

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

THIAGO TELLES

**A INFLUÊNCIA DE PALMARES E
PARACHUTE NA COORDENAÇÃO
DOS NADOS**

Campinas
2012

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

THIAGO TELLES

**A INFLUÊNCIA DE PALMARES E
PARACHUTE NA COORDENAÇÃO
DOS NADOS**

Dissertação de Mestrado apresentada à Pós-Graduação da Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Mestre em Educação Física na Área de Concentração Biodinâmica do Movimento e Esporte.

Orientador: Orival Andries Junior

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO
FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA POR
THIAGO TELLES, E ORIENTADO PELO PROF. DR.
ORIVAL ANDRIES JUNIOR.



Campinas
2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
DULCE INÊS LEOCÁDIO DOS SANTOS AUGUSTO – CRB8/4991
BIBLIOTECA “PROF. ASDRUBAL FERREIRA BATISTA” FEF - UNICAMP

T238i Telles, Thiago, 1986-
A influência de palmares e parachute na coordenação dos nados /
Thiago Telles. --Campinas, SP: [s.n], 2012.

Orientador: Orival Andries Júnior..
Dissertação (mestrado) – Faculdade de Educação Física,
Universidade Estadual de Campinas.

1. Natação. 2. Natação - Treinamento técnico. 3. Nado borboleta. 4.
Nado crawl. I. Andries Júnior, Orival. II. Universidade Estadual de
Campinas. Faculdade de Educação Física. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em inglês: Effect of hand paddles and parachutes on swimming coordination.

Palavras-chave em inglês:

Swimming

Swimming -Technical training

Butterfly stroke

Crawl stroke

Área de Concentração: Biodinâmica do Movimento e Esporte.

Titulação: Mestre em Educação Física.

Banca Examinadora:

Orival Andries Júnior [Orientador]

Emilson Colantonio

João Paulo Borin

Data da defesa: 25-01-2012

Programa de Pós-Graduação: Educação Física

COMISSÃO JULGADORA

Orival Andries Junior
Orientador



Emílson Colantônio



João Paulo Borin

Dedicatória

Dedico este trabalho a melhora da natação nacional, que todos os atletas tenham a oportunidade de se desenvolver aqui no Brasil como ocorre em outros países.

Agradecimentos

Agradeço ao meu orientador pela oportunidade e paciência a mim destinadas durante todo esse tempo. À minha família, amigos e amigas, por entenderem quais eram minhas necessidade e respeitarem meu espaço, e a Deus por me dar toda saúde e disposição para isso.

Aos nadadores que me ajudaram, ajudam e ainda ajudarão em muitas pesquisas. Com certeza essas são as pessoas que eu realmente preciso e posso ajudar.

Um agradecimento especial a Felipe Martins, Alfredo Leitão e Ulisses Martinho por mostrarem e divulgarem a todos que a natação competitiva carece de pesquisas e de informações científicas junto ao treinamento dos atletas.

Um agradecimento a todos os professores das disciplinas de que fui aluno nesses dois anos bem como os docentes da especialização em biomecânica, tudo e todos me foram extremamente úteis.

Por fim, agradeço ao Prof. Dr. Ricardo Machado Leite de Barros, ao Prof. Dr. Augusto Carvalho Barbosa e Prof. Drda. Amanda Piaia Silvatti pelos ensinamentos que me são extremamente úteis.

Sem d vidas que, ao longo desse processo, muitas pessoas colaboraram para que chegasse até aqui. As agradeço imensamente.

TELLES, Thiago. **A influência de palmares e parachute na coordenação dos nados**. 2012. 87f. Dissertação (Mestrado em Educação Física)-Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

RESUMO

A natação é uma modalidade esportiva que, ao longo dos anos, sofreu modificações, atingindo um alto nível de exigência, o que é refletido nas sessões de treinamentos e nas pesquisas sobre a modalidade. Sendo assim, para otimizar o deslocamento nos nadadores pode-se otimizar a força propulsora. Para isso, pode-se utilizar palmares e parachute. Os palmares tem como função promover o aumento artificial da área da mão, desta maneira, aumenta-se a área frontal da mão do sujeito em contato perpendicular com o fluxo d'água, aumentando a propulsão. O parachute atua no aumento do arrasto dos nadadores, assim, estes tem que reorganizar o recrutamento neuromotor para que possam superar esse aumento da resistência externa. Assim sendo, durante o uso dos palmares existe diminuição da frequência e aumento do comprimento de braçadas enquanto com parachute ocorre o oposto, em ambas as variáveis. Contudo, pouco se sabe sobre o comportamento das variáveis coordenativas no uso destes implementos, desta forma, este estudo tem por objetivo verificar a influência de palmares e parachute na coordenação dos nados borboleta e crawl. Participaram do estudo 21 nadadores de nível estadual, estes eram especialistas em nado borboleta e crawl, com experiência no treinamento com palmares e parachute. O protocolo foi composto por 4 tiros de 25 metros: nado sem equipamentos, com palmares, com parachute e com palmares mais parachute. Todos os nadadores foram filmados (60 quadros por segundo e *shutter speed* de 1/1000) por um *trolley* que se deslocava paralelamente aos nadadores. Foram mensuradas velocidade média, frequência e comprimento de braçadas, fases de braçada, fases das pernadas, índice de coordenação específico do nado. Os principais resultados apontam que a velocidade de nado de acordo com o tipo de sobrecarga, diminuição com sobrecarga resistiva e mista enquanto aumento na propulsiva. A frequência de braçadas diminuiu com todos os implementos enquanto o comprimento aumentou apenas na condição com utilização de palmares. Nenhuma fase da braçada e da pernada foi modificada em nenhum dos nados. O índice de coordenação no nado borboleta sofreu grandes modificações, de acordo com a condição experimental enquanto para o nado crawl a sobrecarga parece diminuir os intervalos não propulsivos. Concluiu-se que o uso dos implementos deve estar programado tanto na sessão de treino quanto ao longo da temporada, visto que mais estudos são necessários para mapeamento dos efeitos da utilização longitudinal.

Palavras-Chaves: Natação; sobrecarga; palmares; parachute; índice de coordenação.

TELLES, Thiago. **Effect of hand paddles and parachutes on swimming coordination.** 2012. 87f. Dissertação (Mestrado em Educação Física)-Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

ABSTRACT

Swimming is a sport that has achieved high levels of demand, which is reflected on training sessions and researches. So, to optimize the displacement in swimmers can optimize the propulsive force. For this, can be used hand paddles and parachutes. The hand paddle enlarge the artificial area of the swimmers hand. The parachutes enlarge the drag on swimmers, so, they have to reorganize the neuromotor recruitment to overcome this increase on external resistance. Thus, during use of hand paddles there is decrease of stroke rate and during use of parachutes there is increase of stroke length, while the opposite occurs in both variables during use of both implements. However, on literature has few studies about coordinative variables on overload in swimming, therefore, the aim of this study is investigate the influence of hand paddles and parachute on coordination of butterfly and front crawl swims.

21 elite level swimmers were the subjects of this study. They were specialized on butterfly swimming or front crawl swimming, all with experience in training with use of hand paddles and parachute. The tests protocol was four maximal-intensity conditions: without equipment, with hand paddles, with parachute, and with both hand paddles and parachute. All swimmers were filmed (60 frames per second, 1/1000 of shutter speed) from a moving sagittal view, with the aid of a trolley pulled by an operator at the same velocity as that of the swimmer.

Swimming velocity, stroke rate, stroke length, stroke phase and leg kicking duration and index of coordination for each swim style were analyzed from videos. To according the overload, changed the speed of swimming. The stroke rate decreased with all implements. Stroke length increased only on hand paddles condition. No one stroke phase neither leg kicking were modify, for butterfly and front crawl swimming. The according for the experimental condition the index of coordination of butterfly swimming was modify while the index of coordination of front crawl swimming on overload appears to decrease the lag time of propulsive continuity. The implements use must programmed for training session and periodization. So, many researches are necessary for understanding the longitudinal effects of these implements.

Keywords: Swimming; overload; hand paddles; parachutes; index of coordination.

LISTA DE FIGURAS

Pág.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Figura 1. Palmares e parachute utilizados no estudo.....	19
Figura 2. Disposição do procedimento.....	20

4 PUBLICAÇÃO 1 – EFEITOS DA UTILIZAÇÃO DE PALMARES E PARACHUTE NO NADO CRAWL EM MÁXIMA INTENSIDADE

Figura 1. Palmares e parachute utilizados no estudo.....	31
Figura 2. Disposição do procedimento.....	32

5 PUBLICAÇÃO 2 – EFEITOS DA UTILIZAÇÃO DE PALMARES E PARACHUTE NO NADO BORBOLETA EM MÁXIMA INTENSIDADE

Figura 1. Palmares e parachute utilizados no estudo.....	50
Figura 2. Disposição do procedimento.....	51

LISTA DE TABELAS

Pág.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Tabela 1. Características dos sujeitos do nado crawl.....	18
Tabela 2. Características dos sujeitos do nado borboleta.....	18

4 PUBLICAÇÃO 1 – EFEITOS DA UTILIZAÇÃO DE PALMARES E PARACHUTE NO NADO CRAWL EM MÁXIMA INTENSIDADE

Tabela 1. Características dos sujeitos.....	30
Tabela 2. Velocidade média, frequência e comprimento médio de braçadas em nado padrão (PAD), utilizando palmares (PAL), com parachute (PRC) e palmares mais parachute (PAL + PRC).....	36
Tabela 3. Valores das fases da braçada em nado padrão (PAD), utilizando palmares (PAL), com parachute (PRC) e palmares mais parachute (PAL + PRC).....	37

5 PUBLICAÇÃO 2 – EFEITOS DA UTILIZAÇÃO DE PALMARES E PARACHUTE NO NADO BORBOLETA EM MÁXIMA INTENSIDADE

Tabela 1. Características dos sujeitos.....	49
Tabela 2. Velocidade média, frequência e comprimento médio de braçadas em nado padrão (PAD), utilizando palmares (PAL), com parachute (PRC) e palmares mais parachute (PAL + PRC).....	55
Tabela 3. Valores das fases da braçada e fases da pernada em nado padrão (PAD), utilizando palmares (PAL), com parachute (PRC) e palmares mais parachute (PAL + PRC).....	56
Tabela 4. Coordenação entre braçadas e pernadas em nado padrão (PAD), utilizando palmares (PAL), com parachute (PRC) e palmares mais parachute (PAL + PRC).....	57

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

A	Arrasto
ciclos•min⁻¹	Ciclos de braçada por minuto
cm	Centímetros
Cx	Coeficiente de arrasto
IdC	Índice de coordenação
kg	Quilogramas
metros•ciclo⁻¹	Metros por ciclo de braçada
m/s	Metros por segundo
metros•s⁻¹	Metros por segundo
m	Metros
n.	Número
PAD	Nado padrão
PAL	Palmares
PAL+PRC	Palmares mais parachute
PRC	Parachute
PropuP	Propulsão da pernada
RecupP	Recuperação da pernada
p.	Página
S	Área frontal do sujeito perpendicular ao fluxo da água
s	Segundos
VEL	Velocidade
v.	Volume
v	Velocidade do nadador
Δd	Distância percorrida
Δt	Tempo decorrido
°C	Graus Celsius
ρ	Densidade da água

SUMÁRIO

	Pág.
1 APRESENTAÇÃO DO CONTEXTO DO ESTUDO.....	13
2 OBJETIVOS.....	16
2.1 Geral.....	16
2.2 Específicos.....	16
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	17
3.1 Apresentação dos resultados.....	17
3.2 Sujeitos utilizados no nado crawl.....	17
3.3 Sujeitos utilizados no nado borboleta.....	18
3.4 Procedimento padrão.....	18
3.5 Análises de velocidade média, frequência e comprimento médio de braçadas.....	21
3.6 Índice de coordenação do nado crawl.....	22
3.7 Índice de coordenação do nado borboleta.....	23
3.8 Análise Estatística.....	26
4 PUBLICAÇÃO 1 – EFEITOS DA UTILIZAÇÃO DE PALMARES E PARACHUTE NO NADO CRAWL EM MÁXIMA INTENSIDADE.....	27
4.1 Introdução.....	27
4.2 Materiais e métodos.....	29
4.2.1 Sujeitos.....	29
4.2.2 Procedimentos.....	30
4.2.3 Variáveis analisadas.....	33
4.2.4 Coordenação entre braçadas.....	33
4.2.5 Análise estatística.....	35
4.3 Resultados.....	35
4.3.1 Parâmetros da braçada.....	35
4.3.2 Fases da braçada.....	36
4.3.3 Índice de coordenação.....	37
4.3.4 Pernadas.....	38
4.4 Discussão.....	38
4.4.1 Parâmetros da braçada.....	39
4.4.2 Fases da braçada.....	40
4.4.3 Índice de coordenação.....	40
4.5 Conclusão.....	42
4.6 Referências bibliográficas.....	43
5 PUBLICAÇÃO 2 – EFEITOS DA UTILIZAÇÃO DE PALMARES E PARACHUTE NO NADO BORBOLETA EM MÁXIMA INTENSIDADE.....	47
5.1 Introdução.....	47
5.2 Materiais e métodos.....	48

5.2.1 Sujeitos.....	48
5.2.2 Procedimentos.....	49
5.2.3 Variáveis analisadas.....	51
5.2.4 Índice de coordenação.....	52
5.2.5 Análise estatística.....	54
5.3 Resultados.....	55
5.3.1 Parâmetros da braçada.....	55
5.3.2 Fases da braçada e fases das pernadas.....	56
5.3.3 Índice de coordenação.....	56
5.4 Discussão.....	58
5.4.1 Parâmetros da braçada.....	58
5.4.2 Fases da braçada e fases das pernadas.....	60
5.4.3 Índice de coordenação.....	61
5.5 Conclusão.....	63
5.6 Referências bibliográficas.....	63
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	68
7 CONCLUSÕES.....	70
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71
ANEXOS.....	78

1 APRESENTAÇÃO DO CONTEXTO DO ESTUDO

A natação é uma modalidade que, ao longo dos anos, sofreu modificações e atingiu um alto nível de exigência, o que é refletido nas sessões de treinamentos e nas pesquisas sobre a modalidade. Além disso, é uma modalidade importantíssima, visto que promove a disputa de muitas medalhas nas olimpíadas. Nesta modalidade, por ocorrer em ambiente aquático, algumas particularidades devem ser explicadas.

Durante o nado com deslocamento, basicamente quatro forças atuam sobre o nadador: propulsão e arrasto com direção horizontal e sentidos opostos e, peso e empuxo com direção vertical e sentidos opostos (VORONTSOV e RUMYANTSEV, 2004). Propulsão é a força que leva o nadador à frente e realiza o deslocamento, enquanto arrasto é a força que resiste ao deslocamento. Força peso é a ação da força normal sobre o corpo do nadador enquanto o empuxo é a força de repulsão que a água exerce sobre o corpo do nadador “empurrando este para fora do fluido”. A resultante das forças peso e empuxo determinam a magnitude do arrasto, a que os nadadores irão ser submetidos.

O arrasto pode ser diferenciado em dois tipos: passivo e ativo. O passivo ocorre quando o nadador está exposto a um fluxo sem exercer movimentos para tal fim. Isso pode ocorrer durante algumas fases de alguns nados como o borboleta e peito (MAGLISCHO, 1993), que têm momentos de deslize e, também depois de saídas e viradas (VORONTSOV e RUMYANTSEV, 2003). O ativo ocorre de forma adicional às forças do arrasto passivo existentes e é resultado da movimentação dos membros de forma voluntária em busca da propulsão (BARBOSA, 2010; BIXLER, 2008; TOUSSAINT et al., 2004).

