza das mesmas, não foram detectadas pelo teste *post hoc*.

Duração das fases da braçada

São descritas as durações das fases A, B, C, D, propulsivas e não propulsivas no lado da respiração e do lado oposto à respiração nas 12 repetições de 50 m, sem e com a utilização de equipamentos.

Fases A, B, C e D

A Tabela 7 apresenta os valores da média das 12 repetições da duração das fases A, B, C e D (lado da respiração e lado oposto à respiração) sem e com equipamentos.

Tabela 7 - Duração das fases (A, B, C, D) no lado da respiração (r) e no lado oposto à respiração (n) no trecho de 50 m das séries com e sem equipamentos; n = 11.

	Sem equipamentos	Com palmares	Com nadadeiras
Fase A (%)	42,53	40,33	43,03 *
(r)	± 1,1	± 1,22	± 0,52
Fase A (%)	37,89	37,74	39,84
(n)	± 1,03	± 0,65	± 0,84
Fase B (%)	18,73	19,77	17,75
(r)	± 4,82	± 1,22	± 0,49
Fase B (%)	18,55	20,34	19,11
(n)	± 0,86	± 0,78	± 0,8
Fase C (%)	21,99	22,34	23,31
(r)	± 0,48	± 0,46	± 5,23
Fase C (%)	23,36	22,37	21,37 ⁺
(n)	± 0,42	± 0,38	± 0,25
Fase D (%)	18,06	17,5	17,55
(r)	±0,61	±0,67	±0,53
Fase D (%)	20,15	19,76	19,73
(n)	±0,57	±0,34	±0,52

*⁺ Diferenças significativas ($p < 0,05$).

Para as fases A (lado da respiração e lado oposto à respiração) não foram encontradas diferenças entre o nado sem e com equipamentos (respectivamente: $F(2; 20) = 1,85$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,15$ e $F(1,31; 13,09) = 0,93$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,08$); entre as repetições (respectivamente: $F(11; 110) = 1,11$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,10$ e $F(11; 110) = 0,75$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,07$) e não observou-se interação entre equipamentos e repetições no lado oposto à respiração ($F(22; 220) = 0,61$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,05$). Em contraste, houve interação entre equipamentos e repetições no lado da respiração ($F(22; 220) = 1,72$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,14$). As comparações específicas indicaram diferenças entre os equipamentos ($F(2; 22) = 23,27$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,67$), a fase A no lado da respiração apresentou maior percentual de tempo com nadadeiras em comparação com palmares e com o nado sem equipamentos; e entre as repetições sem equipamentos ($F(11; 110) = 2,23$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,18$), a segunda repetição foi maior do que a décima segunda. Não foram encontradas diferenças entre as repetições com palmares ($F(11; 110) = 1,82$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,15$) e com nadadeiras ($F(11; 110) = 0,45$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,04$).

Em relação às fases B (lado da respiração e lado oposto à respiração) não foram encontradas diferenças entre o nado sem e com equipamentos (respectivamente: $F(2; 20) = 1,05$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,09$ e $F(2; 20) = 0,84$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,07$); entre as repetições

(respectivamente: $F(11; 110) = 1,33$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,11$ e $F(11; 110) = 1,14$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,10$); e não houve interação entre equipamentos e repetições (respectivamente: $F(22; 220) = 1,04$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,09$ e $F(22; 220) = 0,45$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,04$).

Para as fases C (lado da respiração e lado oposto à respiração); não foram encontradas diferenças entre as repetições (respectivamente: $F(11; 110) = 0,94$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,08$ e $F(11; 110) = 0,44$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,04$); não observou-se interação entre equipamentos e repetições (respectivamente: $F(22; 220) = 1,03$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,09$ e $F(22; 220) = 0,62$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,05$) e não houve diferenças entre o nado sem e com equipamentos no lado da respiração ($F(2; 20) = 0,29$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,02$). No lado oposto à respiração, foram encontradas diferenças entre o nado sem e com equipamentos ($F(2; 20) = 4,10$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,29$), a fase C no nado com nadadeiras apresentou menor percentual de tempo do que o nado sem equipamentos e o nado com palmares.

Em relação à fase D (lado da respiração e lado oposto à respiração) não foram encontradas diferenças entre o nado sem e com equipamentos (respectivamente: $F(2; 20) = 0,17$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,01$ e $F(1,30; 13,01) = 0,86$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,009$); não houve interação entre equipamentos e repetições (respectivamente: $F(22; 220) = 1,001$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,09$ e $F(22; 220) = 0,64$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,06$) e não observaram-se diferenças entre as repetições do lado oposto à respiração ($F(11; 110) = 0,59$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,05$). No lado da respiração foram encontradas diferenças entre as repetições ($F(11; 110) = 1,91$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,16$), entretanto as diferenças não foram detectadas pelo *post hoc*.

Fases propulsivas e não propulsivas

A Tabela 8 apresenta os valores das médias das fases propulsivas e não propulsivas em relação às repetições submáximas de 50 m sem e com equipamentos.

Tabela 8 - Duração das fases propulsivas e não propulsivas no lado da respiração (r) e no lado oposto à respiração (n) no trecho de 50 m das séries com e sem equipamentos; n = 11.

	Sem equipamentos	Com palmares	Com nadadeiras
Fases propulsivas (%) (r)	39,41 ± 1,35	42,04 ±0,94	39,54 ±0,55
Fases propulsivas (%) (n)	42,05 ±0,79	42,65 ±0,81	40,51 ±0,93
Fases não propulsivas (%) (r)	60,58 ±1,35	57,95 ±0,94	60,45 ±0,54
Fases não propulsivas (%) (n)	60,58 ±1,35	57,95 ±0,94	60,45 ±0,54

Nas fases propulsivas (lado da respiração e lado oposto à respiração) e não propulsivas (lado da respiração e lado oposto à respiração) não foram encontradas diferenças entre o nado sem e com equipamentos (respectivamente: $F(2; 20) = 1,06$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,09$, $F(2; 20) = 1,33$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,11$, $F(2; 20) = 1,06$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,09$ e $F(2; 20) = 1,44$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,12$); entre as repetições (respectivamente: $F(11; 110) = 0,83$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,07$, $F(11; 110) = 1,10$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,09$, $F(11; 110) = 0,84$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,07$ e $F(11; 110) = 1,04$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,09$) e não houve interação entre equipamentos e repetições (respectivamente: $F(22; 220) = 1,40$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,12$, $F(22; 220) = 0,41$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,04$, $F(22; 220) = 1,41$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,12$ e $F(22; 220) = 0,31$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,03$).

Índice de coordenação de nado (IdC)

A Tabela 9 apresenta os valores de média IdC 1 (respiração para não-respiração) e IdC 2 (não-respiração para respiração) nas repetições de 50 m em intensidade submáxima.

Tabela 9 – Valores de média de IdC 1 e IdC 2 obtidos das 12 repetições de 50 m sem e com equipamentos; n = 11.

	IdC 1 (%)	IdC 2 (%)
Sem equipamentos	-9,02 ± 1,25	-10,32 ± 1,44
Com palmares	-7,19 ± 1,72	-8,26 ± 1,14
Com nadadeiras	-11,51 ± 1,23	-9,40 ± 1,39

Para IdC 1 não foram encontradas diferença entre o nado sem e com equipamentos ($F(2; 20) = 2,63$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,20$), entre as repetições ($F(11; 110) = 1,41$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,12$) e

não houve interação entre equipamentos e repetições ($F(22; 220) = 1,12; p > 0,05; \eta^2 = 0,10$). No IdC 2 não observou-se diferenças entre o nado sem e com equipamentos ($F(2; 20) = 0,48; p > 0,05; \eta^2 = 0,046$), entre as repetições ($F(11; 110) = 0,56; p > 0,05; \eta^2 = 0,053$) e não houve interação entre equipamentos e repetições ($F(22; 220) = 1,10; p > 0,05; \eta^2 = 0,10$).

Frequência média de pernadas (FP)

A Figura 20 apresenta os valores de FP na realização dos 50 m em séries de intensidade submáximas.