O arrasto ativo pode ser diferenciado em arrasto de fricção e de forma. O arrasto de fricção ocorre entre a pele dos nadadores e o fluxo de água existente. Desta maneira, o nadador perde energia cinética para a camada limítrofe que o acompanha durante seu deslocamento (VORONTSOV e RUMYANTSEV, 2004), gerando uma diminuição na velocidade de nado. Os nadadores optam por depilar os pelos corporais (VILAS-BOAS, 2001) e utilizar trajes especiais de nado (CHATARD e WILSON, 2008; MOLLENDORF et al., 2004; TOUSSAINT et al., 2002) a fim de diminuir a ação deste arrasto. O arrasto de forma ocorre devido à diferença de pressão que ocorre próximo ao corpo do nadador durante seu

deslocamento. O fluxo da água é laminar e ininterrupto à frente do nadador, com as moléculas num fluxo organizado, enquanto na parte de trás este fluxo não apresenta a mesma organização. Isto ocorre porque, depois do contato com o corpo do nadador, as moléculas se desorganizam e, conseqüentemente, o fluxo torna-se irregular. Este fato gera uma diferença de pressão, sendo maior à frente e menor atrás do nadador. Como o deslocamento do fluido ocorre da parte de maior para a de menor pressão, essa diferença retarda o deslocamento do nadador (BIXLER, 2007; VORONTSOV e RUMYANTSEV, 2004). Além disto, durante o deslocamento, os nadadores transferem determinada energia cinética de seu deslocamento para as moléculas de água, formando ondas. Este contexto configura o arrasto de onda. A diminuição do arrasto relaciona-se diretamente com o aumento do nível técnico dos nadadores (MAGLISCHO, 1993). Assim como o arrasto atua sobre o corpo do nadador, também o faz nos segmentos propulsivos.

De acordo com a teoria hidrodinâmica, o arrasto (A) pode ser explicado a partir da equação $A = 0.5 * \rho * Cx * S * v^2$, na qual ρ é a densidade da água, Cx é o coeficiente de arrasto, S é a área frontal do sujeito em contato perpendicular com o fluxo d'água e v é a velocidade do nadador. Desta maneira, é sabido que durante a braçada, o corpo do nadador se desloca à frente enquanto a mão do nadador para trás. A mão do nadador tem maior pressão na palma da mão enquanto menor pressão do outro lado dela e, como a tendência do fluxo é deslocar-se para a região de menor pressão pode-se notar que esse arrasto é a favor do deslocamento do corpo do nadador, ou seja, propulsão (BIXLER, 2007; MAGLISCHO, 1993; VORONTSOV e RUMYANTSEV, 2004). Uma das formas de diminuição do arrasto é através da melhora da técnica de nado (MAGLISCHO, 1993).

O deslocamento do nadador pode ser otimizado através da diminuição do arrasto, pelo aumento da força propulsiva ou ambos simultaneamente. Assim sendo, atletas de alto nível tem a técnica bem desenvolvida, diminuindo as possibilidades de melhora da técnica para diminuição do arrasto. Neste contexto torna-se muito importante o aumento da força propulsora para melhora dos resultados.

Para otimizar a força propulsora muitos meios podem ser utilizados, desde trabalho em sala de musculação convencional à utilização de sobrecarga específica através de implementos como palmares e parachutes. Os palmares tem como função promover o aumento artificial da área da mão. Desta maneira, aumenta-se a área frontal da mão do sujeito em contato perpendicular com o fluxo d'água, aumentando a propulsão, segundo a teoria hidrodinâmica

supracitada. O parachute atua no aumento do arrasto dos nadadores, desta maneira, os nadadores tem que reorganizar o recrutamento neuromotor para superar esse aumento da resistência externa (LLOP, 2002). Esses implementos geram alterações na velocidade de nado, uma vez que aumentam a propulsão ou arrasto.

A velocidade de nado é definida pelo produto da frequência de braçadas com o comprimento de braçadas (CRAIG e PENDERGAST, 1979). Assim sendo, durante o uso dos palmares existe diminuição da frequência e aumento do comprimento de braçadas (BARBOSA, 2010; GOURGOULIS et al., 2006, 2008a, 2008b, MONTEIL e ROUARD, 1992, 1994) enquanto com sobrecarga resistiva, o oposto (GIROLD et al., 2006; LLOP et al., 2002). Os efeitos da utilização de sobrecarga sobre estes parâmetros são amplamente encontrados na literatura enquanto outros ainda precisam ser mais difundidos, como por exemplo as alterações coordenativas.

Uma maneira de mensurar a coordenação dos nados é através do índice de coordenação (CHOLLET, CHALIES e CHATARD, 2000; CHOLLET et al., 2006; CHOLLET, SEIFERT e CARTER, 2008; SEIFERT e CHOLLET, 2005). Estes métodos fornecem informações sobre as fases da braçada, fases das pernadas, e intervalos não propulsivos entre os principais segmentos propulsivos dos nados, sendo uma forma válida de mensurar possíveis alterações no nado em sobrecarga.

A motivação para este estudo surgiu da detecção de que, em muitas equipes de natação competitiva, há uma incerteza quanto aos benefícios que esta sobrecarga propulsiva (palmares), resistiva (parachute) e mista (palmares mais parachute) confere aos treinamentos, uma vez que alguns profissionais indicavam, sem comprovações científicas, que os mesmos seriam prejudiciais à técnica e coordenação dos nados. Assim sendo, este estudo baseia-se na influência da sobrecarga nos treinos de alta intensidade da natação. Esse meio de treinamento é utilizado por ser uma necessidade, entretanto, mais pesquisas são necessárias para mapear as alterações induzidas pela utilização dos implementos. Desta maneira, espera-se que a pesquisa possa auxiliar técnicos e atletas no tocante à otimização do uso destes implementos.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Verificar a influência de palmares e parachute na coordenação dos nados borboleta e crawl.

2.2 Específicos

1. Verificar as alterações na velocidade média, frequência e comprimento da braçada do nado crawl, livre de equipamentos, com palmares, com parachute, palmares mais parachute, em máxima intensidade;
2. Verificar as alterações nas fases da braçada do nado crawl, livre de equipamentos, com palmares, com parachute, palmares mais parachute, em máxima intensidade;
3. Verificar as alterações nas pernadas por ciclo de braçadas nado crawl, livre de equipamentos, com palmares, com parachute, palmares mais parachute, em máxima intensidade;
4. Verificar as alterações no índice de coordenação do nado crawl, livre de equipamentos, com palmares, com parachute, palmares mais parachute, em máxima intensidade.
5. Verificar as alterações na velocidade média, frequência e comprimento da braçada do nado borboleta, livre de equipamentos, com palmares, com parachute, palmares mais parachute, em máxima intensidade;
6. Verificar as alterações nas fases da braçada do nado borboleta, livre de equipamentos, com palmares, com parachute, palmares mais parachute, em máxima intensidade;
7. Verificar as alterações nas fases da perna do nado borboleta, livre de equipamentos, com palmares, com parachute, palmares mais parachute, em máxima intensidade;
8. Verificar as alterações no índice de coordenação do nado borboleta, livre de equipamentos, com palmares, com parachute, palmares mais parachute, em máxima intensidade;

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Apresentação dos resultados

Este estudo está dividido em duas publicações, uma para o nado crawl (Efeitos da utilização de palmares e parachute no nado crawl em máxima intensidade) e outra para o nado borboleta (Efeitos da utilização de palmares e parachute no nado borboleta em máxima intensidade). Os estudos são independentes, entretanto com materiais e métodos similares, os quais serão descritos, em sua totalidade, abaixo. As versões dos artigos estão após os materiais e métodos em sua versão para publicação, que também inclui materiais e métodos. Nas considerações finais estão algumas comparações possíveis realizadas entre os artigos.

3.2 Sujeitos utilizados no nado crawl

Onze nadadores homens ($21,9 \pm 4,5$ anos), especialistas em provas de 50 e 100 metros no nado crawl, competitivos em nível estadual, participaram do presente estudo. Todos utilizavam palmares e parachutes de forma regular em seus treinamentos. As características dos sujeitos podem ser visualizadas na tabela 1. Todos os sujeitos foram informados dos procedimentos da pesquisa e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade (Protocolo 681/2009).

Tabela 1. Características dos sujeitos do nado crawl

Variáveis	Dados
Altura (m)	$1,82 \pm 0,07$
Envergadura (m)	$1,89 \pm 0,14$
Massa Corporal (kg)	$75,10 \pm 3,62$
Área da mão (cm ²)	$201,15 \pm 33,70$
Melhor tempo de 50 metros na piscina de 25 metros (s)	$24,23 \pm 0,75$

3.3 Sujeitos utilizados no nado borboleta

Dez nadadores homens ($20,2 \pm 1,4$ anos), especialistas no nado borboleta e competitivos em nível estadual participaram do presente estudo. Todos utilizavam palmares e parachutes de forma regular em seus treinamentos. As características dos sujeitos podem ser visualizadas na tabela 2. Todos os sujeitos foram informados dos procedimentos da pesquisa e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade onde o estudo foi realizado (Protocolo 678/2009).

Tabela 2. Características dos sujeitos do nado borboleta

Variáveis	Dados
Altura (m)	$1,83 \pm 0,04$
Envergadura (m)	$2,05 \pm 0,06$
Massa Corporal (kg)	$82,8 \pm 7,95$
Área da mão (cm ²)	$214 \pm 48,32$
Melhor tempo de 50 metros na piscina de 25 metros (s)	$26,07 \pm 0,78$

3.4 Procedimento padrão

Os procedimentos foram realizados em uma piscina de 25 metros, com a temperatura da água à 27 °C. Todos os nadadores realizaram um aquecimento padronizado que

consistiu em, 15 minutos de alongamento ativo fora da água, 600 metros nadando em intensidade submáxima à escolha dos nadadores, além de dois esforços máximos de 15 metros, separados por um intervalo de 90 segundos. Após isso, foi dado um intervalo de aproximadamente cinco minutos para início dos testes.

O teste consistiu na realização de um esforço máximo na distância de 25 metros, sendo este repetido quatro vezes a fim de possibilitar a análise das seguintes condições: (1) nado padrão, (2) com palmares (462 cm²), (3) parachute (900 cm²) e, com palmares e parachute (figura 1) juntos, em ordem aleatória. Foi adotado um intervalo de quatro minutos entre os esforços. Os palmares foram presos às mãos dos nadadores através de tubos elásticos ajustáveis, posicionados na região central do dedo médio e no punho, enquanto o parachute foi atado por meio de um cinto fixado na cintura dos nadadores. A superfície do parachute foi mantida à distância aproximada de um metro em relação aos pés dos nadadores, exatamente como utilizado em seus treinamentos.

Figura 1 – Palmares e parachute utilizados no estudo

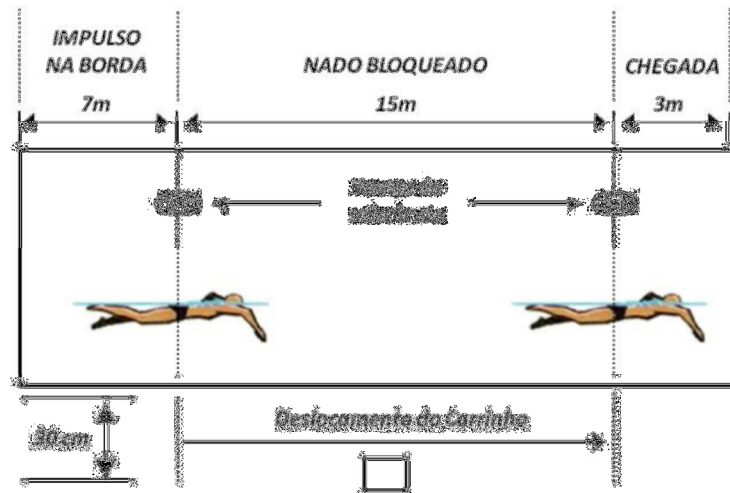


A área da mão foi estimada multiplicando as distâncias entre os pontos transversos e longitudinais extremos da mão. Este mesmo procedimento foi utilizado para mensurar a área dos palmares e parachute e garantir que o palmar utilizado fosse maior do que a área da mão dos atletas.

Durante o percurso, foram desprezados os primeiros sete e os últimos três metros, a fim de minimizar os efeitos do impulso e da chegada, respectivamente. Para isso, foram

colocadas marcações submersas (barras), perpendiculares ao deslocamento dos atletas, nas distâncias de 7 e 22 metros. As barras mediam 2 metros de comprimento e estavam dispostas do solo da piscina até a altura da superfície, conforme demonstrado na figura 2. Os participantes foram orientados a iniciarem o nado antes dos 7 metros e a não respirarem durante todo o percurso.

Figura 2 – Disposição do procedimento



Todos os procedimentos foram filmados por duas câmeras Sony® DCR-SR68 (*shutter speed*: 1/1000; frequência de amostragem: 60 hertz), sincronizadas por sinal sonoro.

Para o nado crawl uma das câmeras foi fixada em um *trolley*, especialmente desenvolvido para este fim, que foi controlado por um operador e permitiu o deslocamento na mesma velocidade do nadador, proporcionando uma visão sagital externa. A outra câmera estava localizada frontalmente aos nadadores. Ambas estavam 50 centímetros abaixo da superfície da água, com o auxílio de uma caixa estanque.

Para o nado borboleta ambas as câmeras foram fixadas em um *trolley*, especialmente desenvolvido para este fim, controlado por um operador, permitindo o deslocamento na mesma velocidade do nadador de forma a proporcionar uma tomada sagital externa, 50 centímetros acima da linha da água, e subaquática, realizada com o auxílio de uma caixa estanque, a 50 centímetros abaixo da linha da água.

3.5 Análises de velocidade média, frequência e comprimento médio de braçadas

Através da distância entre as barras ($\Delta d = 15$ m), a velocidade média (VEL), em cada tentativa, foi calculada utilizando o tempo gasto entre elas (Δt), conforme $VEL = \Delta d / \Delta t$. A perspectiva sagital possibilitou identificar os instantes em que a cabeça cruzou as barras nos 07 e 22 metros.

Para validar a perspectiva sagital foi feito um estudo piloto. Um nadador (23 anos, 7 anos de experiência de treinamento, 1,85 metros, 89,9 quilogramas) executou um protocolo de 10 esforços máximos de 25 metros. Os resultados obtidos pela câmera em movimento foram comparados com outros obtidos por duas câmeras fixadas, fora da água, perpendicularmente às barras dos 7 e 22 metros e, todas operaram simultaneamente numa frequência de 60 quadros por segundo. Utilizando a análise de variância (ANOVA) não foram encontradas diferenças entre os métodos, coeficiente de correlação intra classe de 0,98 (95% do intervalo de confiança: 0,94 a 1,00), erro padrão de 0,003 m/s, e coeficiente de variação entre medidas de 0,17%.