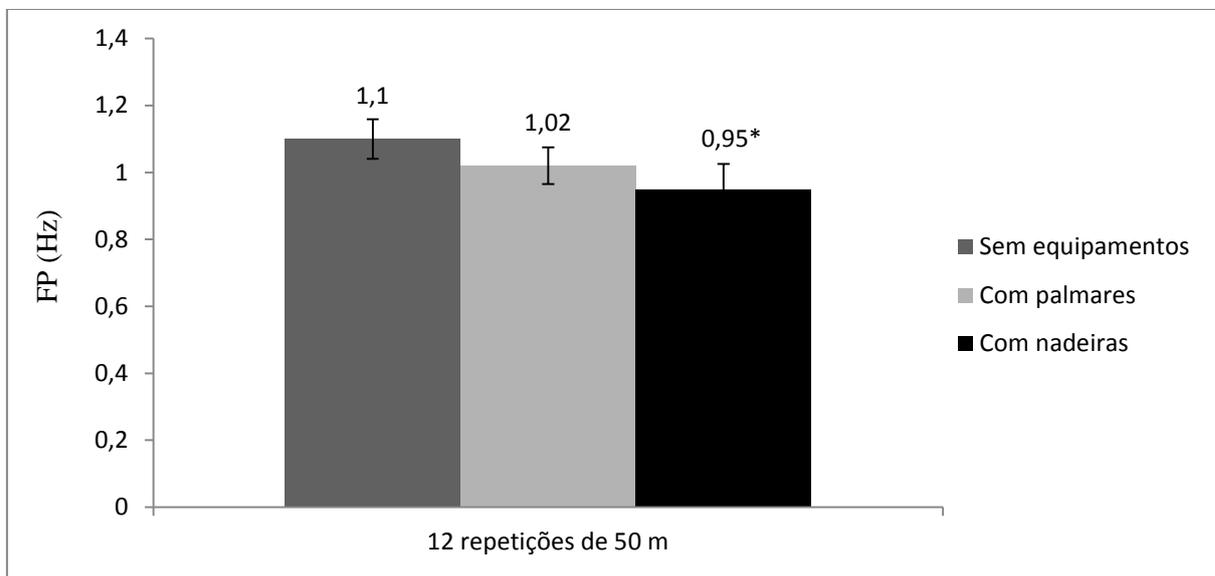


Figura 20 – Média da FP realizada nas 12 repetições de 50 m sem e com equipamentos; $n = 11$.

* Diferenças significativas ($p < 0,05$).

Para FP foram encontradas diferenças entre o nado sem e com equipamentos ($F(2; 20) = 4,96; p < 0,05; \eta^2 = 0,33$), o nado com nadadeiras apresentou menor FP quando comparado com o nado com palmares e o nado sem equipamentos. Não foram encontradas diferenças entre as repetições ($F(11; 110) = 1,46; p > 0,05; \eta^2 = 0,12$) e não observou-se interação entre equipamentos e repetições ($F(22; 220) = 1,16; p > 0,05; \eta^2 = 0,10$).

Os valores do número de pernadas por ciclo de braçadas nas 12 repetições de 50 m pode ser observada na Figura 21.

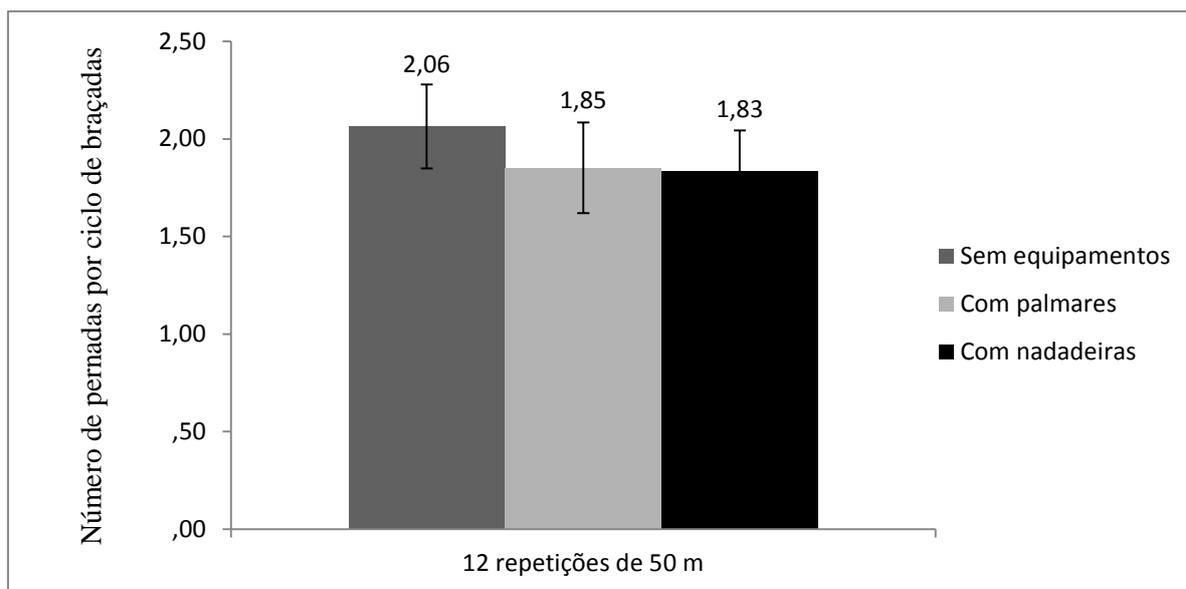


Figura 21 - Número de pernadas por ciclo de braçadas nas 12 repetições de 50 m sem e com a utilização de equipamentos; n = 11.

Para o número de pernadas por ciclo de braçadas não foram encontradas diferenças entre o nado sem e com equipamentos ($F(2; 20) = 2,85; p > 0,05; \eta^2 = 0,22$), entre as repetições ($F(11; 110) = 1,57; p > 0,05; \eta^2 = 0,13$) e não observou-se interação entre equipamentos e repetições ($F(22; 220) = 0,62; p > 0,05; \eta^2 = 0,05$).

Profundidade média de pernada (PP)

As profundidades dos tornozelos direito e esquerdo durante a realização das séries em intensidades submáxima na distância de 50 m esta apresentada na Tabela 10.

Tabela 10 – Valores de PP dos tornozelos direito e esquerdo sem e com equipamentos obtidos das 12 repetições de 50 m; n = 11.

	Tornozelo direito	Tornozelo esquerdo
Sem equipamentos	0,43 ± 0,02	0,47 ± 0,02
Com palmares	0,45 ± 0,01	0,46 ± 0,01
Com nadadeiras	0,42 ± 0,02	0,42 ± 0,02

* Diferenças significativas ($p < 0,05$).

Na PP dos tornozelos direito e esquerdo não foram encontradas diferenças entre o nado sem e com equipamentos (respectivamente: $F(2; 18) = 0,77; p > 0,05; \eta^2 = 0,079$ e $F(2; 18)$

= 3,29; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,26$); entre as repetições (respectivamente: $F(11; 99) = 0,76$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,79$ e $F(11; 99) = 0,82$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,08$) e não existiu interação entre equipamentos e repetições (respectivamente: $F(22; 198) = 1,34$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,13$ e $F(22; 198) = 0,75$; $p > 0,05$; $\eta^2 = 0,07$).

4.4.2 Variáveis fisiológicas

São apresentados os dados referentes à [LA] e PSE. Para a [LA], é realizada a comparação das concentrações em três momentos distintos pós-aquecimentos, pós 6ª e pós 12ª repetições. A PSE foi comparada em dois momentos (após a realização da 6ª e 12ª repetições).

Concentração de lactato [LA]

A Figura 22 apresenta as [LA] em três situações distintas, pós-aquecimento, pós 6ª e pós 12ª repetições, sem e com equipamentos.

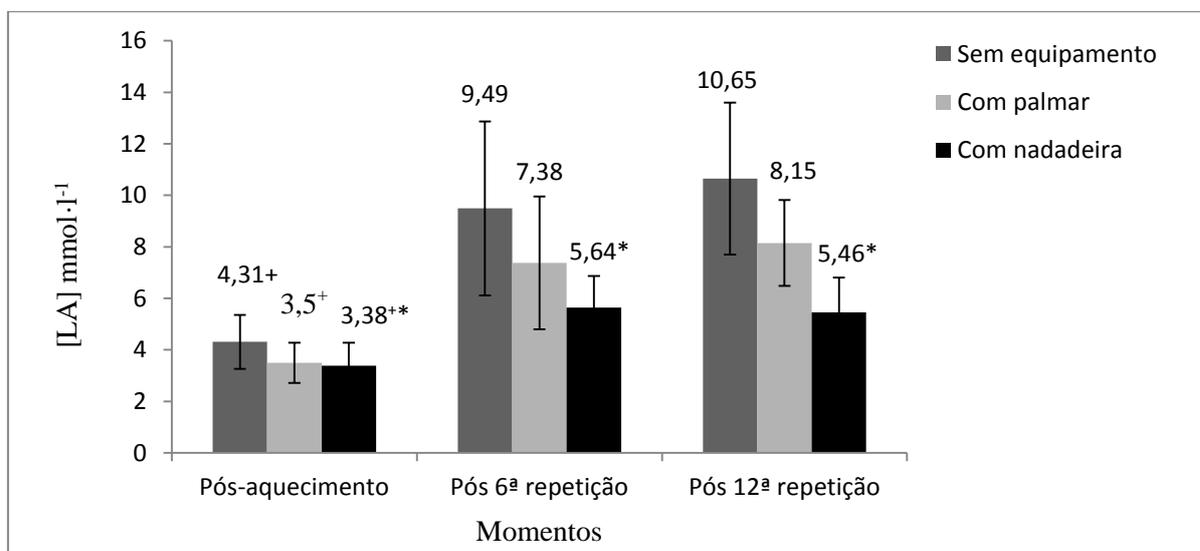


Figura 22 – [LA] em três momentos (pós-aquecimento, pós-sexta e pós-décima segunda repetições) sem e com equipamentos; $n=11$. ⁺ * Diferenças significativas ($p < 0,05$).