Para o nado crawl, a frequência de braçadas, expressa em ciclos por minuto, foi quantificada considerando os quatro primeiros ciclos completos realizados após a marcação dos sete metros. Cada ciclo de braçada é composto por uma braçada direta mais uma braçada esquerda completa. O tempo decorrido entre o início da primeira braçada e o mesmo ponto da quarta braçada foi obtido através da análise das imagens. A frequência de braçadas foi calculada dividindo-se o número de ciclos (4 ciclos) pelo tempo requerido para cumpri-los (Δt), pela seguinte equação: $(60 \cdot 4) / \Delta t$. O comprimento de braçadas, expresso em metros por ciclo, foi obtido dividindo-se a velocidade média pela frequência de braçadas, convertida em ciclos por segundo.

Já para o nado borboleta, a frequência de braçadas, expressa em ciclos por minuto, foi quantificada considerando-se os três primeiros ciclos completos realizados após a marcação dos sete metros. Um ciclo de braçadas é composto por uma braçada direita e uma braçada esquerda que no nado borboleta ocorrem simultaneamente. O tempo decorrido entre o início da primeira braçada e o mesmo ponto da terceira braçada foi obtido através da análise das imagens. A frequência de braçadas foi então calculada dividindo-se o número de ciclos (3 ciclos)

pelo tempo requerido para cumpri-los (Δt), pela seguinte equação: $(60 \cdot 3) / \Delta t$. O comprimento de braçadas, expresso em metros por ciclo, foi obtido dividindo-se a velocidade média pela frequência de braçadas, convertida em ciclos por segundo.

Essa diferença entre nados foi utilizada em função dos nadadores. Durante o nado borboleta com palmares poderiam ultrapassar os 15 metros demarcados, caso fossem utilizados 4 ciclos completos. Este fato ocorreu durante o estudo piloto.

3.6 Índice de coordenação do nado crawl

A coordenação do nado crawl foi avaliada pelo índice proposto por Chollet, Chalies e Chatard (2000). A braçada foi dividida em quatro fases distintas, a saber:

- *Fase A: entrada e apoio*. Esta fase corresponde ao tempo decorrido entre a entrada da mão na água e o primeiro movimento da mão para trás.
- *Fase B: tração*. Esta fase corresponde ao tempo decorrido entre o primeiro movimento da mão para trás e o alinhamento da mão com o ombro no plano vertical.
- *Fase C: finalização*. Esta fase corresponde ao tempo decorrido entre o alinhamento da mão com o ombro no plano vertical até a saída da mão da água.
- *Fase D: recuperação*. Esta fase corresponde ao tempo decorrido entre a saída da mão da água e a sua entrada, que também marcará o início do próximo ciclo de braçadas.

Dois operadores independentes avaliaram os pontos importantes da braçada e compararam o erro em cada uma delas: entrada da mão, primeiro movimento da mão para trás, alinhamento vertical da mão com o ombro e saída da água foi de 0,003; 0,035; 0,018 e 0,011, respectivamente. Esses valores estão de acordo com o erro máximo de 0,04 proposto por Seifert et al. (2007). Para diminuir a possibilidade de erros, os dois operadores definiram juntos os pontos importantes dos vídeos, e quando havia alguma discrepância, um terceiro foi chamado para definir o ponto importante em questão.

A duração de cada uma das fases foi obtida a partir da análise de um ciclo e meio de braçadas, com uma precisão de 0.016 s. A duração de um ciclo completo foi determinada pela soma das quatro fases ($A + B + C + D$). Assim, a duração de cada uma das fases foi expressa

percentualmente em relação à duração total de um ciclo completo. Considerou-se como fase propulsiva da braçada a soma das fases B e C (tração + finalização), e como fase não-propulsiva a soma das fases A e D (entrada e apoio + recuperação).

O índice de coordenação 1 (IdC1) foi definido como o tempo entre o início da propulsão da primeira braçada direita e o fim da propulsão na primeira braçada esquerda, enquanto o índice de coordenação 2 (IdC2) como o tempo decorrido entre o início da propulsão na primeira braçada esquerda até o fim de propulsão na segunda braçada direita. O índice de coordenação total (IdC) foi obtido através da fórmula: $(IdC1 + IdC2) * 0,5$; e o resultado expresso em porcentagem de um ciclo total de braçada.

Esta análise permite três possibilidades. Quando o $IdC < 0\%$, existe um intervalo não propulsivo entre braçadas, caracterizando o modelo de “pegada dupla”. Quando o $IdC = 0\%$, um braço termina a fase propulsiva no mesmo momento que o outro inicia. Neste caso, a propulsão entre os braços é ininterrupta e o modelo caracterizado é o de “oposição”. Quando o $IdC > 0\%$, existe uma sobreposição de fases propulsivas dos braços. Assim sendo, este modelo é nomeado “sobreposição”.

Para as pernadas, foram quantificadas o numero de pernadas executadas por ciclo de braçada.

3.7 Índice de coordenação do nado borboleta

A coordenação foi avaliada pelo índice proposto por Chollet et al. (2006). A braçada foi dividida em quatro fases distintas, a saber:

- *Fase A: entrada e apoio.* Esta fase corresponde ao tempo decorrido entre a entrada da mão na água e o primeiro movimento da mão para trás.
- *Fase B: tração.* Esta fase corresponde ao tempo decorrido entre o primeiro movimento da mão para trás e o alinhamento da mão com o ombro no plano vertical.
- *Fase C: finalização.* Esta fase corresponde ao tempo decorrido entre o alinhamento da mão com o ombro no plano vertical até a saída da mão da água.

- *Fase D: recuperação.* Esta fase corresponde ao tempo decorrido entre a saída da mão da água e a sua entrada, que também marcará o início do próximo ciclo de braçadas.

A duração de cada uma das fases foi obtida a partir da análise de um ciclo e meio de braçadas, com uma precisão de 0.016 s. A duração de um ciclo completo foi determinada pela soma das quatro fases (A + B + C + D). Assim, a duração de cada uma das fases foi expressa percentualmente em relação à duração total de um ciclo completo. Considerou-se como fase propulsiva da braçada a soma das fases B e C (tração + finalização), e como fase não-propulsiva a soma das fases A e D (entrada e apoio + recuperação).

O ciclo da pernada também foi dividido em quatro fases:

- *1ª propulsão da pernada:* É o tempo decorrido entre o ponto mais alto e o mais baixo dos pés na primeira ondulação do nado.
- *1ª recuperação da pernada:* É o tempo decorrido entre o ponto mais baixo e o ponto mais alto dos pés na primeira ondulação do nado.
- *2ª propulsão da pernada:* É o tempo decorrido entre o ponto mais alto e o ponto mais baixo dos pés na segunda ondulação do nado.
- *2ª recuperação da pernada:* É o tempo decorrido entre o ponto mais baixo e o ponto mais alto dos pés na segunda ondulação do nado.

Um ciclo de perna corresponde a duas ondulações. A duração de cada uma das fases da pernada foi mensurada a partir da análise de um ciclo de perna e foi expressa em percentual em relação à duração total do ciclo.

A coordenação entre braço e perna foi determinada pela mensuração dos intervalos de tempo entre as diferentes fases da braçada e pernada (CHOLLET et al., 2006). Quatro intervalos foram analisados:

- T1: é o tempo entre o início da entrada da mão na água e o início da propulsão da primeira pernada.
- T2: é o tempo entre o início da fase de tração e o início da recuperação da primeira pernada.
- T3: é o tempo decorrido entre o início da fase de finalização até o início da propulsão da segunda pernada.
- T4: é o tempo entre o início da fase de recuperação dos braços e início da recuperação da segunda pernada.

A duração dos intervalos foi expressa percentualmente em relação à duração total de um ciclo de perna. Como cada um destes intervalos possibilitam resultados positivos, nulos ou negativos, a interpretação destes possibilita melhor entendimento da coordenação do nado:

- *Quando $T1=0$* : há continuidade entre o fim da fase de recuperação e o início da propulsão da primeira pernada.
- *Quando $T1>0$* : os braços iniciaram a fase de entrada e apoio enquanto as pernas ainda realizam a recuperação da segunda pernada. Assim, há um intervalo na propulsão, uma vez que os braços estão em deslize e as pernas em recuperação.
- *Quando $T1<0$* : indica que a propulsão da pernada iniciou antes da conclusão da recuperação dos braços, ou seja, os braços ainda executam a recuperação enquanto as pernas já iniciaram a propulsão da primeira pernada. Esta situação faz com que o nadador se posicione de uma maneira desfavorável para o deslize, uma vez que os membros superiores não estão na água enquanto a pernada já está realizando propulsão. Além disso, há a tendência de que a recuperação dos braços seja executada mais verticalmente.
- *Quando $T2=0$* : há continuidade entre a ação das pernas e dos braços, diminuindo o tempo não propulsivo.
- *Quando $T2>0$* : nesse caso há uma sobreposição propulsiva entre pernas e braços. Os braços estão na fase de tração enquanto as pernas já estão na propulsão da segunda pernada.
- *Quando $T2<0$* : indica um intervalo não propulsivo no qual há apenas o deslize do nadador. Os braços estão na fase de entrada e apoio enquanto as pernas ainda estão na recuperação da primeira pernada.
- *Quando $T3=0$* : nesse caso indica que existe uma sincronização perfeita entre o início da fase de finalização e o ponto mais alto da pernada (início da segunda propulsão da pernada)
- *Quando $T3>0$* : indica que a segunda propulsão da pernada iniciou antes do final da fase de tração (início da finalização).
- *Quando $T3<0$* : existe um atraso na coordenação entre o ponto mais alto da pernada e o início da fase de finalização. Nesse caso a propulsão da segunda pernada iniciou quando os braços já estavam na fase de finalização.

- *Quando $T4=0$* : indica que o final da segunda propulsão da pernada termina no mesmo tempo do fim da fase de finalização dos braços. Desta maneira a propulsão gerada pela pernada auxilia na recuperação dos braços.
- *Quando $T4>0$* : nesse caso os braços iniciam a recuperação antes do final da propulsão da segunda pernada. Dessa maneira, a pernada deixa de auxiliar na fase de recuperação dos braços.
- *Quando $T4<0$* : mostra que existe um tempo de espera das pernas, visto que a propulsão da segunda pernada já terminou enquanto a fase de recuperação dos braços ainda não iniciou.

3.8 Análise estatística

Todo o tratamento estatístico, em ambos estudos, foi realizado através do software SPSS for Windows (Version 10.0; SPSS, Inc., Chicago, IL). A homogeneidade e a normalidade dos dados foram verificadas através dos testes de Levene e Shapiro-Wilk, respectivamente. Média e desvio padrão foram utilizadas como medida de tendência central e dispersão, respectivamente.

O teste de análise de variância para amostras dependentes com fator comum (situações experimentais de nado) foi utilizado para a análise das medidas paramétricas. Quando necessário utilizou-se o post-hoc de Bonferroni. Para as não-paramétricas foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis. O teste de Mann-Whitney com ajuste de Bonferroni foi utilizado para detectar possíveis diferenças significativas. O nível de significância adotado foi de $P<0,05$.

4 PUBLICAÇÃO 1 – EFEITOS DA UTILIZAÇÃO DE PALMARES E PARACHUTE NO NADO CRAWL EM MÁXIMA INTENSIDADE

Artigo publicado no periódico “Journal of Sports Science” (v.29, n.4, p. 431-438)

4.1 Introdução

Sabe-se que a força propulsiva influencia a velocidade de nado e o rendimento do nado crawl (GIROLD et al., 2006; MAVRIDIS et al., 2006; TOUSSAINT e VERVOORN, 1990). Palmares e parachutes são utilizados para sua potencialização, mesmo que exercendo funções diferentes para obtenção de sobrecarga.

Os palmares aumentam artificialmente a área da mão dos nadadores, e como resultado, os nadadores podem mover maior massa de água, aumentando a resistência a ser superada (GOURGOULIS et al., 2008a, 2008b; TOUSSAINT, JANSSEN e KLUFT, 1991). Os parachutes, diferentemente, ocasionam um aumento no arrasto, que é adicionado ao arrasto do corpo dos nadadores e sua movimentação, e para se deslocarem, estes precisam aumentar a manifestação de força em comparação com o nado sem parachutes.

Como a força propulsiva depende, simultaneamente, da força muscular e da técnica de nado (SCHLEIHAUF, 1983), espera-se que as sessões de treinos sejam de alta intensidade, com a utilização de resistência externa, com o movimento da braçada muito próximo ao adotado no nado sem equipamentos. Os efeitos da utilização dessa resistência externa já foram estudados através da análise das variáveis de frequência de braçada e do comprimento de braçadas (GOURGOULIS et al. 2008a; LLOP et al., 2003, 2006; TOUSSAINT et al., 1991), com a intenção de identificar os efeitos que estes implementos causam em comparação com o nado sem equipamentos. Muitas pesquisas observaram mudanças significantes, variando de acordo com a sobrecarga imposta empregada (GIROLD et al., 2006; GOURGOULIS et al., 2008a; LLOP et al., 2002).

É fato que a sobrecarga na natação demanda uma reorganização do sistema neuromotor para aumento do recrutamento de unidades motoras (MAGLISCHO, 1993) e, assim sendo, mais tempo é necessário para produção de força. Isto pode explicar a diminuição na frequência de braçadas anteriormente citada (GIROLD, et al., 2006; GOURGOULIS et al., 2008a; LLOP et al., 2002), mesmo que isso possa ocorrer em função de um efeito crônico do treinamento, sendo que este proporcionará maior produção de força e em menor tempo, mesmo sem os equipamentos (RASULBEKOV et al., 1986). Desta maneira, os implementos influenciam a propulsão e/ou o arrasto, influenciando na velocidade e, conseqüentemente, no comprimento de braçadas.

Muitos estudos foram desenvolvidos na tentativa de mapear o comportamento de variáveis biomecânicas durante a utilização de sobrecarga na natação (GOURGOULIS et al., 2006, 2008a, 2008b, 2009; SIDNEY et al., 2001). Uma destas é o índice de coordenação para o nado crawl (CHOLLET, CHALIES e CHATARD, 2000; MILLET et al., 2002; POTDEVIN et al., 2006; SEIFERT et al., 2004a, 2004b; SEIFERT, CHOLLET e ROUARD, 2007), podendo ser utilizada como uma maneira de análise qualitativa das fases da braçada (entrada e apoio, tração, finalização e recuperação), intervalos não propulsivos entre os dois braços e, portanto, a continuidade propulsiva. Esta continuidade propulsiva determina o índice de coordenação que, na prática, é dividido em três modelos de nado: pegada dupla, oposição e sobreposição, definidos pelo valor do índice de coordenação, respectivamente: positivo, nulo e negativo (CHOLLET, CHALIES e CHATARD, 2000).

Pesquisas anteriores mostram que nadadores velocistas, nadando sem equipamentos, mostraram tendência de aumento no índice de coordenação de acordo com o aumento da velocidade de nado, e tendem para o modelo de oposição (CHOLLET, CHALIES e CHATARD, 2000) ou sobreposição (MILLET et al., 2002; POTDEVIN et al., 2006; SEIFERT et al., 2004a). Para isso, a contribuição das fases não propulsivas (entrada e apoio, e recuperação) passa a ser menor enquanto a das fases propulsivas (tração e finalização) significativamente maior (CHOLLET, CHALIES e CHATARD, 2000; MILLET et al., 2002; POTDEVIN et al., 2006; SEIFERT et al., 2004a).

Para nadadores de nível nacional utilizando palmares, Sidney et al. (2001) encontrou maior porcentagem de utilização de fases propulsivas e, conseqüentemente, aumento no índice de coordenação quando os palmares foram utilizados, mesmo com predominância do

modelo de pegada dupla. Apesar destes estudos, ainda não é claro qual o comportamento do braço esquerdo e do braço direito durante o uso de palmares. Os parachutes, por outro lado, foram inseridos há pouco tempo nas sessões de treinamento e poucos dados sobre este equipamento estão disponíveis, em sua maioria sobre frequência e comprimento de braçadas (LLOP et al., 2002, 2003), variáveis que se modificam muito com o aumento da resistência. A utilização combinada de palmares e parachutes também poderia ser estudada, uma vez que se aumenta a propulsão e o arrasto. Contudo, é provável que esta combinação não seja utilizada por falta de informações sobre sua especificidade.

Diante disso, pode-se dizer que não é claro quais as alterações induzidas por palmares e parachute na coordenação entre braços de nadadores homens especialistas no nado crawl, em intensidade de esforço máxima. Assim, o objetivo deste estudo é investigar os efeitos do palmar, do parachute, e palmar mais parachute na duração relativa das fases de ambos os braços e no índice de coordenação de nadadores especialistas em nado crawl, em máxima intensidade. A hipótese é que a utilização destes implementos induzam os nadadores na melhora da continuidade propulsiva.

4.2 Materiais e métodos

4.2.1 Sujeitos

Onze nadadores homens ($21,9 \pm 4,5$ anos), especialistas em provas de 50 e 100 metros no nado crawl, competitivos em nível estadual participaram do presente estudo. Todos utilizavam palmares e parachutes de forma regular em seus treinamentos. As características dos sujeitos podem ser visualizadas na tabela 1. Todos os sujeitos foram informados dos procedimentos da pesquisa e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade (Protocolo 681/2009).

Tabela 1. Características dos sujeitos

Variáveis	Dados
Altura (m)	$1,82 \pm 0,07$
Envergadura (m)	$1,89 \pm 0,14$
Massa Corporal (kg)	$75,10 \pm 3,62$
Área da mão (cm ²)	$201,15 \pm 33,70$
Melhor tempo de 50 metros na piscina de 25 metros (s)	$24,23 \pm 0,75$

4.2.2 Procedimentos

Os procedimentos foram realizados no mesmo dia, em uma piscina de 25 metros, em que a água apresentou temperatura de 27°C. Todos os nadadores realizaram um aquecimento padronizado, que consistiu em 15 minutos de alongamento ativo fora da água, 600 metros nadando em intensidade submáxima, além de dois esforços máximos de 15 metros, separados por um intervalo de 90 segundos. Após isso, foi dado um intervalo de aproximadamente cinco minutos para início dos testes.

O teste consistiu na realização de esforços máximos na distância de 25 metros, sendo que cada situação foi repetida duas vezes, a fim de possibilitar a análise das seguintes condições: (1) nado padrão, (2) com palmares (462 cm²), (3) parachute (900 cm²) e, com palmares e parachute (figura 1) juntos, em ordem aleatória. Foi adotado um intervalo de quatro minutos entre os esforços. Os palmares foram presos às mãos dos nadadores através de tubos elásticos ajustáveis, posicionados na região central do dedo médio e no punho, enquanto o parachute foi atado por meio de um cinto fixado na cintura dos nadadores. A superfície do parachute foi mantida à distância aproximada de um metro em relação aos pés dos nadadores, exatamente como utilizado em seus treinamentos.

Figura 1 – Palmares e parachute utilizados no estudo



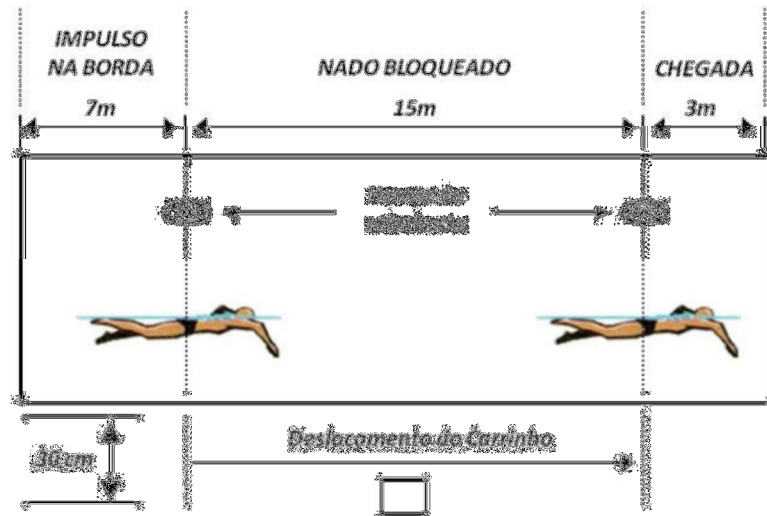
A área da mão foi estimada multiplicando as distâncias entre os pontos transversos e longitudinais extremos da mão. Este mesmo procedimento foi utilizado para mensurar a área dos palmares e garantir que o palmar utilizado fosse maior do que a área da mão dos atletas

Os atletas foram orientados a realizarem os movimentos de perna normalmente e, em máxima intensidade. O número de pernadas por ciclo foi mensurado através da análise dos vídeos, um movimento ascendente mais um descendente da perna eram contabilizados como uma pernada completa.

O intervalo passivo de 4 minutos foi utilizado entre os tiros. De acordo com Gastin (2001), esforços máximos próximos a 10 segundos de duração, como os presentes neste estudo, tem alta demanda de metabolismo anaeróbico (estima-se 94%), principalmente do sistema alático, e a ressíntese de fosfocreatina pode demandar de 3 a 5 minutos (GLAISTER, 2005). Oito minutos entre os tiros foram utilizados para diminuir quaisquer possibilidades de influência da fadiga nos testes, bem como dos implementos na sensibilidade dos nadadores.

Durante o percurso foram desprezados os primeiros sete e os últimos três metros, a fim de minimizar os efeitos do impulso e da chegada, respectivamente. Para isso, foram colocadas marcações submersas (barras), perpendiculares ao deslocamento dos atletas, nas distâncias de 7 e 22 metros (figura 2). As barras mediam 2 metros de comprimento e estavam dispostas do solo da piscina até a altura da superfície.

Figura 2 – Disposição do procedimento



Todos os procedimentos foram filmados por duas câmeras (Sony® HC38, *shutter speed*: 1/1000; frequência de amostragem: 60 hertz), sincronizadas por sinal sonoro, que proporcionaram uma tomada sagital externa, com o auxílio de uma caixa estanque (Sony® SPK-HCC), a 50 centímetros da superfície. Uma das câmeras estava fixa em frente ao nadador, na borda oposta ao impulso inicial enquanto a outra foi fixada em um *trolley*, especialmente desenvolvido para este fim, que foi controlado por um operador e que permitiu o deslocamento na mesma velocidade do nadador.

4.2.3 Variáveis analisadas

Através da distância entre as barras ($\Delta d = 15 \text{ m}$), a velocidade média (VEL) em cada tentativa foi calculada utilizando o tempo gasto entre elas (Δt), conforme $VEL = \Delta d / \Delta t$. A perspectiva sagital possibilitou identificar os instantes em que a cabeça cruzou as barras nos 7 e 22 metros. Para validar a perspectiva sagital foi feito um estudo piloto. Um nadador (23 anos, 7 anos de experiência de treinamento, 1,85 metros, 89,9 kilogramas) executou um protocolo de 10 esforços máximos de 25 metros. Os resultados obtidos pela câmera em movimento foram comparados com outros obtidos por duas câmeras fixadas fora da água, perpendicularmente as

barras dos 7 e 22 metros e, todas operaram simultaneamente numa frequência de 60 quadros por segundo. Utilizando a análise de variância (ANOVA), não foram encontradas diferenças entre os métodos, o coeficiente de correlação intra-classe foi de 0,98 (95% do intervalo de confiança: 0,94 a 1,00), o erro padrão foi de 0,003 m/s, e o coeficiente de variação entre medidas foi de 0,17%.

A frequência de braçadas, expressa em ciclos por minuto, foi quantificada considerando os 4 primeiros ciclos completos, realizados após a marcação dos sete metros. O tempo decorrido entre o início da primeira braçada e o mesmo ponto da quarta braçada foi obtido através da análise das imagens. A frequência de braçadas foi então calculada dividindo-se o número de ciclos (4 ciclos) pelo tempo requerido para cumpri-los (Δt), pela seguinte equação: $(60 \cdot 4) / \Delta t$. O comprimento de braçadas, expresso em metros por ciclo, foi obtido dividindo-se a velocidade média pela frequência de braçadas, convertida em ciclos por minuto. Somente o esforço mais rápido foi utilizado para análise.

4.2.4 Coordenação entre braçadas

A coordenação foi avaliada pelo índice proposto por Chollet, Chabies e Chatard (2000). A braçada foi dividida em quatro fases distintas, a saber:

- *Fase A: entrada e apoio.* Esta fase corresponde ao tempo decorrido entre a entrada da mão na água e o primeiro movimento da mão para trás.
- *Fase B: tração.* Esta fase corresponde ao tempo decorrido entre o primeiro movimento da mão para trás e o alinhamento da mão com o ombro no plano vertical.
- *Fase C: finalização.* Esta fase corresponde ao tempo decorrido entre o alinhamento da mão com o ombro no plano vertical até a saída da mão da água.
- *Fase D: recuperação.* Esta fase corresponde ao tempo decorrido entre a saída da mão da água e a sua entrada, que também marcará o início do próximo ciclo de braçadas.

Dois operadores independentes avaliaram os pontos importantes da braçada e compararam o erro em cada uma delas: entrada da mão, primeiro movimento da mão para trás, alinhamento vertical da mão com o ombro e saída da água foi de 0,003; 0,035; 0,018 e 0,011, respectivamente. Esses valores estão de acordo com o erro máximo de 0,04 proposto por Seifert

et al. (2007). Para diminuir a possibilidade de erros, os dois operadores definiram juntos os pontos importantes dos vídeos, e quando havia alguma discrepância, um terceiro foi chamado para definir o ponto importante em questão.

A duração de cada uma das fases foi obtida a partir da análise de um ciclo e meio de braçadas, com uma precisão de 0,016 segundos. A duração de um ciclo completo foi determinada pela soma das quatro fases ($A + B + C + D$). Assim, a duração de cada uma das fases foi expressa percentualmente em relação à duração total de um ciclo completo. Considerou-se como fase propulsiva da braçada a soma das fases B e C (tração + finalização), e como fase não-propulsiva a soma das fases A e D (entrada e apoio + recuperação). A partir das fases da braçada, pode-se calcular o índice de coordenação.

Para isso, são necessários duas variáveis (IdC1 e IdC2), e a partir da média destas tem-se o índice de coordenação do nado crawl. O IdC1 foi definido como o tempo entre o início da propulsão da primeira braçada direita e o fim da propulsão na primeira braçada esquerda, enquanto o IdC2 como o tempo decorrido entre o início da propulsão na primeira braçada esquerda até o fim de propulsão na segunda braçada direita. O índice de coordenação foi obtido através da fórmula: $(IdC1 + IdC2) * 0,5$, e o resultado em porcentagem de um ciclo total de braçada.

Esta análise permite três possibilidades. Quando o $IdC < 0\%$, existe um intervalo não propulsivo entre braçadas, caracterizando o modelo de “pegada dupla”. Quando o $IdC = 0\%$, um braço termina a fase propulsiva no mesmo momento que o outro inicia. Neste caso, a propulsão entre os braços é ininterrupta e o modelo caracterizado é o de “oposição”. Quando o $IdC > 0\%$, existe uma sobreposição de fases propulsivas dos braços, assim sendo este modelo é nomeado “sobreposição”.

Para as pernadas, foram quantificadas quantas pernadas por ciclo de braçada os nadadores executaram.

4.2.5 Análise estatística

Todos o tratamento estatístico foi realizado através do software SPSS for Windows (Version 16.0; SPSS, Inc., Chicago, IL). A homogeneidade e a normalidade dos dados foram verificadas através dos testes de Levene e Shapiro-Wilk, respectivamente. Média e desvio padrão foram utilizadas como medida de tendência central e dispersão, respectivamente.

O teste de análise de variância para amostras dependentes com fator comum (situações experimentais de nado) foi utilizado para a análise da velocidade média, comprimento de braçadas, fases das braçadas (exceto as fases A e B do braço esquerdo) e índice de coordenação, por se mostrarem medidas paramétricas. Quando necessário utilizou-se o post-hoc de Bonferroni.

Para as não-paramétricas: frequência de braçadas, as fases A e B da braçada esquerda foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis. O teste de Mann-Whitney com ajuste de Bonferroni foi utilizado para detectar possíveis diferenças significativas. O nível de significância adotado foi de $P < 0,05$.

4.3 Resultados

4.3.1 Parâmetros da braçada

Foram encontradas diferenças significantes na velocidade de nado ($F_{3,40}=108,30$, $P < 0,0001$), frequência de braçadas ($P < 0,001$) e no comprimento de braçadas ($F_{3,40}=36,54$, $P < 0,0001$) com a utilização dos implementos. Quando comparado ao nado sem equipamentos, o *post-hoc* indicou uma diminuição significativa da velocidade de nado com utilização de parachute e de palmares mais parachute, enquanto somente na utilização de palmares houve aumento, contudo este não foi significativo (tabela 2).

Tabela 2. Velocidade média, frequência e comprimento médio de braçadas em nado padrão (PAD), utilizando palmares (PAL), com parachute (PRC) e palmares mais parachute (PAL+PRC)

	PAD	PAL	PRC	PAL+PRC
Velocidade ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	1.83 ± 0.10	1.87 ± 0.09	1.25 ± 0.11 *	1.29 ± 0.13 *
Frequência($\text{ciclos} \cdot \text{min}^{-1}$)	59.21 ± 3.54	$54.65 \pm 7.74^*$	$54.94 \pm 4.02^*$	$48.44 \pm 5.73^*$
Comprimento ($\text{m} \cdot \text{ciclo}^{-1}$)	1.86 ± 0.13	2.08 ± 0.26 *	1.37 ± 0.09 *	1.61 ± 0.14 *

Nota: * Diferenças significantes em relação à PAD ($p < 0.05$)

O *post-hoc* de Bonferroni detectou que a frequência de braçadas no nado padrão foi significantemente diferente de todas as outras situações analisadas. O mesmo ocorre com o comprimento de braçadas quando o teste de Mann-Whitney foi utilizado.

4.3.2 Fases da braçada

Não foram observadas diferenças significantes em nenhuma das fases das braçadas, nas diferentes condições. A propulsão manteve-se inalterada com a sobrecarga. Os dados das fases das braçadas podem ser observados na tabela 3.

Tabela 3. Valores das fases das braçadas em nado padrão (PAD), utilizando palmares (PAL), com parachute (PRC) e palmares mais parachute (PAL+PRC).