Para [LA] foram encontradas diferenças entre o nado sem e com equipamentos ($F(2; 20) = 14,98$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,60$). No nado com nadadeiras, a [LA] foi menor que no nado com palmares e no nado sem equipamentos; diferenças entre os momentos ($F(2; 20) = 125,17$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,92$), no pós-aquecimento a [LA] apresentou menores valores quando comparados com o segundo e o terceiro momentos de análise e diferenças na interação entre

equipamentos e momentos ($F(2,63; 26,30) = 4,55; p < 0,05; \eta^2 = 0,31$). Na análise específica entre o nado sem e com equipamentos no pós-aquecimento, no pós 6ª e pós 12ª repetições indicaram diferenças no pós-aquecimento ($F(2; 20) = 6,05; p < 0,05; \eta^2 = 0,37$), demonstrando menores [LA] com nadadeiras em comparação com o nado sem equipamentos; no pós 6ª repetição ($F(2; 20) = 7,07; p < 0,05; \eta^2 = 0,41$), nadadeiras apresentaram menores valores de [LA] quando comparados com o nado sem equipamentos e no pós 12ª ($F(2; 20) = 13,70; p < 0,05; \eta^2 = 0,57$); nadadeiras apresentaram menores valores [LA] em comparação com palmares e com o nado sem equipamentos. A análise específica entre o nado sem equipamentos, com palmares e com nadadeiras entre os três momentos de análise pós-aquecimento, pós 6ª e pós 12ª repetições demonstraram diferenças entre os momentos. Com o nado sem equipamentos ($F(2; 20) = 23,65; p < 0,05; \eta^2 = 0,70$), com palmares ($F(1,32; 13,24) = 73,21; p < 0,05; \eta^2 = 0,88$) e com nadadeiras, ($F(2; 20) = 24,66; p < 0,05; \eta^2 = 0,71$) foram identificadas menores [LA] no momento pós-aquecimento, seguidos pelo pós 6ª e pelo pós 12ª repetições.

Percepção subjetiva de esforço

A Figura 23 apresenta os valores da PSE em dois momentos, 6ª e 12ª repetições do nado com equipamentos em comparação com o valor 15 do nado sem equipamentos.

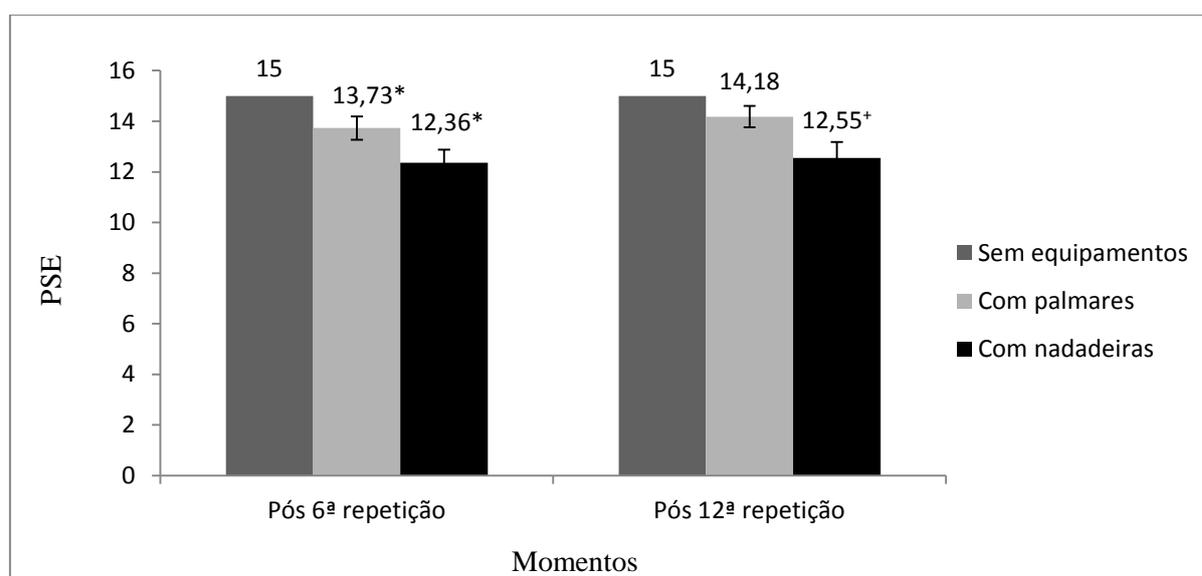


Figura 23 – PSE em dois momentos (pós-sexta e pós-décima segunda repetições) com equipamentos. A PSE 15 do sem equipamentos foi utilizado como base para a realização dos testes; $n = 11$. * + Diferenças significativas ($p < 0,05$).

Para PSE foram encontradas diferenças entre a PSE 15 sem equipamentos para os valores do pós 6ª e pós 12ª repetições com equipamentos. No pós 6ª repetição, o nado com palmares e com nadadeiras apresentaram diferenças em relação à PSE 15 ($t(10) = -2,71$; $p < 0,05$), ($t(10) = -5,00$; $p < 0,05$), ambos os equipamentos apresentaram valores inferiores a PSE 15, nadadeiras apresentaram menores valores em comparação aos palmares. No pós 12ª repetição apenas o nado com nadadeiras apresentou diferenças em relação à PSE 15 ($t(10) = -3,84$; $p < 0,05$) o valor de PSE foi inferior à PSE 15.

4.5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DAS SÉRIES DE NADO INTERVALADO

São discutidos os resultados das variáveis espaço-temporais (CB, FB, duração das fases da braçada, fases propulsivas e não propulsivas, IdC, FP, número de pernadas por ciclo de braçadas e PP) e variáveis fisiológicas ([LA] e PSE).

4.5.1 Variáveis espaço-temporais

Comprimento médio de braçadas (CB) e frequência média de braçadas (FB)

Conforme a Figura 18, o CB apresentou maiores valores com a utilização de nadadeiras ($2,62 \pm 0,04$ m) em comparação com o nado sem equipamentos ($2,14 \pm 0,04$ m) e com palmares ($2,46 \pm 0,04$ m).

A VN para a realização das 12 repetições em intensidade submáxima com nadadeiras em comparação com o nado sem equipamentos foi mantida por meio de maior CB (em intensidade submáxima os atletas conseguiram manter grandes comprimentos de ciclo de braçada) e manutenção da FB (não sendo alterada quando comparada com o nado sem equipamentos) (sem equipamentos: $0,52 \pm 0,01$ Hz; com palmares: $0,51 \pm 0,01$ Hz e com nadadeiras: $0,48 \pm 0,01$ Hz) Figura 19.

Os resultados do presente estudo em relação ao uso de nadadeiras corroboram com os encontrados por Zamparo et al. (2005) em relação ao aumentam do CB com nadadeiras quando comparado com o nado sem equipamentos. Entretanto esses pesquisadores observaram diminuição da FB em 20% com a utilização de nadadeiras em intensidade de nado que pudesse ser mantida aerobicamente. Conforme Zamparo et al. (2002) e Deschodt et al. (1990) a redução da FB está associada a redução da FP (redução de 43% da FP), a eficiência propulsiva dos membros inferiores afeta em conjunto a eficiência propulsiva dos

membros superiores. No presente estudo não foram observadas alterações da FP entre os equipamentos.

Em relação aos palmares, o presente estudo encontrou resultados diferentes quando comparados aos apresentados por Lerda et al. (1996), Gourgoulis et al. (2006) e Freitas et al. (2011) que encontraram aumento no CB e diminuição do FB (GOURGOULIS et al. 2006 utilizou a FB fixa).

Lerda et al. (1996) contou com oito nadadoras de $21,6 \pm 2,6$ anos, 57 ± 4 kg de massa corporal, 166 ± 6 cm de estatura, 639 pontos de desempenho. O objetivo do estudo foi mensurar e comparar mudanças em determinadas variáveis espaço-temporais e fisiológicas em duas condições de nado *crawl*: sem palmares e com palmares (320 cm^2) em velocidades máximas e submáximas. Gourgoulis et al. (2006) avaliaram nove nadadores homens de $16,8 \pm 2,3$ anos de idade, $70,7 \pm 4,6$ kg de massa corporal, $179 \pm 0,04$ cm de estatura, $9,5 \pm 2,46$ anos de experiência em treinamento e desempenho entre 745 e 462 pontos. O objetivo do estudo foi determinar o efeito de dois diferentes tamanhos de palmares (116 cm^2) e (311 cm^2) em um padrão tri-dimensional de deslocamento da braçada subaquática de nado *crawl* em uma frequência de braçada fixa. Por último, Freitas et al. (2011) analisaram dez nadadores de $17,6 \pm 3,7$ anos de idade, $59,6 \pm 7,1$ kg de massa corporal, $1,72 \pm 0,03$ m de estatura, $1,77 \pm 0,04$ m de envergadura e experiência de pelo menos três anos e com desempenho equivalente à nível regional. O objetivo do estudo foi verificar o efeito de diferentes tamanhos de palmares sobre a cinemática do nado *crawl* executado em intensidade relativa ao esforço percebido (EP) 17 da Escala de 15 pontos de Borg. Foram realizadas três séries de doze repetições de 50 m em estilo *crawl*, com intervalo de 20 s entre as repetições nas condições sem palmar, com palmar pequeno (183 cm^2) e com palmar médio (260 cm^2).