	PAD	PAL	PRC	PAL+PRC
Braço Direito				
Fase A (%)	14.0 ± 3.8	12.3 ± 4.6	15.1 ± 6.1	12.5 ± 5.6
Fase B (%)	34.1 ± 4.4	34.4 ± 4.1	33.1 ± 3.9	35.5 ± 4.7
Fase C (%)	24.8 ± 4.2	25.0 ± 3.7	26.6 ± 4.4	26.8 ± 3.3
Fase D (%)	27.2 ± 3.9	28.3 ± 3.6	25.2 ± 4.8	25.2 ± 2.2
Não Propulsivo (%)	41.1 ± 4.2	40.6 ± 5.8	40.3 ± 6.2	37.7 ± 5.9
Propulsivo (%)	58.9 ± 3.9	59.4 ± 5.8	59.7 ± 6.2	62.3 ± 5.9
Braço Esquerdo				
Fase A (%)	14.0 ± 4.7	11.5 ± 4.3	13.1 ± 4.0	12.3 ± 4.3
Fase B (%)	33.9 ± 5.6	35.6 ± 4.9	32.6 ± 6.9	33.8 ± 2.9
Fase C (%)	21.3 ± 2.7	21.7 ± 3.8	24.8 ± 4.6	24.7 ± 2.9
Fase D (%)	29.3 ± 4.3	32.9 ± 3.1	28.3 ± 3.5	29.0 ± 4.4
Não Propulsivo (%)	43.3 ± 5.2	44.3 ± 4.0	41.4 ± 4.1	41.3 ± 4.5
Propulsivo (%)	55.2 ± 5.5	57.3 ± 4.4	57.4 ± 4.8	58,6 ± 3.8

Nota: Não propulsivo é a soma das fases A e D enquanto propulsivo é a soma das fases B e C.

4.3.3 Índice de coordenação

A média do IdC não se modificou significativamente entre as situações avaliadas. Contudo, foram detectadas diferenças práticas no modelo de coordenação utilizado, de acordo com a condição avaliada. Do ponto de vista prático, o modelo de coordenação mudou de pegada dupla durante o nado sem equipamentos (IdC = - 2,3 ± 5,0%) para o modelo de oposição com a utilização dos palmares (IdC = - 0,2 ± 3,8%), com parachute (IdC = 0,1 ± 3,1%) e com palmares e parachute (IdC = 0,0 ± 3,2%), os últimos três valores não se diferenciaram significativamente de zero.

4.3.4 Pernadas

O padrão das pernadas não se modificou durante utilização dos diferentes equipamentos. Todos os nadadores utilizaram o padrão de 6 pernadas por ciclo de braçadas em todas as situações.

4.4 Discussão

Neste estudo, foram investigados os efeitos da utilização de palmares, parachute, e palmares mais parachute na coordenação do nado crawl, ou seja, quais os efeitos gerados pela sobrecarga propulsiva e resistiva, utilizadas separadamente e em conjunto. Como a intensidade de execução em todas as situações foi máxima, todas e quaisquer modificações encontradas nas diferentes condições foram assumidas como consequência da utilização dos implementos, caso contrário, resultados similares ao nado padrão seriam encontrados.

Como os testes foram realizados em distâncias curtas, os efeitos da fadiga não foram considerados. Da mesma forma, assumiu-se que não houve modificações nos padrões de nado durante os 15 metros analisados, ou seja, as modificações causadas pelos implementos se mantiveram uniforme durante todo o trecho. Nestes, considerou-se que a média da força propulsiva foi igual à média da força de arrasto (TOUSSAINT e TRUIJENS, 2005). Desta maneira, durante a utilização dos palmares, é provável que os nadadores aplicaram maior força a cada braçada bem como produziram maior força resistiva, uma vez que quanto maior a velocidade maior é o arrasto (KARPOVICH, 1933). Por outro lado, o parachute causou aumento na resistência, que foi adicionado ao arrasto do corpo do nadador e suas movimentações. Nesta condição, a mão se movia em sentido oposto ao deslocamento do corpo e com maior velocidade em relação à água, aumentando o arrasto sobre ela. Dessa maneira, a força propulsiva também é maior. Ambos os efeitos foram assumidos na condição em que os dois implementos foram utilizados.

4.4.1 Parâmetros da braçada

Conforme citados anteriormente, os parâmetros da braçada mostraram grandes variações de acordo com o tipo de sobrecarga utilizada, principalmente no comprimento de braçadas, que diminuiu com aumento da sobrecarga resistiva (condição de utilização do parachute). Este resultado está intimamente relacionado com o decréscimo na velocidade de nado. O decréscimo na velocidade também ocorreu quando os palmares eram adicionados (palmar mais parachute). Assim sendo, com a adição dos palmares à condição de sobrecarga resistiva houve um aumento da força propulsiva (GOURGOULIS et al., 2008b), otimizando os efeitos dos implementos, ou seja, na condição de sobrecarga mista, os efeitos de um implemento é amplificado pelo outro, em relação à aplicação de força e, conseqüentemente, no tempo de organização do sistema neuromotor.

Entretanto, a frequência de braçadas não se alterou de acordo com os implementos. Esta variável diminuiu significativamente em todas as situações de sobrecarga. Este dado está em acordo pelos apresentados em outros estudos que também apresentaram diminuição na frequência de braçadas durante o uso de palmares (GOURGOULIS et al., 2008a, 2008b, 2009) ou parachute (LLOP et al., 2002, 2003, 2006).

A utilização conjunta de palmares e parachute é, sem dúvida, a mais complexa de todas as situações estudadas. O aumento artificial da área propulsiva exercida pelos palmares permite que os nadadores se desloquem mais rapidamente. Simultaneamente, os nadadores conseguem mover maior massa de água e produzir maior força propulsiva. Assim sendo, devido ao aumento da sobrecarga, os nadadores desenvolvem baixa frequência de braçadas.

Hipoteticamente, este contexto será mantido até que o nadador não tenha capacidade de executar a contração muscular necessária para produção de força. Assim sendo, o posicionamento mais indicado desta situação na programação de treinamentos é no início da temporada.

4.4.2 Fases da braçada

No presente estudo não foi encontrada nenhuma alteração nas fases das braçadas com a utilização de sobrecarga. Assim sendo, do ponto de vista da coordenação motora, estes implementos podem ser empregados para o treinamento e desenvolvimento de força específica na natação.

Os resultados encontrados com a utilização de palmares são os mesmos encontrados em estudos anteriores (MONTEIL E ROUARD, 1992, 1994) que, apesar de identificarem um aumento no tempo absoluto de duração das fases, a duração relativa (em porcentagem do total do ciclo completo) não se modificou significativamente.

Por outro lado, Sidney et al. (2001) encontraram um aumento significativo na parte propulsiva da braçada (soma da tração e finalização) enquanto as fases não propulsivas (entrada e apoio, e recuperação) diminuíram significativamente. Neste estudo os autores utilizaram dois tamanhos de palmares (360 e 462 cm²), ambos menores que os utilizados no presente estudo. Com um aumento artificial da área propulsiva menor, os nadadores são capazes de desenvolver maior frequência de braçadas, com possibilidade de aumento das fases propulsivas (POTDEVIN et al., 2006).

Apesar das mudanças observadas com o uso de palmares e parachutes não serem significantes, esta foi a condição mais marcante na propulsão dos nadadores, na qual as fases propulsivas somaram 62,3% e 58,6% no braço direito e esquerdo, respectivamente, enquanto no nado padrão foi de 58,9% e 55,2%. Assim sendo, um aumento da duração das fases propulsivas é esperado como um efeito crônico do treinamento com a utilização destes implementos em combinação.

4.4.3 Índice de coordenação

Para o nado crawl, de acordo com Seifert, Chollet e Rouard (2007), o modelo de coordenação é modificado de pegada dupla para sobreposição quando a velocidade de nado

atinge 1,8 m/s. Entretanto, em desacordo com essa faixa de mudança, no presente estudo a faixa de velocidade encontrada foi de 1,83 m/s e o modelo de nado permaneceu em pegada dupla. Analisando o nível dos nadadores, mensurado através do IPS (International Points System, disponível em <http://www.swimnews.com/ipspoints>), há uma diferença entre o nível dos nadadores utilizados no estudo de Seifert e colaboradores (831) e o neste estudo (768). Este fato pode explicar essa diferença na velocidade de mudança de modelo coordenativo.

Por outro lado, não foram observadas diferenças significantes no índice de coordenação neste estudo. Contudo, do ponto de vista prático, os nadadores trocaram um modelo de pegada dupla, utilizado durante o nado padrão, para um modelo de oposição durante o uso de palmares, parachute e palmares mais parachute, mostrando que o aumento da sobrecarga externa ao nado pode melhorar a continuidade propulsiva dos nadadores velocistas.

Na situação em que os palmares foram utilizados, houve um aumento do índice de coordenação de 8,7%. Sidney et al., (2001) também encontrou um aumento no índice de coordenação com adição de palmares ao nado (aproximadamente 20%), que pode ter sido responsável pela aproximação ao modelo de oposição ($IdC = -1 \pm 4\%$) em detrimento do modelo de pegada dupla, normalmente utilizado durante o nado sem equipamentos. O aumento artificial do tamanho da mão dos nadadores permite movimentação de maior massa de água a cada braçada (TOUSSAINT et al., 1991), causando uma diminuição na velocidade da mão (GOURGOULIS et al., 2008a, 2008b) e aumento na duração das fases propulsivas. No presente estudo este padrão foi observado somente na fase B do braço esquerdo.

Em relação à coordenação entre braços, pode-se sugerir que a utilização sistemática dos implementos pode gerar um efeito crônico na diminuição do modelo de pegada dupla. Uma vez que os sujeitos utilizados para este estudo são nadadores competitivos, considera-se que os efeitos dos implementos melhoram suas performances, diminuindo os efeitos da desaceleração intracíclica, principalmente em intensidade máxima. Uma redução na variação de velocidade intracíclica, juntamente com uma aproximação para um modelo coordenativo com maior continuidade propulsiva também foi encontrado no estudo de Sidney et al., (2001), que comparou o nado livre de equipamentos e com palmares em distâncias curtas. Contudo, a mesma teoria não pode ser aplicada aos nadadores em fadiga. Alberty et al. (2005) encontrou aumento da duração relativa das fases propulsivas sem mudanças na velocidade intracíclica.

De acordo com a teoria hidrodinâmica, a força arrasto pode ser calculada através da seguinte equação: $A = 0.5 * \rho * Cx * S * v^2$, na qual ρ é a densidade da água, Cx é o coeficiente de arrasto, S é a área frontal do sujeito em contato perpendicular com o fluxo d'água e v é a velocidade do nadador. Assim sendo, quando os parachutes são utilizados, aumenta-se a área frontal e o nadador necessita de maior aplicação de força para vencer essa resistência. Por isso, qualquer falha propulsiva afeta fortemente a velocidade de nado. Assim, é possível que os nadadores objetivem maior continuidade propulsiva a fim de reduzir estas variações intracíclicas e seus efeitos.

Com a utilização sistemática, pode ocorrer como efeito crônico da utilização do parachute, bem como dos palmares mais parachute, uma aproximação ao modelo de oposição, assemelhando-se ao efeito esperado através da análise da situação de utilização de palmares. No entanto, a sensibilidade do nadador e o posicionamento do corpo a baixas velocidades são muito distantes daquelas exercidas em máxima velocidade sem implementos. Desta maneira, deve-se atentar para o período de utilização destes implementos dentro da periodização.

Finalmente, pode-se notar que o aumento da sobrecarga pode agir de diferentes maneiras em cada atleta. Quando os palmares foram utilizados, a área propulsiva da mão dos atletas se tornou padrão. Assim, numa mesma velocidade de nado, os nadadores com menor mão tinham que aplicar maior força para superar a resistência do fluído, visto que a área da mão aumentou mais que noutros atletas. Da mesma maneira, se cada nadador tem seu próprio arrasto, e este difere entre os nadadores, com o aumento da área frontal a ser superada, para alguns nadadores, percentualmente, foi muito maior o aumento relativo do arrasto que em outros. Assim sendo, ressalta-se a importância da individualidade do treinamento.

4.5 Conclusão

Nós concluímos que os palmares, parachute, e palmares mais parachute, utilizados em máxima intensidade, não influenciam na organização da braçada, para ambos os braços. É importante notar que houve uma modificação do ponto de vista prático, havendo a troca

do modelo de pegada dupla para o de oposição quando parachute e palmares mais parachute foram utilizados, destacando maior continuidade propulsiva como possível efeito crônico.

4.6. Referências bibliográficas

ALBERTY, M.; SIDNEY, M.; HOUT-MARCHAND, F.; HESPEL, J. M.; PELAYO, P. Intracyclic velocity variations and arm coordination during exhaustive exercise in front crawl stroke. **International Journal of Sports Medicine**, v. 26, n. 6, p. 471–475, 2005.

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, n. 1, p. 54–59, 2000.

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

GIROLD, S.; CALMELS, P.; MAURIN, D.; MILHAU, N.; CHATARD, J. C. Assisted and resisted sprint training in swimming. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 20, n. 3, p. 547–554, 2006.

GLAISTER, M. Multiple sprint work: Physiological responses, mechanisms of fatigue and the influence of aerobic fitness. **Sports Medicine**, v. 35, n. 9, p. 757–777, 2005.

GOURGOULIS, V.; AGGELOUSSIS, N.; KASIMATIS, P.; VEZOS, N.; ANTONIOU, P.; MAVROMATIS, G. 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.

GOURGOULIS, V.; AGGELOUSSIS, N.; VEZOS, N.; ANTONIOU, P.; MAVROMATIS, G. Hand orientation in hand paddle swimming. **International Journal of Sports Medicine**, v. 29, n. 5, p. 429–434, 2008a.

GOURGOULIS, V.; AGGELOUSSIS, N.; VEZOS, N.; KASIMATIS, P.; ANTONIOU, P.; MAVROMATIS, G. Estimation of hand forces and propelling efficiency during front crawl swimming with hand paddles. **Journal of Biomechanics**, v. 41, n. 1, p. 208–215, 2008b.

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

KARPOVICH, P.V. Water resistance in swimming. **Research Quarterly**, Reston, v. 4, p. 21-28, 1933.

LLOP, F.; ARELLANO, R.; GONZÁLEZ, C.; NAVARRO, F.; GARCÍA, J. M. Variaciones en la técnica de crol durante el nado resistido con paracaídas. **Revista Motricidad**, n. 8, p. 7–20, 2002.

LLOP, F.; GONZÁLEZ, C.; HERNANDO, E.; DIAZ-RINCON, J.; NAVARRO, F.; ARELLANO, R. Analysis of modifications on technique and lactate concentration during added resistance freestyle swimming. In: CHATARD, J. C. **Biomechanics and Medicine in Swimming IX**. Saint-Étienne: Publications de l' Université de Saint-Étienne, 2003, p. 343–348.

LLOP, F.; TELLA, V.; COLADO, J.; DIAZ, G.; NAVARRO, F. Evolution of butterfly technique when resisted swimming with parachute using different resistances. **Portuguese Journal of Sports Science**, v. 6, supl. 2, p. 302-304, 2006.

MAGLISCHO, E. W. **Swimming Ever Faster**. Montain View, CA: Mayfield Publishing, 1993.

MAVRIDIS, G.; KABITSIS, C.; GOURGOULIS, V.; TOUBEKIS, A. Swimming velocity improved by specific resistance training in age-group swimmers. **Portuguese Journal of Sports Science**, v. 6, supl. 2, 304–306, 2006.

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, n. 2, p. 99–104, 2002.

MONTEIL, K. M.; ROUARD, A. H. Influence of the size of the paddles in front crawl stroke. In: MCLAREN, D.; REILLY, T.; LEES, A. **Biomechanics and Medicine in Swimming - Swimming science VI**. London: E and FN Spon, 1992. p. 99–104.

MONTEIL, K. M.; ROUARD, A. H. Free swimming versus paddles swimming in front crawl. **Journal of Human Movement Studies**, v. 27, n. 89–99, 1994.