Dos três trabalhos descritos, apenas o de Freitas et al. (2011) apresenta semelhanças em relação ao protocolo de avaliação da presente pesquisa. Acredita-se que a diferença de resultados observados por Freitas et al. (2011) esteja relacionado com a VN. Freitas et al. (2011) utilizaram como controle de intensidade a PSE e a partir desse esforço foi mensurado a VN, CB e FB nas situações com e sem palmares. Já no presente estudo a VN era controlada, sendo a mesma para o nado sem e com equipamentos.

Duração das fases da braçada (A, B, C e D)

Com a utilização de nadadeiras, conforme a Tabela 7 observam-se aumentos na duração da fase A no lado da respiração e a diminuição na duração da fase C no lado oposto à respiração. Para uma mesma VN de nado, situação sem e com equipamentos, a utilização de

nadadeiras propiciou aumentos do CB, esse gerou adaptações necessitando que os atletas aumentassem a duração das fases da braçada conforme observado pelo aumento da duração da fase A (não propulsiva, lado da respiração) em conjunto com diminuições da duração da fase C (propulsiva, lado oposto à respiração).

Os resultados encontrados com a utilização de palmares foram diferentes dos observados na literatura. Gourgoulis et al. (2006) não observaram diferenças no tempo da duração fases subaquáticas (B e C); em oposição, Sidney et al. (2001) observaram o aumento da duração da fase C. Essas duas pesquisas citadas utilizaram, em ambas as situações, uma FB fixa. Dessa forma os atletas aumentaram a VN a custas de maiores CB o que pode ter alterado a duração das fases da braçada quando utilizado uma FB fixa. Ainda, divergências observadas nos resultados de Gourgoulis et al. (2006) e Sidney et al. (2001) podem estar relacionados às diferenças entre os tamanhos de palmares utilizados (311 cm² contra 360 cm²).

Lauder et al. (2009) tentaram determinar a assimetria no padrão de braçadas no nado *crawl* com e sem palmares, único trabalho encontrado que diferenciou o lado da respiração do lado oposto à respiração. Como resultado, foram observados aumentos da duração da fase C de ambos os lados; entretanto, os palmares utilizados eram muito grandes (480 cm²). Segundo Sidney et al. (2001) os palmares maiores tendem a gerar uma maior duração da fase C. Dessa forma, acredita-se que o aumento da duração da fase C de ambos os lado possa estar relacionada com o tamanho do palmar utilizado.

Fases propulsivas e não propulsivas

Conforme a Tabela 8, palmares e nadadeiras não causaram diferenças em relação à duração das fases propulsivas e não-propulsivas quando comparados os nados com e sem equipamentos. Gourgoulis et al. (2006) observaram resultados similares em relação as fases propulsivas e não propulsivas. Esses autores relatam que não foram encontradas alterações na duração das fases devido à utilização de uma FB fixa. No presente trabalho, como a VN era a mesma em todas as situações e não foram observadas alterações na FB e no CB quando comparado o nado com palmares e o nado sem equipamentos, a duração das fases (propulsivas e não propulsivas) não apresentaram alterações.

Aumentos de 25% da área do pé (nadadeiras) propiciaram maior área de propulsão aos atletas, através dessa maior área, o nadador conseguiu manter a VN em comparação ao nado sem equipamentos à custas dos movimentos realizados em membros inferiores, não alterando a duração das fases propulsivas em membros superiores. Entretanto esse aumento de 25% não

foi suficiente para alterar algumas variáveis espaço-temporais dos membros inferiores. Em VN controlada por um *pacer*, aumentos da área do pé propiciado por nadadeiras de maior área em comparação ao presente estudo, poderiam até diminuir a duração das fases propulsivas e aumentar a duração das fases não propulsivas por manterem a VN a custas de maior propulsão de membros inferiores. Assim os membros superiores não necessitariam realizar maiores CB e FB em comparação ao nado sem equipamentos. Conforme a intensidade (baixa), essas variáveis poderiam apresentar diminuições o que aumentaria a duração das fases não propulsivas e diminuiria a duração das propulsivas.

Índice de coordenação de nado (IdC)

Em relação ao IdC (Tabela 9), em todas as situações analisadas sem e com equipamentos) os IdCs (1 e 2) corresponderam a coordenação em captura, mesmo observando-se alterações para valores mais próximos de zero na situação com palmares, essas não foram significativas.

A literatura aponta para alterações do IdC quando analisado o nado com palmares, esse modificando-se para valores mais positivos (-5 sem equipamentos para -1 ± 4 com palmares) (SIDNEY et al. 2001). Entretanto, mesmo com essas alterações, o modelo adotado ainda permaneceu em captura, concordando com os dados encontrados na presente pesquisa. Estudo de Sidney et al. (2001) teve o objetivo de detectar as modificações do padrão motor por meio da variação da velocidade intracíclica e na coordenação de nado quando usados palmares em uma frequência de braçadas fixa; foi analisada apenas a influência sobre os membros superiores, assim os nadadores deveriam utilizar flutuadores entre os membros inferiores. Foram utilizados palmares de mesma marca do presente estudo TYR[®], mas de áreas diferentes (360 cm²). Conforme observado por Sidney et al. (2001) modificações no IdC são provenientes do aumento percentual da duração das fases propulsivas e da diminuição percentual da duração das fases não propulsivas.

Entretanto no presente estudo, acredita-se que a área do palmar não foi grande o suficiente para aumentar a propulsão em membros superiores e alterar o IdC para modelos de coordenação em oposição e/ou sobreposição quando comparado com o nado sem equipamentos. Provavelmente as alterações estão relacionadas ao percentual de aumento da área do palmar em relação à área da mão. Assim o tamanho do equipamento não pode ser grande demais que lentifique o movimento ou ser pequeno demais que altere pouco, ou até mesmo nem altere, a duração das fases da braçada e, em consequência, o IdC.

Frequência média de pernadas (FP), número de pernadas por ciclo de braçadas e profundidade média de pernada (PP)

Foram encontradas diferenças na FP entre as comparações entre o nado sem equipamentos ($1,10 \pm 0,06$ Hz) e o nado com equipamentos (palmares: $1,02 \pm 0,05$ Hz e nadadeiras: $0,95 \pm 0,08$ Hz), nadadeiras apresentam a menor FP entre as situações analisadas (Figura 20). Os resultados observados no presente estudo com a utilização de nadadeiras em comparação com o nado sem equipamentos são similares aos encontrados na literatura. Com a utilização de equipamentos, Zamparo et al. (2002) indicaram melhorias na economia e eficiência do nado na superfície pela utilização de nadadeiras em uma gama de velocidades que podem ser sustentados aerobicamente. Como resultados, encontraram diminuições de 43% da FP em comparação com o nado sem equipamentos.

Zamparo et al. (2006) investigaram como as nadadeiras com diferentes características físicas afetam o custo energético e a eficiência da locomoção aquática em intensidade de nado submáxima, ao final verificaram quedas na FP de 45% para nadadeiras pequenas e 50% para nadadeiras grandes em comparação com o nado sem equipamentos. No estudo de Zamparo et al. (2002) foram analisados sete nadadores de $19,9 \pm 1,3$ anos de idade, $71,6 \pm 7,2$ kg de massa corporal, $179 \pm 0,69$ cm de estatura, 383 cm² de área do pé e utilizaram-se nadadeiras que variaram entre 800 cm² a 1200 cm² de área, representando aumentos entre 108 e 213% da área do pé.

Na pesquisa de Zamparo et al. (2006) analisaram-se dez nadadores de $19,7 \pm 1,8$ anos de idade, $75,5 \pm 8,7$ kg de massa corporal, $180 \pm 0,04$ cm de estatura, 293 cm² de área do pé e utilizou-se nadadeiras que variaram entre 800 cm² a 1200 cm², o que representou aumentos entre 173 a 309% da área do pé. Em comparação ao presente estudo, Zamparo et al. (2002 e 2006) analisaram em intensidade submáxima, nadadores de menor idade, menor massa corporal, maior estatura, similar área do pé e nadadeiras com percentual de aumento em relação à área do pé maiores. Esse aumento superior a 100%, comparados ao presente estudo, pode ter acarretado nas diferenças em relação à FP observados por Zamparo et al. (2002 e 2006).

No presente estudo, optou-se por nadadeiras de 488 cm² por ser o tamanho mais utilizado nos clubes de natação de Porto Alegre. Outra grande diferença observada foi a não utilização dos movimentos dos membros superiores (ZAMPARO et al. 2002 e 2006). Durante a realização do deslocamento em uma piscina anular de $2,5$ m de largura, $2,5$ m de profundidade e 60 m de circunferência, os atletas deveriam nadar com as articulações dos ombros flexionadas a 180° e a articulação do cotovelo estendida, assim os membros

superiores estavam estendidos e alinhados a frente do corpo, com a palma da mão virada para baixo.