POTDEVIN, F.; BRILL, B.; SIDNEY, M.; PELAYO, P. Stroke frequency and arm coordination in front crawl swimming. **International Journal of Sports and Medicine**, v. 27, n. 3, p. 193–198, 2006.

RASULBEKOV, R. A.; FOMIN, R. A.; CHULKOV, V. U.; CHUDOVSKY, V. I. Does a swimmer need explosive strength? **National Strength and Coaches Association Journal**, v. 8, n. 2, p. 56–57, 1986.

SCHLEIHAUF, R. E. Specificity of strength training in swimming: A biomechanical view point. In: HOLLANDER, A. P.; HUIJING, P. A.; DEGROOT, G. **Biomechanics and Medicine in Swimming**. Champaign: Human Kinetics, 1983. p. 184–191.

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

SEIFERT, L.; CHOLLET, D.; BARDY, B. G. Effect of swimming velocity on arm coordination in the front crawl: A dynamic analysis. **Journal of Sports Sciences**, v. 22, n. 7, p. 651–660, 2004b.

SEIFERT, L.; CHOLLET, D.; ROUARD, A. Swimming constraints and arm coordination. **Human Movement Science**, v. 26, n. 1, p. 68–86, 2007.

SIDNEY, M.; PAILLETTE, S.; HESPEL, J. M.; CHOLLET, D.; PELAYO, P. Effect of swim paddles on the intra-cyclic velocity variations and on the arm coordination of front crawl stroke. In: BLACKWELL, J. R.; SANDERS, R. H. **Proceedings of Swim Sessions of XIX Symposium International on Biomechanics in Sports**. San Francisco: Human Kinetics, 2001. p. 39–42.

TOUSSAINT, H. M.; JANSSEN, T.; KLUFT, M. Effect of propelling surface size on the mechanics and energetics of front crawl swimming. **Journal of Biomechanics**, v. 24, n. 3-4, p. 205–211, 1991.

TOUSSAINT, H. M.; TRUIJENS, M. Biomechanical aspects of peak performance in human swimming. **Animal Biology**, v. 55, n. 1, p. 17–40, 2005.

TOUSSAINT, H. M.; VERVOORN, K. Effects of specific high resistance training in the water on competitive swimmers. **International Journal of Sports Medicine**, v. 11, n. 3, p. 228–233, 1990.

5 PUBLICAÇÃO 2 – EFEITOS DA UTILIZAÇÃO DE PALMARES E PARACHUTE NO NADO BORBOLETA EM MÁXIMA INTENSIDADE

Artigo não publicado

5.1 Introdução

Na natação, frações de segundo são fundamentais no resultado, principalmente nas provas de velocidade. Desta maneira, o treinamento dos nadadores velocistas costuma ser específico e de alta intensidade e uma das formas de otimizar o rendimento destes é através do treino da força propulsiva (TAÏAR et al., 1999). É sabido que o treinamento de força na natação pode ser efetuado em ambiente seco ou no específico, entretanto, a maneira específica mais efetiva é através de sprints resistidos (GIROLD et al., 2007; LLOP et al., 2006; WILLIAMS et al., 2001), no qual os nadadores deslocam-se, em alguns momentos com e outros sem resistência. Uma das formas de impor resistência externa é através da utilização de palmares e parachute.

Os palmares aumentam a área da mão dos nadadores permitindo maior aplicação de força para movimentar maior massa de água, enquanto os parachutes são utilizados para aumento do arrasto. Pesquisas apresentaram as alterações ocorridas nas variáveis de velocidade, frequência e comprimento de braçadas (CRAIG et al., 1985; GOURGOULIS et al., 2006, 2008a, 2008b, 2009, 2010; LLOP et al., 2002, 2003, 2006; TELLES et al., 2011), e índice de coordenação (GOURGOULIS et al., 2009; LLOP et al., 2006; TELLES et al., 2011) durante a utilização destes equipamentos, em sua maioria para o nado crawl. Telles et al. (2011) mediram o comportamento de variáveis coordenativas com o uso destes implementos em máxima intensidade, concluindo que a utilização não interfere na organização das braçadas, contudo, do ponto de vista prático, houve a troca do modelo coordenativo de pegada dupla para oposição, em todas as condições de sobrecarga, indicando maior continuidade propulsiva. Ressalta-se que esta

pesquisa foi realizada para o nado crawl, manifestando a necessidade de aprofundamento nos outros nados.

O nado borboleta é o segundo mais rápido da natação. Para sua execução são necessários dois movimentos de pernas para um ciclo completo de braços (uma braçada direita mais uma braçada esquerda, realizadas simultaneamente). Desta maneira, apresenta dificuldade coordenativa superior à do nado crawl. Neste último, a propulsão alterna-se, predominantemente, entre ambos os braços enquanto no nado borboleta entre os braços e as pernas. Este fato poderia explicar a maior variação da velocidade intracíclica presente no nado borboleta (BARBOSA et al. 2008). Assim sendo, espera-se que nadadores mais coordenados possam promover maior continuidade propulsiva.

Uma das formas de averiguar as alterações coordenativas no nado borboleta é através do índice de coordenação, proposto por Chollet et al. (2006). Neste estudo, concluiu-se que o aumento da velocidade de nado há diminuição da duração das fases não propulsivas enquanto no estudo de Seifert et al. (2007) concluiu-se que os atletas mais coordenados são os de maior nível técnico.

As pesquisas utilizando palmares e parachutes podem ser aprofundadas, pois existe a necessidade de mapear as alterações técnicas e intervalos propulsivos resultantes da utilização destes implementos para o nado borboleta, uma vez que estes propiciam a potencialização da força propulsiva específica do nado. Desta forma o presente estudo tem como objetivo mensurar as alterações coordenativas ocorridas durante a utilização dos palmares e parachute no nado borboleta em máxima intensidade.

5.2 Materiais e métodos

5.2.1 Sujeitos

Dez nadadores homens ($20,2 \pm 1,4$ anos), especialistas no nado borboleta e competitivos em nível estadual participaram do presente estudo. Todos utilizavam palmares e

parachutes de forma regular em seus treinamentos. As características dos sujeitos podem ser visualizadas na tabela 1. Todos os sujeitos foram informados dos procedimentos da pesquisa e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade onde o estudo foi realizado (Protocolo 678/2009).

Tabela 1. Características dos sujeitos

Variáveis	Dados
Altura (m)	$1,83 \pm 0,04$
Envergadura (m)	$2,05 \pm 0,06$
Massa Corporal (kg)	$82,8 \pm 7,95$
Área da mão (cm ²)	$214 \pm 48,32$
Melhor tempo de 50 metros na piscina de 25 metros (s)	$26,07 \pm 0,78$

5.2.2 Procedimentos

Os procedimentos foram realizados no mesmo dia, em uma piscina de 25 metros, em que a água apresentou temperatura de 27 °C. Todos os nadadores realizaram um aquecimento padronizado, que consistiu em 15 minutos de alongamento ativo fora da água, 600 metros nadando em intensidade submáxima à escolha dos nadadores, além de dois esforços máximos de 15 metros, separados por um intervalo de 90 segundos. Após isso, foi dado um intervalo de aproximadamente cinco minutos para início dos testes.

O teste consistiu na realização de um esforço máximo na distância de 25 metros, sendo este repetido quatro vezes a fim de possibilitar a análise das seguintes condições: (1) nado padrão, (2) com palmares (462 cm²), (3) parachute (900 cm²) e, com palmares e parachute (figura 1) juntos, em ordem aleatória. Foi adotado um intervalo de quatro minutos entre os esforços. Os palmares foram presos às mãos dos nadadores através de tubos elásticos ajustáveis, posicionados na região central do dedo médio e no punho, enquanto os parachutes foram atados por meio de um cinto fixado na cintura dos nadadores. A superfície do parachutes foi mantida à distância aproximada de um metro em relação aos pés dos nadadores, exatamente como utilizado em seus treinamentos.

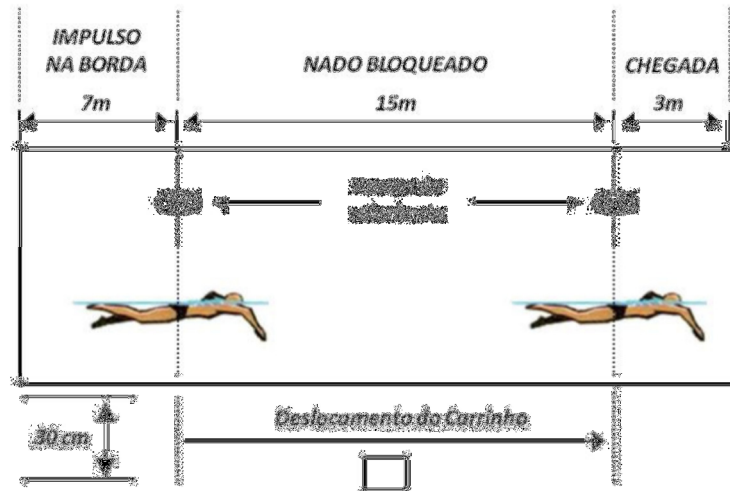
Figura 1 – Palmares e parachute utilizados no estudo



A área da mão foi estimada multiplicando-se as distâncias entre os pontos transversos e longitudinais extremos da mão. Este mesmo procedimento foi utilizado para mensurar a área dos palmares e parachutes e garantir que o palmar utilizado fosse maior do que a área da mão dos atletas

Durante o percurso, foram desprezados os primeiros sete e os últimos três metros, a fim de minimizar os efeitos do impulso e da chegada, respectivamente. Para isso, foram colocadas marcações submersas (barras), perpendiculares ao deslocamento dos atletas, nas distâncias de 7 e 22 metros. As barras mediam 2 metros de comprimento e estavam dispostas do solo da piscina até a altura da superfície (figura 2). Os participantes foram orientados a iniciarem o nado antes dos 7 metros e a não respirarem durante todo o percurso.

Figura 2 – Disposição do procedimento



Todos os procedimentos foram filmados por duas câmeras Sony® DCR-SR68 (*shutter speed*: 1/1000; frequência de amostragem: 60 hertz), sincronizadas por sinal sonoro, que proporcionaram uma tomada sagital externa, a 50 cm da linha da água, e subaquática, realizada com o auxílio de uma caixa estanque, a 50 centímetros da superfície. Ambas as câmeras foram fixadas em um *trolley*, especialmente desenvolvido para este fim, que foi controlado por um operador e que permitiu o deslocamento na mesma velocidade do nadador.

5.2.3 Variáveis analisadas

Através da distância entre as barras ($\Delta d = 15 \text{ m}$), a velocidade média (VEL) em cada tentativa foi calculada utilizando-se o tempo gasto entre elas (Δt), conforme $VEL = \Delta d / \Delta t$. A perspectiva sagital possibilitou identificar os instantes em que a cabeça cruzou as barras nos 7 e 22 metros. Este foi o mesmo procedimento empregado por Telles et al. (2011), que verificaram um erro típico de medida de 0.003 m/s.

A frequência de braçadas, expressa em ciclos por minuto, foi quantificada considerando os três primeiros ciclos completos realizados após a marcação dos 7 metros. O tempo decorrido entre o início da primeira braçada e o mesmo ponto da terceira braçada foi obtido através da análise das imagens. A frequência de braçadas foi então calculada dividindo-se

o número de ciclos (3 ciclos) pelo tempo requerido para cumpri-los (Δt), pela seguinte equação: $(60 \times 3) / \Delta t$. O comprimento de braçadas, expresso em metros por ciclo, foi obtido dividindo-se a velocidade média pela frequência de braçadas, convertida em ciclos por segundo.

5.2.4 Índice de coordenação

A coordenação foi avaliada pelo índice proposto por Chollet et al. (2006). A braçada foi dividida em quatro fases distintas, a saber:

- *Fase A: entrada e apoio*. Esta fase corresponde ao tempo decorrido entre a entrada da mão na água e o primeiro movimento da mão para trás.
- *Fase B: tração*. Esta fase corresponde ao tempo decorrido entre o primeiro movimento da mão para trás e o alinhamento da mão com o ombro no plano vertical.
- *Fase C: finalização*. Esta fase corresponde ao tempo decorrido entre o alinhamento da mão com o ombro no plano vertical até a saída da mão da água.
- *Fase D: recuperação*. Esta fase corresponde ao tempo decorrido entre a saída da mão da água e a sua entrada, que também marcará o início do próximo ciclo de braçadas.

A duração de cada uma das fases foi obtida a partir da análise de um ciclo e meio de braçadas, com uma precisão de 0.016 s. A duração de um ciclo completo foi determinada pela soma das quatro fases (A + B + C + D). Assim, a duração de cada uma das fases foi expressa percentualmente em relação à duração total de um ciclo completo. Considerou-se como fase propulsiva da braçada a soma das fases B e C (tração + finalização), e como fase não-propulsiva a soma das fases A e D (entrada e apoio + recuperação).

O ciclo da pernada também foi dividido em quatro fases:

- *1ª propulsão da pernada*: É o tempo entre o ponto mais alto e o mais baixo dos pés na primeira ondulação do nado.
- *1ª recuperação da pernada*: É o tempo decorrido entre o ponto mais baixo e o ponto mais alto dos pés na primeira ondulação do nado.
- *2ª propulsão da pernada*: É o tempo entre o ponto mais alto e o ponto mais baixo dos pés na segunda ondulação do nado.

- *2ª recuperação da pernada*: É o tempo decorrido entre o ponto mais baixo e o ponto mais alto dos pés na segunda ondulação do nado.

Um ciclo de perna corresponde a duas ondulações. A duração de cada uma das fases da pernada foi mensurada a partir da análise de um ciclo de perna e foi expressa em percentual em relação à duração total do ciclo.

A coordenação entre braço e perna foi determinada pela mensuração dos intervalos de tempo entre as diferentes fases da braçada e pernada (CHOLLET et al., 2006). Quatro intervalos foram analisados:

- T1: é o tempo entre o início da entrada da mão na água e o início da propulsão da primeira pernada.
- T2: é o tempo entre o início da fase de tração e o início da recuperação da primeira pernada.
- T3: é o tempo decorrido entre o início da fase de finalização até o início da propulsão da segunda pernada.
- T4: é o tempo entre o início da fase de recuperação dos braços e início da recuperação da segunda pernada.

A duração dos intervalos foi expressa percentualmente em relação à duração total de um ciclo de perna. Como cada um destes intervalos possibilitam resultados positivos, nulos ou negativos, a interpretação destes possibilita melhor entendimento da coordenação do nado:

- *Quando $T1=0$* : há continuidade entre o fim da fase de recuperação e o início da propulsão da primeira pernada.
- *Quando $T1>0$* : os braços iniciaram a fase de entrada e apoio enquanto as pernas ainda realizam a recuperação da segunda pernada. Assim, há um intervalo na propulsão, uma vez que os braços estão em deslize e as pernas em recuperação.
- *Quando $T1<0$* : indica que a propulsão da pernada iniciou antes da conclusão da recuperação dos braços, ou seja, os braços ainda executam a recuperação enquanto as pernas já iniciaram a propulsão da primeira pernada. Esta situação faz com que o nadador se posicione de uma maneira desfavorável para o deslize, uma vez que os membros superiores não estão na água enquanto a pernada já está realizando propulsão. Além disso, há a tendência de que a recuperação dos braços seja executada mais verticalmente.

- *Quando $T2=0$* : há continuidade entre a ação das pernas e dos braços, diminuindo o intervalo não propulsivo.
- *Quando $T2>0$* : nesse caso há uma sobreposição propulsiva entre pernas e braços. Os braços estão na fase de tração enquanto as pernas já estão na propulsão da segunda pernada.
- *Quando $T2<0$* : indica um intervalo não propulsivo no qual há apenas o deslize do nadador. Os braços estão na fase de entrada e apoio enquanto as pernas ainda estão na recuperação da primeira pernada.
- *Quando $T3=0$* : nesse caso existe uma sincronização perfeita entre o início da fase de finalização e o ponto mais alto da pernada (início da segunda propulsão da pernada)
- *Quando $T3>0$* : indica que a segunda propulsão da pernada iniciou antes do final da fase de tração (início da finalização).
- *Quando $T3<0$* : existe um atraso na coordenação entre o ponto mais alto da pernada e o início da fase de finalização. Nesse caso a propulsão da segunda pernada iniciou quando os braços já estavam na fase de finalização.
- *Quando $T4=0$* : indica que o final da segunda propulsão da pernada termina no mesmo tempo do fim da fase de finalização dos braços. Desta maneira a propulsão gerada pela pernada auxilia na recuperação dos braços.
- *Quando $T4>0$* : nesse caso os braços iniciam a recuperação antes do final da propulsão da segunda pernada. Dessa maneira, a pernada deixa de auxiliar na fase de recuperação dos braços.
- *Quando $T4<0$* : mostra que existe um tempo de espera das pernas, visto que a propulsão da segunda pernada já terminou enquanto a fase de recuperação dos braços ainda não iniciou.

5.2.7. Análise estatística

Todo o tratamento estatístico foi realizado através do software SPSS for Windows (Version 10.0; SPSS, Inc., Chicago, IL). A homogeneidade e a normalidade dos dados foram verificadas através dos testes de Levene e Shapiro-Wilk, respectivamente. Média e desvio padrão foram utilizadas como medida de tendência central e dispersão, respectivamente.

O teste de análise de variância para amostras dependentes com fator comum (situações experimentais de nado) foi utilizado para a análise da velocidade média, comprimento de braçadas, T2, T3 e as fases A e B das braçadas, que se mostraram medidas paramétricas. Quando necessário utilizou-se o post-hoc de Bonferroni. Para as não-paramétricas: frequência de braçadas, T1, T4, as fases B e C da braçada e todas as fases da braçada foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis. O teste de Mann-Whitney com ajuste de Bonferroni foi utilizado para detectar possíveis diferenças significativas. O nível de significância adotado foi de $P < 0,05$.

5.3 Resultados

5.3.1 Parâmetros da braçada

A velocidade de nado que mais se aproximou da específica foi utilizando palmares enquanto a que mais se distanciou foi com sobrecarga de arrasto isolada. Todas as condições de sobrecarga apresentaram valores de frequência de braçadas abaixo do nado padrão. O comprimento de braçadas, assim como a velocidade média, apresentou seu maior valor com uso dos palmares e o menor com o parachute (tabela 2).

Tabela 2. Velocidade média, frequência e comprimento médio de braçadas em nado padrão (PAD), utilizando palmares (PAL), com parachute (PRC) e palmares mais parachute (PAL+PRC)

	PAD	PAL	PRC	PAL+PRC
Velocidade ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	1.67 ± 0.07	1.70 ± 0.07	1.05 ± 0.07 *	1.12 ± 0.10 *
Frequência($\text{ciclos} \cdot \text{min}^{-1}$)	58.1 ± 2.8	49.5 ± 4.1 *	49.7 ± 4.2 *	47.4 ± 5.6 *
Comprimento ($\text{m} \cdot \text{ciclo}^{-1}$)	1.73 ± 0.07	2.07 ± 0.09 *	1.27 ± 0.03 *	1.42 ± 0.07 *

Nota: * Diferenças significantes em relação à PAD ($p < 0.05$)

5.2.2 Fases das braçadas e fases das pernadas

Não foram encontradas diferenças significantes em nenhuma fase da braçada, exceto na fase D, que se diferenciou da condição “nado padrão” sempre que a sobrecarga foi utilizada. Nenhuma alteração significativa foi detectada nas fases da perna (tabela 3).

Tabela 3. Valores das fases das braçadas e fases das pernadas em nado padrão (PAD), utilizando palmares (PAL), com parachute (PRC) e palmares mais parachute (PAL+PRC).

	PAD	PAL	PRC	PAL+PRC
Fase A (%)	24.0 ± 5.3	28.7 ± 4.9	29.5 ± 4.6	28.0 ± 4.4
Fase B (%)	18.2 ± 3.3	20.5 ± 3.2	17.9 ± 3.5	19.2 ± 2.5
Fase C (%)	21.6 ± 4.0	23.0 ± 4.8	23.1 ± 2.5	25.6 ± 2.6
Fase D (%)	18.0 ± 2.7	14.3 ± 1.9 *	14.7 ± 2.2 *	13.1 ± 1.4 *
1° PropuP (%)	18.9 ± 3.0	18.7 ± 4.2	21.7 ± 6.2	18.7 ± 2.3
1° RecupP (%)	31.4 ± 4.0	30.3 ± 6.3	29.6 ± 3.3	30.6 ± 3.0
2° PropuP (%)	22.2 ± 2.0	21.5 ± 3.0	25.7 ± 5.2	21.5 ± 3.2
2° RecupP (%)	24.6 ± 2.7	28.2 ± 3.9	27.8 ± 7.6	28.3 ± 4.6

Nota: * Diferença significativa em relação à PAD (p<0.05)

5.3.3 Índice de coordenação

Na utilização de palmares foram verificadas alterações significantes em T1 e T4, esta última, também apresentou diferença significativa com uso de palmares mais parachute (tabela 4).

Tabela 4. Coordenação entre braçadas e pernadas em nado padrão (PAD), utilizando palmares (PAL), com parachute (PRC) e palmares mais parachute (PAL+PRC).

	PAD	PAL	PRC	PAL+PRC
T1	7.4 ± 2.7	3.9 ± 1.6 *	3.7 ± 3.7	5.7 ± 6.8
T2	10.3 ± 7.6	13.5 ± 6.8	12.4 ± 6.3	14.3 ± 6.7
T3	-1.9 ± 4.4	3.4 ± 5.8	1.3 ± 5.0	3.2 ± 8.5
T4	-2.6 ± 3.8	4.6 ± 5.5 *	-0.4 ± 4.7	6.3 ± 8.2 *

Nota: * Diferença significativa em relação à PAD (p<0.05)

A partir dos resultados (tabela 4), podemos notar que T1 apresentou tendência positiva para todas as condições de nado, mostrando que existe um intervalo não propulsivo entre braços e pernas, uma vez que os braços estão em deslize (fase de entrada e apoio já iniciada) enquanto as pernas estão em recuperação (recuperação da segunda pernada), duas fases não propulsivas. Com a utilização de palmares essa diferença se mostrou significativa.

Em T2 também foi verificada a tendência positiva para todas as situações, indicando sobreposição propulsiva durante o nado. T3 no nado padrão foi negativo, ou seja, a propulsão da segunda pernada iniciou no momento em que os braços já realizavam a fase de finalização. Desta forma existe um atraso no movimento das pernas que deveriam ter iniciado essa mesma fase juntamente com o início da fase de finalização dos braços. Contudo, com todos os outros implementos o modelo de nado encontrado foi positivo, indicando que ocorreu o oposto do nado padrão: a propulsão da segunda pernada iniciou quando os braços ainda executavam a tração.

Para T4, em nado padrão, bem como no uso de parachutes, o modelo de nado encontrado foi negativo, indicando que há um tempo de espera das pernas, pois a fase de recuperação da segunda pernada já terminou enquanto os braços ainda realizam a finalização. Com o uso de parachute, o valor encontrado foi próximo ao do modelo nulo, indicando que houve menor tempo de espera das pernas que no nado padrão. Para as condições de nado com o uso de palmares e palmares mais parachutes foi encontrado o modelo positivo, com diferença significativa em relação ao nado padrão. Isso demonstra que, nestas situações, os braços iniciaram a recuperação antes do final de propulsão da segunda pernada. Desta maneira, a pernada não é utilizada como auxílio para a recuperação da braçada.

5.4 Discussão

Neste estudo, foram investigados os efeitos da utilização de palmares, parachute, palmares mais parachute na coordenação do nado borboleta, ou seja, quais os efeitos gerados pela sobrecarga propulsiva e resistiva, utilizadas em conjunto e separadamente. Como a intensidade de execução em todas as situações foi máxima, todas e quaisquer modificações encontradas nas diferentes condições foram assumidas como consequência da utilização dos implementos, caso contrário, resultados similares ao nado padrão seriam encontrados.

Como os testes foram realizados em distâncias curtas, os efeitos da fadiga não foram considerados. Da mesma forma assumiu-se que não houve modificações nos padrões de nado durante os 15 metros analisados, ou seja, as modificações causadas pelos implementos se mantiveram uniforme durante todo o trecho. Nestes, considerou-se que a média da força propulsiva foi igual à média da força de arrasto (TOUSSAINT e TRUIJENS, 2005). Desta maneira, durante a utilização dos palmares, é provável que os nadadores aplicaram maior força a cada braçada, bem como produziram maior força resistiva, uma vez que quanto maior a velocidade maior é o arrasto (KARPOVICH, 1933). Por outro lado, o parachute causou aumento na resistência, que foi adicionado ao arrasto do corpo do nadador e suas movimentações. Nesta condição a mão se movia em sentido oposto ao deslocamento do corpo e com maior velocidade em relação à água, aumentando o arrasto sobre ela. Dessa maneira, a força propulsiva também é maior. Ambos os efeitos foram assumidos na condição em que os dois implementos foram utilizados.

5.4.1 Parâmetros da braçada

A velocidade média mostrou comportamento de acordo com o tipo de sobrecarga utilizada, aumentou com palmares e diminuiu com o parachute, no entanto, na condição de aumento da sobrecarga mista mostrou menor velocidade, indicando que a sobrecarga

de arrasto tem maior ação que a propulsiva. Os mesmos resultados foram encontrados nos estudos de Llop et al. (2006) e Telles et al. (2011).

A velocidade de nado mais baixa de todas as condições foi com utilização do parachute. Nesta condição, os nadadores se deslocaram em uma velocidade muito distante da específica. No nado em baixas velocidades, além dos movimentos de onda do tronco, de pernas e braços serem mais lentos, a resistência do fluido também é menor, uma vez que o arrasto tem relação quadrática à velocidade (KARPOVICH, 1983; MAGLISCHO, 1993). Além disso, Gourgoulis et al. (2010) investigaram as mudanças mecânicas ocorridas durante o nado em baixa velocidade. Concluiu-se que há mudança significativa no ângulo de aplicação de força na fase de tração. Assim, com aumento do arrasto, o ângulo do vetor resultante aproxima-se à direção do vetor deslocamento, otimizando o deslocamento. Desta forma, utilizar o parachute em baixas velocidades pode afetar na mecânica de nado.

A frequência de braçadas não se alterou de acordo com os implementos. Esta variável diminuiu significativamente em todas as condições de sobrecarga, concordando com os resultados encontrados em outros estudos que também utilizaram o aumento artificial da área propulsiva das mãos (GOURGOULIS et al., 2008a, 2008b, 2009; TELLES et al., 2011) ou parachutes (LLOP et al., 2002, 2003, 2006; TELLES et al., 2011).

A baixa frequência de braçadas encontrada em todas as condições experimentais pode ser justificada pela ação da sobrecarga sobre o sistema neuromotor. Com o aumento da sobrecarga aumenta-se a resistência a ser superada pelos nadadores a cada braçada. Este contexto modifica a demanda de unidades motoras, requerendo maior tempo para o recrutamento de maior quantidade. Desta maneira, os nadadores gastam mais tempo para cada braçada, dificultando que estes mantenham a mesma frequência do nado padrão. Este fato pode ser observado na condição de utilização conjunta de palmares e parachute.

Nesta condição a frequência de braçadas foi a menor dentre todas as condições, mostrando que a maior aplicação de força, induzida pelos palmares, é amplificada com o aumento do arrasto pelo parachute, exigindo que os nadadores apliquem ainda mais força a cada braçada. Assim sendo, o posicionamento desta condição na programação de treinamentos é mais indicada no início da temporada. Esta afirmação pode ser justificada tanto pela diferenciação desta situação com a específica como pela velocidade intracíclica baixa advinda de maior

recrutamento neuromotor, normalmente posicionado nas primeiras semanas de treinamento da força especial (BADILLO e AYESTARÁN, 1997).

Já o menor comprimento de braçadas foi na condição de utilização do parachute, indicando que a utilização de sobrecarga resistiva isolada pode ser prejudicial à eficiência propulsiva do nado borboleta. O maior valor desta variável foi encontrada durante o uso de palmares, que proporcionam movimentação de maior massa de água a cada braçada (TOUSSAINT, JANSSEN e KLUFT, 1989), demandando maior tempo de aplicação de força. A condição de sobrecarga resistiva isolada é a menos indicada, enquanto a sobrecarga propulsiva é a mais indicada das condições para otimização da eficiência de braçadas.

5.4.2 Fases das braçadas e fases das pernadas

Para as fases A, B e C das braçadas não foram encontradas diferenças significantes, entretanto, em todas as situações de sobrecarga a fase D apresentou diferença significativa. Acreditamos que isso ocorra pelo fato de braços e pernas estarem conjuntamente recuperando, isto é, sem realizar propulsão e por isso há queda na velocidade (VORONTSOV e RUMYANTSEV, 2004; BARBOSA et al., 2008). Então, no intuito de otimizar a continuidade propulsiva, o nadador reduz a fase D, porque nela os implementos parecem ter menor efeito. Em outros estudos sobre o índice de coordenação no nado borboleta (CHOLLET et al. 2006, SEIFERT et al., 2007, 2008), com o aumento da velocidade de nado foi verificada uma diminuição da duração da fase A. No presente estudo, durante o uso de palmares, pode-se verificar um aumento na velocidade de nado. Contudo não houve diferenciação nas fases da braçada, que pode ser justificado pelo aumento da resistência gerada pelo próprio implemento ou pela baixa variação da velocidade, que pouco mudou em relação ao nado padrão.

As fases da pernada não apresentaram nenhuma alteração significativa, demonstrando que nenhum dos implementos influenciou o batimento de pernas, um movimento importante para a propulsão do nado borboleta (SANDERS, CAPPAERT e DEVLIN, 1995). Em todas as situações o padrão de pernada foi de duas pernadas para cada braçada. Os dados estão em acordo com o que é esperado dos nadadores de alto nível no nado borboleta (COLWIN, 2002;

COSTILL, MAGLISCHO, e RICHARDSON, 1992; MAGLISCHO, 1993). Apesar do comportamento das pernas ser adequado, nos parece que os nadadores se atentaram mais com os movimentos dos braços por ser o principal gerador de propulsão (MAGLISCHO, 1993; VORONTSOV e RUMYANTSEV, 2004).

5.4.3 Índice de coordenação

Para a condição padrão, T1 apresentou valor positivo, o que demonstra que os braços iniciaram a fase de entrada e apoio enquanto as pernas ainda realizavam a recuperação da segunda pernada. Esse contexto apresenta um intervalo não propulsivo, uma vez que os braços estão em deslize e as pernas em recuperação. Parece-nos que valores de T1 mais próximos a zero propiciam um modelo coordenativo mais interessante para o nado borboleta, uma vez que diminui o intervalo não propulsivo. A condição que menos se aproximou do nado padrão no estudo foi com a utilização de palmares e parachute, enquanto as outras duas ficaram mais próximas, diminuindo muito o valor em relação ao nado padrão.