O único estudo que analisou atletas que nadaram no estilo *crawl* em intensidade submáxima foi o de Zamparo et al. (2005). Esse identificou o balanço energético completo do nado *crawl*, o custo energético por distância e a eficiência global de nadadores com e sem nadadeiras. Os atletas deveriam nadar em velocidade progressiva (em intensidade de nado submáxima), o ritmo de nado era dado por uma plataforma que se movia em velocidade constante 60 cm acima do nadador. Na pesquisa de Zamparo et al. (2005) seis nadadores de $20 \pm 1,3$ anos de idade, $71,1 \pm 7,9$ kg de massa corporal, $179 \pm 0,08$ cm de estatura, 383cm^2 de área do pé utilizaram nadadeiras que variaram entre 800 cm^2 a 1200 cm^2 de área, o que representou aumentos entre 108 e 213% da área do pé. Resultados similares foram encontrados ao estudo de Zamparo et al. (2002) na qual foi observado diminuições de 40% da FP. Da mesma maneira como foi observado por Zamparo et al. (2005), um equipamento de área menor, como o utilizado no presente estudo causou redução da FP. Entretanto equipamentos de menores áreas são mais próximos da área do pé, exigiriam esforços mais próximos aos executados durante a realização de treinos e competições o que gerariam adaptações mais próximas ao gesto executado.

Para o número de pernadas por ciclo de braçadas, Figura 21, não foram encontradas diferenças entre o nado sem e com equipamentos (sem equipamentos $2,06 \pm 0,22$, com palmares: $1,85 \pm 0,23$ e com nadadeiras: $1,83 \pm 0,21$). Não foram observados estudos que tenham realizado a comparação entre o nado sem e com equipamentos avaliando o número de pernadas por ciclo de braçadas.

Quando analisado o número de pernadas por ciclo de braçadas não foram observadas diferenças entre o nado sem e com equipamentos, os atletas realizaram os movimentos de membros inferiores aproximadamente em um padrão de batida de pernas de dois movimentos ascendentes e descendentes para cada membro inferior durante um ciclo de braçadas. Entretanto, quando observado o quociente entre o tempo para realização de um ciclo completo de braçadas e o número de pernadas realizado nesse tempo (FP), observamos diferenças, nadadeiras apresentaram menor FP. Não podemos deixar de observar a importância da análise do número de pernadas por ciclo de braçadas para técnicos e atletas devido à praticidade de obtenção em relação a essa variável, entretanto analisando apenas o número de pernadas por ciclo de braçadas obteremos um dado impreciso.

Conforme observado na Tabela 10, não foram observadas diferenças entre a PP do nado sem equipamentos (tornozelo direito: $0,43 \pm 0,01$ m e tornozelo esquerdo: $0,47 \pm 0,01$ m),

com palmares (tornozelo direito: $0,45 \pm 0,01$ m e tornozelo esquerdo: $0,46 \pm 0,01$ m) e com nadadeiras (tornozelo direito: $0,42 \pm 0,02$ m e tornozelo esquerdo $0,42 \pm 0,01$ m). Dessa forma, nadadeiras pequenas e rígidas de áreas de 488 cm^2 não provocaram diminuições da PP. Conforme observado por Zamparo et al. (2006) e Pendergast et al. (2003), nadadeiras de diferentes áreas, formatos e estruturas (rigidez) podem afetar as respostas fisiológicas e espaço-temporais do nado. Assim, acredita-se que a manutenção dos valores de PP possa estar relacionada com a área, formato e a estrutura da nadadeira. Ainda, nadadeiras que representam maior aumento percentual do equipamento em relação ao segmento corporal (pé) podem afetar a PP (diminuição), entretanto a utilização de nadadeiras muito compridas podem não permitir à realização dos movimentos utilizados na natação e sim em outros esportes como mergulho livre alterando a mecânica do nadador e trazendo adaptações indesejadas.

4.5.2 Variáveis fisiológicas

Concentração sanguínea de lactato [LA]

Conforme a Figura 22, dentre as situações analisadas: pós-aquecimento, pós 6ª e 12ª repetições, o nado com nadadeiras no pós-aquecimento ($3,38 \pm 0,9 \text{ mmol l}^{-1}$), pós 6ª repetição ($5,64 \pm 1,23 \text{ mmol l}^{-1}$) e pós 12ª repetição ($5,46 \pm 1,34 \text{ mmol l}^{-1}$) apresentou menores [LA] nas quando comparado ao nado com palmares no pós-aquecimento ($3,5 \pm 0,78 \text{ mmol l}^{-1}$), pós 6ª repetição ($7,38 \pm 2,58 \text{ mmol l}^{-1}$) e pós 12ª repetição ($8,15 \pm 1,67 \text{ mmol l}^{-1}$) e sem equipamentos no pós-aquecimento ($4,31 \pm 1,05 \text{ mmol l}^{-1}$), pós 6ª repetição ($9,49 \pm 3,38 \text{ mmol l}^{-1}$) e pós 12ª repetição ($10,65 \pm 2,95 \text{ mmol l}^{-1}$). Acredita-se que a menor [LA] das nadadeiras em todos os momentos, tanto em relação ao nado sem equipamentos, quanto ao nado com palmares (12ª repetição) seja proveniente da melhor posição horizontal do corpo do nadador, melhor eficiência propulsiva dos membros inferiores (ZAMPARO et al. 2002) e da maior economia de nado em velocidades submáximas (nadadeiras pequenas) (ZAMPARO et al. 2006).

Ainda, como a VN era controlada pelo *pacer*, cada atleta utilizava a estratégia para manter a velocidade da maneira que fosse mais cômoda possível. Assim aumentos de 25% da área do pé com nadadeiras propiciaram uma menor demanda energética para a realização do movimento. Deste modo, a energia utilizada poderia ser predominantemente oriunda de vias aeróbias em comparação, principalmente, ao nado sem equipamentos.

Os resultados em relação à manutenção das [LA] entre as duas situações de nado analisadas (com palmares e sem equipamentos) são similares aos encontrados por outras

pesquisas. Sidney et al. (2001) observaram que a [LA] não apresentou diferença no nado com palmares (360 cm²) em intensidade submáxima com FB fixa quando comparado com o nado sem equipamentos. Lerda et al. (1996) e Ogita et al. (1993) não identificaram diferenças entre as [LA] nas situações de nado com palmares (320 cm² e 240 cm²). Lerda et al. (1996) analisaram atletas (mulheres) de 21,6 ± 2,6 anos de idade, 57 ± 4 kg de massa corporal e 166 ± 6 cm de estatura, média da área da palma da mão de 127 cm², representando aumentos de 73 a 138% da área da palma da mão.

Ogita et al. (1993) analisaram atletas (homens) de 20 ± 1 anos de idade, 64,8 ± 9,8 kg de massa corporal e 174 ± 1,1 cm de estatura, média da área da palma da mão de 138 cm², representando aumentos de 73% da área da palma da mão. Dessa forma podemos observar que aumentos entre 73% a 138% na área da mão podem afetar algumas variáveis espaço-temporais, mas não causam sobrecarga nos músculos ativos para aumentar as [LA]. Aumento nas [LA] devem ser observados com equipamentos de maior aumento percentual de área em relação à palma da mão, entretanto esses podem não causar alterações no desempenho do nado por lentificar demasiadamente a velocidade da mão.

Percepção subjetiva de esforço (PSE)

Conforme a Figura 23, a utilização de nadadeiras (pós 6^a repetição: 12,36 ± 0,52 e pós 12^a repetição: 12,55 ± 0,63) na série de nado intervalado, demonstrou causar um menor esforço quando comparado com o nado sem equipamentos e o nado com palmares (pós 6^a repetição: 13,73 ± 0,46 e pós 12^a repetição: 14,18 ± 0,42) em ambos os momentos de avaliação, pós 6^a e 12^a repetições. Esse menor esforço com a utilização das nadadeiras pode estar relacionado com o aumento de 25% da área do pé com a utilização de nadadeiras. Apesar da contribuição dos membros inferiores para com a propulsão do nado seja pequena, eles auxiliam, melhorando a posição do corpo do nadador (ZAMPARO et al. 2002), essa ficando mais horizontalizada, propiciando ao nadador produzir menor forças para vencer o arrasto, permitindo que seja produzido mais forças propulsivas, assim melhorando a eficiência propulsiva (ZAMPARO et al. 2002).

Com uma posição mais horizontal, o nadador possui menor força de arrasto, conseguindo causar menor sobrecarga aos sistemas fisiológicos, tendo, por consequência, menor percepção de esforço. Por fim, no estudo de Zamparo et al. (2006) que investigou como as nadadeiras com diferentes características físicas afetam o custo energético e a eficiência da locomoção aquática, observou-se que nadadeiras pequenas e flexíveis aumentam a economia de nado em velocidades submáximas (ZAMPARO et al. 2006). As nadadeiras do

presente estudo eram pequenas e rígidas, demonstraram afetar a o nível de esforço percebido para a locomoção do atleta.

5 CONCLUSÃO

Em intensidades máximas de curta duração, palmares geram maior FB e VN no trecho dos 0 - 25 m em comparação aos 25 – 50 e menores [LA] no pós-teste máximo quando comparados com o nado com nadadeiras e o nado sem equipamentos. Nadadeiras apresentam melhor desempenho; maiores FB e VN quando comparado ao nado com palmares e o nado sem equipamentos; maior FB e VN no trecho dos 0 - 25 m em comparação aos 25 – 50 e menor [LA] no pós-aquecimento em comparação ao nado sem equipamentos. Nenhuma alteração nas durações das fases das braçadas e no índice de coordenação foram identificadas.

Em esforços submáximos, realizados em série de nado intervalado, com velocidade controlada, palmares apresentaram menor PSE em relação ao valor 15 após a 6ª repetição. Nadadeiras geram maior CB e percentual de tempo da fase A no lado da respiração quando comparado com palmares e com nado sem equipamentos; menor percentual de tempo da fase C no lado oposto à respiração do que o nado sem equipamentos e o nado com palmares; menor [LA] em comparação ao nado sem equipamentos e o nado com palmares; menor [LA] no pós-aquecimento e pós 6ª repetição em comparação com o nado sem equipamentos; menor FP em comparação ao nado sem equipamentos e o nado com palmares; menor [LA] no pós 12ª repetição em comparação com palmares e com o nado sem equipamentos e menor PSE em relação ao valor 15 na 6ª e 12 repetições.

Por fim, as áreas de palmares e nadadeiras, relativas às palmas das mãos e aos pés, parecem ser decisivas para os resultados encontrados. Este controle pode ser fundamental para a prescrição correta da utilização de palmares e nadadeiras.

6 LIMITAÇÕES E PERSPECTIVAS

Em relação às limitações dessa pesquisa, destaca-se a comparação dos efeitos da utilização do nado com e sem equipamentos em relação ao lado da respiração e lado oposto à respiração. Os movimentos do lado da respiração podem acarretar diferentes padrões de movimento quando comparado com o lado oposto à respiração em relação a determinadas variáveis. Essa análise poderá ser realizada em estudos futuros.

Para estudos futuros, com a utilização de palmares e nadadeiras podemos destacar a quantificação do consumo de oxigênio de nado com equipamentos de diferentes tamanhos e em diferentes intensidades; a identificação do padrão de ativação muscular por meio de eletromiografia com a utilização de diferentes tamanhos de equipamentos e a identificação do efeito crônico do treinamento com a utilização de equipamentos.

REFERÊNCIAS

AMIRSHEYBANI, H.R.; et al. The natural history of the growth of the hand: I. Hand area as a percentage of body surface área. **Plastic Reconstructive Surgery**. v.107, p.726–733, 2001.

ARELLANO, R. **Evaluación de la fuerza propulsiva em la natación y su relación com el entrenamiento y la técnica**. 1992. Tese (Doutorado) - Universidad de Granada, Granada, 1992.

AVLONITOU, E. Maximal lactate values following competitive performance varying according to age, sex and swimming style. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**. v.36, p.24- 30, 1996.

BRANDÃO, M.R.F.; et al., Percepção do esforço: uma revisão da área. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. v.3, n.1, 1989.

CAPUTO, F.; MACHADO, R.S.; LUCAS, R.D.; DENADAI, B.S. Efeitos de oito semanas de treinamento de natação no limiar anaeróbio determinado na piscina e no ergômetro de braço. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v.8, n.1, p.7- 12, 2002.

CASTRO, F. S.; MORÉ, F. C.; KRUEL, L. F. M. Relação entre o índice de braçadas e a performance em nadadores de 50 metros nado livre. In: **Anais do X CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA**. Ouro Preto, p.246- 249, 2003.

CASTRO, F.A.S.; et al. Cinemática do nado "*crawl*" sob diferentes intensidades e condições de respiração de nadadores e triatletas. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**. v.19, n.3, p.223- 232, 2005.

CASTRO, F.A.S.; MOTA, C.B. Energética e desempenho em 200 m nado *crawl* realizado sob máxima intensidade. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. v.18, n.2, p.67– 75, 2010.

CHOLLET, D.; CHALIES, S.; CHATARD, J. C. A new index of coordination for the crawl: Description and usefulness. **International Journal of Sports Medicine**. v.21, p.54– 59, 2000.

CHOLLET, T.C.; SEIFERT, L.; CHOLLET, D. Effect of force symmetry on coordination in crawl. **International Journal of Sports and Medicine**. v.30, p.182– 187, 2009.

CRAIG, A.B.; PENDERGAST, D.R. Relationships of stroke rate, distance per stroke and velocity in competitive swimming. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.11, n.3, p.278- 283, 1979.

DESCHODT, V.J; ARSAC, L.M; ROUARD, A. H. Relative contribution of arms and legs in humans to propulsion in 25-m sprint front-crawl swimming. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**. v.80, n.3, p.192- 199, 1990.

DU BOIS, D.; DU BOIS, E.F. A formula to estimate the approximate surface area if height and weight are known. **Archives of Internal Medicine**. v.17, p.863, 1916.

FERICHE, B.; et al. The use of a fixed value of RPE during a ramp protocol. Comparison with the ventilatory threshold. **Journal Sports Medicine Physical e Fitness**. v.38, n.1, p. 35-38, 1998.

FRANKEN, M.; CARPES, F.P.; DIFENTHAELER, F.; CASTRO, F.A.S. Relação entre cinemática e antropometria de nadadores recreacionais e universitários. **Revista Motriz**. v.14, n.3, p.329- 336, 2008.

FREITAS, F.G; SILVEIRA, R.P.; FRANKEN, M.; CASTRO, F.A.S.C. Efeito de diferentes tamanhos de palmares sobre a cinemática do nado *crawl*. **Revista da Educação Física U.E.M**. v.22, n.1, p.13- 17, 2011.

GASTIN, P.B. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. **Sports Medicine**. v.31, n.10, p.725– 741, 2001.

GOURGOULIS, V.; AGGELOUSSIS, N.; VEZOS, N.; MAVROMATIS, G. Effect of two different sized hand paddles on front crawl stroke kinematics. **Journal of Sports Medicine and Physical**. v.46, n.2, p.232– 237, 2006.

GOURGOULIS, V.; et al. Hand orientation in hand paddles swimming. **International Journal Sports Medicine**. v.29, n.5, p.429– 434, 2008.

GOURGOULIS, V.; et al. The influence of hand paddles on the arm coordination in female front crawl swimmers. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.23, n.3, p.735-740, 2009.

GRAEF, F.I; KRUEL, L.F.M. Frequência cardíaca e percepção subjetiva do esforço no meio aquático: diferenças em relação ao meio terrestre e aplicações na prescrição do exercício. **Revista Brasileira Medicina do Esporte**. v.12, n.4, 2006.

GRECO, C.C.; CAPUTO, F.; DENADAI, B.S. Puissance critique et consommation maximale d'oxygène: estimation de la limite haute du domaine d'intensité severe, un nouveau challenge? **Science & Sports**. v.23, p.216- 222, 2008.

GREENWOOD, J. D.; et al. Intensity of exercise recovery, blood lactate disappearance, and subsequent swimming performance. **Journal of Sports Science**. v. 26, n.1, p. 29– 34, 2008.

HAY, J.G.; GUIMARÃES, A.C.S.A. Quantitative look at swimming biomechanics. **Swimming Technique**. v.20, n.2, p.11- 17, 1983.

HILL, D.W.; et al. Effect of training on the rating of perceived exertion at the ventilatory threshold. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**. v.56, n.2, p.206- 211, 1987.

KESKINEN, O. P.; KESKINEN, K. L. e MERO, A. A. Effect of pool length on blood lactate, heart rate, and velocity in swimming. **International Journal of Sports Medicine**. v.28, p.407– 413, 2006.

KIRWAN, J.P.; et al. Physiological responses to successive days of intense training in competitive swimmers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.20, n.3, p.255- 259, 1988.

KJENDLIE, P.; STALLMAN, R.K.; GUNDERSEN, J.S. Adults have lower stroke rate during submaximal front crawl swimming than children. **European Journal of Applied Physiology**. v.91, p.649– 655, 2004.

KONSTANTAKI, M.; SWAINE, I.L. Lactate and cardiopulmonary responses to simulate arm-pulling and leg-kicking in collegiate and recreational swimmers. **International Journal of Sports Medicine**. v.20, p.118- 121, 1999.

LAUDER, M.; NEWELL, R. Asymmetry in front crawl swimming with and without hand paddles. **Anais da 27^a International Conference on Biomechanics in Sports**. 2009.

LERDA, R.; CHRÉTIEN, V. Speed-related changes in the spatiotemporal and physiological parameters of front crawl swimming with and without hand paddles. **Journal of Human Movement Studies**. v.31, n.3, p.143- 159, 1996.

LERDA, R.; CARDELLI, C. Breathing and propelling in crawl as a function of skill and swim velocity. **International Journal of Sports Medicine**. v.24, p.75– 80, 2003.

LIMA, M.C.S.; 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, n.5, p.268- 274, 2006.

MAGLISCHO, E.W. **Swimming Fastest**. Champaign: Human Kinetics, 2003.

MILLET, G. P.; CHOLLET, D.; CHALIES, S.; CHATARD, J. C. Coordination in front-crawl in elite triathletes and elite swimmers. **International Journal of Sports Medicine**. v.23, p.99– 104, 2002.

NAKAMURA, F.Y.; MOREIRA A.; AOKI, M.S. Monitoramento da carga de treinamento: a percepção subjetiva de esforço da sessão é um método confiável? **Revista da Educação Física U.E.M.** v.21, n. 1, p.1-1, 2010.

NOBLE, B.J.; BORG, G.A.; JACOBS, I.; CECI, R.; KAISER, P. A category-ratio perceived exertion scale: relationship to blood and muscle lactates and heart rate. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.15, n.6, p.523- 528, 1983.

OGITA, F.; TABATA, I. Effect of hand paddle aids on oxygen uptake during arm-stroke-only swimming. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**. v.66, n.6, p.489- 493, 1993.

OLBRECHT, J.; et al. Relationship between swimming velocity and lactic concentration during continuous and intermittent training exercises. **International Journal of Sports Medicine**. v.6, n.2, p.74- 77, 1985.

PELAYO, P.; MUJICA, I.; SIDNEY, M.; CHATARD, J.C. Blood lactate recovery measurements, training, and performance during a 23-week period of competitive swimming. **European Journal of Applied Physiology**. v.74, p.107- 113, 1996.

PENDERGAST, D.R.; TEDESCO, M.; NAWROCKI, D.M.; FISCHER, N.M. Energetics of underwater swimming with SCUBA. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.28, n.5, p.573– 580, 1996.

PENDERGAST, D.R.; MOLLENDORF, J.; LOGUE, C.; SAMIMY, S. Evaluation of fins used in underwater swimming. **Undersea and Hyperbaric Medicine**. v.30, n.1, p.57- 73, 2003.

PERANDINE, L.A.; et al. Comparação entre limiar de esforço percebido e indicadores de máximo estado estável de lactato em exercício intermitente. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**. v.9, n.4, p.351- 357, 2007.

RIBEIRO, J.P.; et al. Metabolic predictors of middle-distance swimming performance. **British Journal of Sports Medicine**. v.24, n.3, p.196- 206, 1990.

RIBEIRO, L.F.P.; BALDISSERA, V.; BALAKIAN, P.; SOARES, A.R. Limiar anaeróbio em natação: comparação entre diferentes protocolos. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**. v.18, n.2, p.201- 212, 2004.

SAHLIN, K; TONKONOGI, M; SODERLUND, K. Energy supply and muscle fatigue in humans. **Acta Physiologica Scandinavica**. v.162, p.261- 266, 1998.

SAMIMY, S.; MOLLENDORF, J.C.; PENDERGAST, D.R. A theoretical and experimental analysis of diver technique in underwater fin swimming. **Sports Engineering**. v.8, p.27– 38, 2005.

SCHNITZLER, C.; et al. Arm coordination adaptations assessment in swimming. **International Journal of Sports Medicine**. v.29, p.480– 486, 2008.

SEIFERT, L.; BOULESTEIX, L.; CHOLLET, D. Effect of gender on the adaptation of arm coordination in front crawl. **International Journal of Sports Medicine**. v.25, n.3, p.217- 223, 2004.

SEIFERT, L.; CHOLLET, D.; ALLARD, P. Arm coordination symmetry and breathing effect in front crawl. **Human Movement Science**. v.24, p.234- 256, 2005.

SEIFERT, L.; CHOLLET, D.; ROUARD, A. Swimming constraints and arm coordination. **Human Movement Science**. v.26, p.68– 86, 2007.

SEIFERT, L. Inter-Limb Coordination in Swimming. **Biomechanics and Medicine in Swimming XI**. 2010a.

SEIFERT, L.; TOUSSAINT, H.M.; ALBERTY, M.; SCHNITZLER, C.; CHOLLET, D. Arm coordination, power, and swim efficiency in national and regional front crawl swimmers. **Human Movement Science**. n.29, p.426– 439, 2010b.

SEIFERT, L.A.; BOULESTEIX, L.A.; CHOLLET, D.A.; VILAS-BOAS, J.P.B. Differences in spatial-temporal parameters and arm-leg coordination in butterfly stroke as a function of race pace, skill and gender. **Human Movement Science**. v.27, n.1, p.96- 111, 2008.

SIDNEY, M.; et al. Effect of swim paddles on the intra-cyclic velocity variations and on the arm coordination of front crawl stroke. In J. R. Blackwell & R. H. Sanders (Eds.), **Proceedings of Swim Sessions of XIX Symposium International on Biomechanics in Sports**. San Francisco, CA: Human Kinetics, p.39– 42, 2001.

SILVA, G.S.F.; DERESZ, C.S.; LIMA, P.R.J. Associação entre limiares ventilatórios e percepção do esforço. **Revista Brasileira de Ciências e Movimento**. v.14, n.1, p.79- 86, 2006.

SUZUKI, F. G. et al. Esforço percebido durante o treinamento intervalado na natação em intensidades abaixo e acima da velocidade crítica. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**. v.7, n.3, p.299- 307, 2007.

TELLES, T.; BARBOSA, A.C.; CAMPOS, M.H. ; JUNIOR, O.A. Effect of hand paddles and parachute on the index of coordination of competitive crawl-strokers. **Journal of Sports Sciences**. v.29, n.4, p.431– 438, 2011.

TEIXEIRA, L.A; PAROLI, R. Assimetrias laterais em ações motoras: preferência versus desempenho. **Motriz**. v.6, n.2, p.1- 8, 2000.

TOUSSAINT, H.M.; BEEK, P.J. Biomechanics of competitive front crawl swimming. **Sports Medicine**. v.13, n.1, p.8- 24, 1992.

TOUSSAINT, H. M.; HOLLANDER, A. P. Energetics of competitive swimming: implications for training programmes. **Sports Medicine**. v.18, n.6, p.384- 405, 1994.

TOUSSAINT, H. M.; WAKAIOSHI, K.; HOLLANDER, P.; OGITA, F. Simulated front-crawl swimming performance related to critical speed and critical power. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.30, n.1, p.144- 155, 1998.

VILAS-BOAS, J.P.; et al. Estudo cinemático 3D da afectação da técnica de nado pela fadiga específica da roupa de 200 m livres. **Anais do IX Congresso Brasileiro de Biomecânica**. Gramado, p.31- 41, 2001.

WAKAYOSHI, K.; YOSHIDA, T.; IKUTA, Y.; MIYASHITA, M. Adaptations to six months of aerobic swim training, changes in velocity, stroke rate, stroke length and blood lactate. **International Journal of Sports Medicine**. v.14, p.268- 372, 1993.

WASSERMAN, K.; WHIPP, B.; KOYLE, S.; BEAVER, W. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. **Journal of Applied Physiology**. v.35, n.2, p.236-43, 1973.

WEINECK, J. **Treinamento ideal**. 9ª edição, São Paulo; Editora Manole, 1999.

YU, C.Y; TU, H.H. Foot surface area database and estimation formula. **Applied Ergonomics**. v.40, p.767– 774, 2009.

ZAMPARO, P.; PENDERGAST, D.R.; TERMIN, B.; MINETTI, A.E. How fins affect the economy and efficiency of human swimming. **The Journal of Experimental Biology**. v.205, n.17, p.2665- 2676, 2002.

ZAMPARO, P.; et al. An energy balance of front crawl. **European Journal of Applied Physiology**. v.94, n.1- 2, p.134- 144, 2005.

ZAMPARO, P.; PENDERGAST, D.R.; TERMIN, B.; MINETTI, A.E. Economy and efficiency of swimming at the surface with fins of different size and stiffness. **European Journal of Applied Physiology**. v.96, n.4, p.459– 470, 2006.

ZAMPARO, P.; GATTA, G.; PENDERGAST, D.; CAPELLI, C. Active and passive drag: the role of trunk incline. **European Journal of Applied Physiology**. v.106, p.195– 205, 2009.

ZACCA, R.; CASTRO, F.A.S. **Bioenergetics Applied to Swimming: An Ecological Method to Monitor and Prescribe Training**. Bioenergetics, Kevin Clark (Ed.), 2012.

ANEXO A

TABELA DE PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO

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 Máximo esforço

Escala de Gunnar Borg, (2000).

ANEXO B**INVENTÁRIO DE DOMINÂNCIA LATERAL DE EDIMBURGO (OLDFIELD, 1971)**

Por favor, indique sua preferência no uso das mãos nas seguintes atividades pela colocação do sinal + na coluna apropriada. Onde a preferência é tão forte que você nunca usaria a outra mão a menos que fosse forçado a usá-la, coloque ++. Se em algum caso a mão utilizada é realmente indiferente, coloque + em ambas as colunas. Algumas das atividades requerem ambas as mãos. Nestes casos a parte da tarefa, ou objeto, para qual preferência manual é desejada é indicada entre parênteses. Por favor, tente responder a todas as questões, e somente deixe em branco se você não tiver qualquer experiência com o objeto ou tarefa. Retirado de Teixeira et al. (2000).

		Esquerda	Direita
1	Escreve		
2	Desenha		
3	Arremessa		
4	Uso de tesouras		
5	Escova os dentes		
6	Uso de Faca (sem garfo)		
7	Uso de colher		
8	Uso de vassouras (mão superior)		
9	Acender um fósforo (mão do fósforo)		
10	Abrir uma caixa (mão da tampa)		
11	Lado preferencial de respiração?		

ANEXO C

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Eu,....., idade....., profissão....., RG....., fui convidado a participar da pesquisa denominada: Efeitos do uso de palmares e nadadeiras sobre a organização espaço-temporal e concentração de lactato no nado *crawl*. Essa tem como objetivo analisar variáveis biomecânicas e fisiológicas durante o nado *crawl* com o uso de palmares e nadadeiras (equipamentos utilizados nas mãos e nos pés dos nadadores com fins de aumento das exigências das capacidades de força, velocidade e resistência).

Por meio deste estudo pretende-se compreender os efeitos do uso de palmares e nadadeiras em relação a parâmetros cinemáticos (ramo da física que descreve os movimentos dos corpos) e fisiológicos (ramo da biologia que estuda as múltiplas funções mecânicas, físicas e bioquímicas) durante o nado *crawl*. Esses equipamentos são frequentemente empregados nas sessões de treino, entretanto ainda existe um escasso conhecimento em relação a seus efeitos sobre a cinemática, a organização espaço-temporal (frequência média de braçadas, comprimento médio de braçadas, velocidade média de nado, frequência de pernadas e profundidade da pernada) e parâmetros fisiológicos, como a concentração de lactato sanguíneo, durante o nado. Esses resultados tendem a auxiliar tanto o treinador como também o atleta, a saber, quais as adaptações que cada tipo de equipamento podem provocar.

A minha participação no nesse estudo consiste em:

- familiarização com a percepção subjetiva de esforço;
- obtenção das medidas antropométricas (massa corporal, estatura e envergadura (distância da ponta do terceiro dedo da mão até a ponta do terceiro dedo da outra mão estando o indivíduo com os braços abertos formando um ângulo de 90° ao lado do corpo);
- aplicação do questionário para verificar o lado dominante e lado de preferência de respiração e
- familiarização ao protocolo de testes.

Na execução do teste o avaliado deverá estar de sunga, óculos e toca. As rotinas propostas para os testes são familiares aos nadadores, pois em algum dado momento durante as sessões de treino os atletas já realizaram esse tipo de nado. Sendo a maior diferença para os

mesmo o local onde será realizada a coleta de dados, esses não estando acostumados a treinar nesse local. A avaliação consistirá em três dias consecutivos de testes, sendo cada teste realizado em um dia. Para o primeiro teste, será identificada a concentração de lactato (será coletada uma gota de sangue da extremidade distal do dedo indicador da mão direita) de repouso. Para a identificação dos níveis de lactato em todas as situações o atleta deverá estar fora da água sentado em uma cadeira à frente da borda da piscina. Tendo realizada essa primeira etapa, o atleta deverá entrar na piscina e realizar 800 m de aquecimento, nadando *crawl*, ao término deverá sair da piscina rapidamente e sentar-se na cadeira para mensurar os níveis de lactato. Na sequência, tendo finalizado a coleta das concentrações de lactato o nadador realizará os 50 metros em máxima intensidade, sendo novamente verificado o lactato ao término do nado. Tendo realizada a coleta das concentrações de lactato o atleta executará mais 800 metros de nado em baixa intensidade, com objetivo de se recuperar ativamente do stress gerado e ao seu término, nova medida de lactato. O próximo passo consistirá em realizar 12 repetições de 50 m na percepção 15 da escala de Borg (escala numérica de 15 valores, 6 até 20). O tempo de cada repetição será aferido, para posterior cálculo da velocidade média de nado. Entre cada 50 m o nadador terá 30 segundos de descanso dentro da água. Na sexta e décima segunda repetições serão mensuradas as concentrações de lactato. Ao término da coleta das concentrações de lactato da décima segunda repetição, o atleta deverá nadar mais 800 m a fim de relaxar a musculatura exercitada.

Para o segundo teste, o atleta deverá utilizar palmares, já para o terceiro, o nadador utilizará nadadeiras. Serão sorteadas as ordens do segundo e terceiro testes para cada atleta. A metodologia utilizado para o segundo e terceiro testes terão como base o primeiro teste, tendo as seguintes alterações:

- utilização dos equipamentos correspondente a cada teste, durante todo o protocolo e
- utilização de um sinal luminoso para indicar a velocidade dos 12 repetições de 50 metros.

A velocidade de nado do atleta será obtida a partir do primeiro teste com base na percepção de esforço 15. Ao final de cada série de 50 m será identificada a percepção subjetiva de esforço do nadador. As mensurações das concentrações de lactato serão realizadas nos mesmos momentos do primeiro teste. Durante os três testes os nadadores serão filmados ao longo tanto dos testes máximos quanto dos 12 repetições de 50 metros por duas câmeras subaquáticas fixadas cada uma em um carrinho, empurrado ao longo de dez metros de trilhos, posicionados na lateral da piscina, essas deverão estar 30 cm abaixo da superfície, a 7,5 m de distância do nadador. Esses equipamentos possuem a finalidade de captar e gravar informações cinemáticas como frequência de pernadas, profundidade da pernada, índice

coordenação de nado (identifica o tipo de coordenação adotado por um nadador no final da fase de empurrada de um braço e o início da fase de puxada do outro braço) e modelo de coordenação do nado (tipo de coordenação adotado pelo nadador durante a realização dos movimentos dos membros superiores). Ainda, serão utilizados três cronometristas experientes que irão marcar o tempo da frequência média de braçadas, comprimento médio de braçadas e velocidade média de nado.

Em relação a pesquisa, posso esperar alguns benefícios, tais como: valores das medidas antropométricas, obtenção dos resultados cinemáticos como comprimento médio de braçadas, frequência média de braçadas, velocidade média de nado, frequência de pernadas, profundidade da pernada, índice de coordenação de nado e modelo de coordenação do nado e obtenção dos resultados fisiológicos (valores de lactato sanguíneo) nas situações com e sem palmares e nadadeiras em duas intensidade de nados.

Fui, igualmente informado de que:

- os desconfortos próprios das sessões de exercício que poderei sentir são: calor, suor, cansaço, e cãimbra. Também poderei sentir desconfortos após varias horas da sessão de exercícios, como aparecimento de dores no grupo muscular mais exigido e/ou fadiga local ou geral;
- existem riscos, embora sejam pequenos, referem se a lesões durante o nado; serei informado de tudo o que devei fazer antes de começar os teste, ficando a meu critério participação voluntária na pesquisa;
- da garantia que receberei resposta a qualquer pergunta ou esclarecimento a qualquer dúvida acerca dos procedimentos, riscos, benefícios e outros assuntos relacionados com a pesquisa; da liberdade de retirar meu consentimento, a qualquer momento, e deixar de participar do estudo, sem que isto traga prejuízo á continuação do meu cuidado e tratamento;
- da segurança de que não serei identificado e que se manterá o caráter confidencial das informações relacionadas com a minha privacidade e do compromisso com informação atualizada do estudo e
- caso eu tenha qualquer dúvida em relação a essa pesquisa, posso entrar em contato com o Prof. Dr. Flavio de Souza Castro (Fone: 33085829), Prof. Cristiano Cardoso de Matos (Fone: 93122640) ou com o Comitê de Ética em Pesquisa da ESEF da UFRGS (Fone: 33085875).

Porto Alegre, de

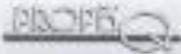
de 2011.

Assinatura do sujeito Nome Data

Assinatura do pesquisador Nome Data

Assinatura do pesquisador Nome Data

ANEXO D

	UFRGS UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL	PRÓ-REITORIA DE PESQUISA Comitê De Ética Em Pesquisa Da Ufrgs	
---	--	---	---

CARTA DE APROVAÇÃO

Comitê De Ética Em Pesquisa Da Ufrgs analisou o projeto:

Número: 20442

Título: EFEITOS DO USO DE PALMARESE NADADEIRAS SOBRE A ORGANIZAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL E CONCENTRAÇÃO DE LACTATO DO NADO CRAWL

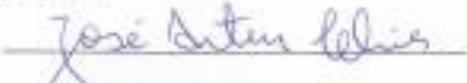
Pesquisadores:

Equipe UFRGS:

FLAVIO ANTONIO DE SOUZA CASTRO - coordenador desde 01/09/2010
RODRIGO ZACCA - Aluno de Mestrado de 01/09/2010 até 05/04/2011
Cristiano Cardoso de Matos - Aluno de Mestrado de 01/09/2010 até 05/04/2011

Comitê De Ética Em Pesquisa Da Ufrgs aprovou o mesmo, em reunião realizada em 28/07/2011 - sala 1 de reuniões do Gabinete do Reitor, 6º andar do pr. da Reitoria, por estar adequado ética e metodologicamente e de acordo com a Resolução 196/96 e complementares do Conselho Nacional de Saúde. O mesmo somente poderá iniciar sua execução com a aprovação do CONEP/MS - Conselho Nacional de Ética em Pesquisa do Ministério da Saúde.

Porto Alegre, Quinta-Feira, 28 de Julho de 2011


 JOSE ARTUR BOGÓ CHES
 Coordenador da comissão de ética

1