O valor de T2 positivo indica sobreposição propulsiva entre pernas e braços, ou seja, os braços estão na fase de tração enquanto as pernas já estão na propulsão da segunda pernada. Entretanto, esse contexto não prejudica a continuidade propulsiva do nado. Assim sendo, em todas as condições experimentais a propulsão foi constante. Segundo Seifert et al. (2007, 2008) a diminuição de T1 e T2 pode ser efeito do aumento da velocidade de nado, o que foi presenciado com a utilização de palmares. Assim, em T1 houve uma diminuição significativa enquanto em T2 houve aumento dos valores, deixando a hipótese de que o oposto também ocorra com decréscimo na velocidade. Contudo, na condição de sobrecarga resistiva, que apresentou menor velocidade de todas as condições, T1 diminuiu e T2 aumentou em relação ao nado padrão, mostrando que o aumento da velocidade não é o único responsável por mudanças em T1 e T2 neste estudo. A análise qualitativa de T2 poderia nos indicar que os números mais positivos talvez fossem mais interessantes que os nulos, no entanto, mais estudos acerca da relação entre essas variáveis precisam ser publicados para melhor entendimento.

O nado padrão apresentou T3 negativo, estando em acordo com os dados dos nadadores de alto nível utilizados no estudo de Seifert et al., (2008). Neste caso, existe atraso na coordenação entre o ponto mais alto da pernada e o início da fase de finalização. Assim sendo, a propulsão da segunda pernada iniciou quando os braços já estavam na fase de finalização. Já os outros implementos indicaram um modelo positivo, mostrando que os braços estavam na fase anterior da braçada (tração).

O T3 ideal é quando os braços estão em um ângulo reto, abaixo dos ombros e as pernas no ponto mais alto da ondulação (CHOLLET et al., 2006). Independentemente da relação entre braço e perna, a continuidade propulsiva será mantida se qualquer um dos membros estiver atrasado ou avançado na coordenação. Este fato evidencia que esta relação não irá afetar diretamente na propulsão do nado. Assim sendo, nos parece que essa variável não implica nenhum problema para o nado, contudo os implementos modificam seu modelo.

Em T4, os valores mais próximos de zero parecem ser os melhores, uma vez que a posição para o deslize durante a recuperação será mais hidrodinâmica. Para o nado padrão, foi encontrado um tempo de espera das pernas, visto que a propulsão da segunda pernada terminou enquanto a fase de recuperação dos braços ainda não havia iniciado. T4 foi mais positivo em todas as outras condições experimentais que na padrão, apresentando o modelo nulo com sobrecarga resistiva e, positivo para as condições de palmares e palmares mais parachute, com diferenças significantes.

Para T4, o modelo nulo representa que o final da segunda propulsão da pernada termina no mesmo tempo do fim da fase de finalização dos braços. Desta maneira, a propulsão gerada pela pernada auxilia na recuperação dos braços, sendo a melhor coordenação para a recuperação dos braços (CHOLLET et al., 2006). No modelo positivo, a propulsão da segunda pernada terminou enquanto a fase de recuperação dos braços ainda não iniciou. Desta maneira, os braços deixam de ser auxiliados pelos batimentos de pernas durante os movimentos aéreos, o que exigirá maior desgaste muscular dos nadadores. Essa tendência positiva para T4, com os implementos, mostra que em sobrecarga pode ser um pouco difícil manter a coordenação de nado. Isto justifica-se pelo posicionamento do corpo em utilizar, em T4, grupos musculares muito menores que em T1, T2 e T3.

Assim sendo, estes implementos, para o nado borboleta, parecem modificar fortemente a coordenação entre braço e perna. No entanto, estudos longitudinais necessitam ser

formulados a fim de verificar os efeitos duradouros de sua utilização, bem como a utilização de menor magnitude de sobrecarga nas mesmas condições estudadas.

Neste estudo, foram empregados estes tamanhos de palmares e parachute, porque nos pareceu que estes equipamentos seriam os mais indicados à utilização por serem os mais encontrados nas sessões de treinamentos dos clubes aos quais tivemos acesso, bem como são os que os sujeitos estão acostumados a utilizar durante os treinamentos. Assim sendo, padronizando o mesmo tamanho de palmares e parachute para todos, sabia-se que a magnitude de aumento da superfície propulsiva das mãos, bem como o aumento do arrasto, variaria de forma distinta em cada um dos atletas, uma vez que cada um destes tem um tamanho de mão e uma magnitude de arrasto. Assim sendo, ressalta-se para futuros estudos a possibilidade da verificação de uma variação padrão do aumento destas sobrecargas de forma individualizada.

5.5 Conclusão

Concluiu-se que os implementos modificam as variáveis de velocidade, frequência e comprimento de braçadas. A utilização de sobrecarga não alterou a duração das fases da pernada nem as fases submersas da braçada. A fase de recuperação da braçada foi menor na utilização dos implementos. A sobrecarga causa mudanças na relação entre braço e perna, isto é, podemos afirmar que ocorrem alterações coordenativas com a utilização de palmares e parachute.

5.6 Referencias bibliográficas

BADILLO, J. J. G.; AYESTARÁN, E. G. **Fundamentos do treino de força: aplicação ao alto rendimento esportivo**, Porto Alegre: Artmed, 1997.

BARBOSA, T. M.; FERNANDES, R. J.; MOROUCO, P.; VILAS-BOAS, J. P. Predicting the intra-cyclic variation of the velocity of the centre of mass from segmental velocities in butterfly stroke: A pilot study. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 7, n. 2, p. 201-209, 2008.

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, n. 1, p. 54–59, 2000.

CHOLLET, D.; SEIFERT, L.; BOULESTEIX, L.; CARTER, M. Arm to leg coordination in elite butterfly swimmers. **International Journal of Sports Medicine**, New York, v. 27, n. 4, p. 322-329, 2006.

COLWIN, C. M. **Breakthrough swimming**, Champaign, IL: Human Kinetics, 2002.

COSTILL, D. L.; MAGLISCHO, E. W.; RICHARDSON, A. B. **Swimming**. Oxford: Blackwell Scientific, 1992.

CRAIG JUNIOR, A. B.; SKEHAN, P. L.; PAWELCZYK, J. A.; BOOMER, W. L. Velocity, stroke rate, and distance per stroke during elite swimming competition. **Medicine Science Sports Exercise**, v. 17, n. 6, p. 625-34, 1985.

GIROLD, S.; MAURIN, D.; DUGUÉ, B.; CHATARD, J. C.; MILLET, G. Effects of dry-land vs. resisted and assisted - sprint exercises on swimming sprint performances. **Journal Strength Conditioning Research**, v. 21, n. 2, 599 – 605, 2007.

GOURGOULIS, V.; AGGELOUSSIS, N.; KASIMATIS, P.; VEZOS, N.; ANTONIOU, P.; MAVROMATIS, G. 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.

GOURGOULIS, V.; AGGELOUSSIS, N.; MAVRIDIS, G.; BOLI, A.; TOUBEKIS, A. G.; KASIMATIS, P.; VEZOS, N.; MAVROMMATIS, G. The acute effect of front crawl sprint-

resisted swimming on the direction of the resultant force of the hand. In: KJENDLIE, P. L. **Proceedings of the XIth International Symposium for Biomechanics and Medicine in Swimming XI**, Oslo: Norwegian School of Sport Science, 2010. p. 89-90.

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

GOURGOULIS, V.; AGGELOUSSIS, N.; VEZOS, N.; ANTONIOU, P.; MAVROMATIS, G. Hand orientation in hand paddle swimming. **International Journal of Sports Medicine**, v. 29, n. 5, p. 429-434, 2008b.

GOURGOULIS, V.; AGGELOUSSIS, N.; VEZOS, N.; KASIMATIS, P.; ANTONIOU, P.; MAVROMATIS, G. Estimation of hand forces and propelling efficiency during front crawl swimming with hand paddles. **Journal of Biomechanics**, v. 41, n. 1, p. 208-215, 2008a.

KARPOVICH, P.V. Water resistance in swimming. **Research Quarterly**, Reston, v. 4, p. 21-8, 1933.

LLOP, F.; ARELLANO, R.; GONZÁLEZ, C.; NAVARRO, F.; GARCÍA, J. M. Variaciones em la técnica de crol durante el nado resistido com paracaídas. **Revista Motricidad**, n. 8, p. 7-20, 2002.

LLOP, F.; GONZÁLEZ, C.; HERNANDO, E.; DIAZ-RINCON, J.; NAVARRO, F.; ARELLANO, R. Analysis of modifications on technique and lactate concentration during added resistance freestyle swimming. In: CHATARD, J. C. **Biomechanics and Medicine in Swimming IX**. Saint-Étienne: Publications de l' Université de Saint-Étienne, 2003. p. 343-348.

LLOP, F.; TELLA, V.; COLADO, J.; DIAZ, G.; NAVARRO, F. Evolution of butterfly technique when resisted swimming with parachute using different resistances. **Portuguese Journal of Sports Science**, v. 6, supl. 2, p. 302-304, 2006.

- MAGLISCHO, E. W. **Swimming Ever Faster**. Montain View, CA: Mayfield Publishing, 1993.
- SANDERS, R. H.; CAPPAERT, J. M.; DEVLIN, R. K. Wave characteristics of butterfly swimming. **Journal of Biomechanics**, v. 28, n. 1, p. 9-16, 1995.
- SEIFERT, L.; BOULESTEIX, L.; CHOLLET, D.; VILAS-BOAS, J. P. 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.
- SEIFERT, L.; CHOLLET, D.; SANDERS, R. Does breathing disturb coordination in butterfly? **International Journal of Sports Medicine**, v. 31, n. 3, p. 167-173, 2010.
- SEIFERT, L.; DELIGNIERES, D.; BOULESTEIX, L.; CHOLLET, D. Effect of expertise on butterfly stroke coordination. **Journal of Sports Sciences**, v. 25, n. 2, p. 131-141, 2007.
- TAÏAR, R.; SAGNES, E.; HENRY, E.; DUFOUR, A. B.; ROUARD, A. H. Hydrodynamics optimization in butterfly swimming: position, drag coefficient and performance. **Journal of Biomechanics**, v. 32, n. 8, p. 803-810, 1999.
- TELLES, T.; BARBOSA, A. C.; FILHO, M. H.; ANDRIES JUNIOR, O. 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.
- TOUSSAINT, H. M.; JANSSEN, T.; KLUFT, M. The influence of paddles on propulsion. **Swimming Technique**, v. 67, n. 10, p.28-32, 1989.
- TOUSSAINT, H. M.; TRUIJENS, M. Biomechanical aspects of peak performance in human swimming. **Animal Biology**, v. 55, n. 1, p. 17-40, 2005.

VORONTSOV, A.R.; RUMYANTSEV, V.A. **Forças Resistivas na Natação.** In: ZATSIORSKY, V. M. (Editor). *Biomecânica no Esporte, Performance do desempenho e prevenção de lesão.* Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. p. 143-158.

WILLIAMS, B. K.; SINCLAIR, P.; GALLOWAY, M. Effect of resisted and assisted freestyle swimming on stroke mechanics. In: BLACKWELL, J. R.; SANDERS, R. H. **Proceedings of Swim Sessions - XIX International Symposium on Biomechanics in Sports.** San Francisco, 2001. p. 131-134.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma vez que os procedimentos para os testes foram os mesmos para ambos os nados analisados no presente estudo, podem ser feitas considerações sobre a comparação dos resultados de ambos os artigos.

A variação percentual da velocidade média do nado crawl, em relação à condição de “nado padrão” no estudo 1 foi de 2,18; 31,69 e 29,5%, nas condições de utilização de palmares, parachute e palmares mais parachute, respectivamente. Já para o nado borboleta, esta variação foi de 1,79; 37,12 e 32,93%. A comparação indica que os palmares são mais efetivos ao aumento da velocidade para o nado crawl enquanto o parachute parece gerar mais efeitos resistivos para o nado borboleta, assim como a sobrecarga mista.

A frequência de braçadas sofreu maior alteração no nado borboleta (14,8; 14,45 e 18,41%) que no nado crawl (7,7; 7,21 e 18,41%) nas condições de palmares e de parachute.. Este fato mostra que o aumento da resistência externa requer maior tempo de reorganização do sistema neuromotor para o nado borboleta, contudo a condição de sobrecarga mista mostrou a mesma variação nos dois nados. Também é semelhante a variação nas condições de palmares e de parachute, quando analisada entre situações de sobrecarga isolada (apenas palmares e apenas parachute, respectivamente) no mesmo nado: 14,8% e 14,45% para o borboleta e, 7,7% e 7,21% para o crawl. Isso parece demonstrar que a frequência de braçadas tem a mesma tendência de comportamento nos dois nados, apesar da diferença de variação inter-nados.

Por fim, o comprimento de braçadas variou mais para o nado borboleta nas condições de palmares (11,82% no crawl e 19,65% no borboleta) e palmares mais parachute (13,44% no crawl e 17,91% no borboleta) enquanto foi igual para a condição com parachute (26,34% no crawl e 26,58% no borboleta). Isso indica que os palmares são mais efetivos para manutenção do tamanho das braçadas no nado crawl, o que pode ser evidenciado pela condição de parachute com mesma magnitude de variação.

É interessante ressaltar que esta comparação é válida, uma vez que, no treinamento de força especial na natação é comum que a mesma resistência externa seja empregada para nados diferentes. Contudo, as particularidades de cada nado podem fazer com que as magnitudes de alteração dos parâmetros cinemáticos sejam distintas. Assim sendo, diante

das diferenças encontradas, é indicado que os tamanhos das resistências externas devem ser diferenciados conforme o nado utilizado.

7 CONCLUSÕES

Conclui-se que em relação à velocidade média, frequência e comprimento de braçadas, o comportamento foi semelhante aos dados encontrados na literatura, se comportando de acordo com o tipo da sobrecarga utilizada. Para as fases da braçada, os implementos se comportam igualmente para ambos os nados, não modificando as fases propulsivas. Para as pernadas, nenhum implementos gerou modificações em relação ao “nado padrão”.

Em relação à coordenação dos nados: para o nado crawl parece ser mais benéfica a utilização dos implementos uma vez que houve alteração do modelo de nado para outro modelo com maior continuidade propulsiva. Já para o nado borboleta, os implementos provocaram modificações na coordenação de nado que podem não ser muito benéficas. Logo deve-se atentar para o tempo de utilização durante as sessões de treinamento, bem como posicioná-las ao longo da temporada.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTY, M.; SIDNEY, M.; HOUT-MARCHAND, F.; HESPEL, J. M.; PELAYO, P. Intracyclic velocity variations and arm coordination during exhaustive exercise in front crawl stroke. **International Journal of Sports Medicine**, v. 26, n. 6, p. 471–475, 2005.

BADILLO, J. J. G.; AYESTARÁN, E. G. **Fundamentos do treino de força: aplicação ao alto rendimento esportivo**, Porto Alegre: Artmed, 1997.

BARBOSA, A. C. **Respostas agudas de parâmetros biomecânicos à utilização de diferentes tamanhos de palmar no nado crawl**. 2010. 162f. Tese (Doutorado em Educação Física)-Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

BARBOSA, T. M.; FERNANDES, R. J.; MOROUÇO, P.; VILAS-BOAS, J. P. Predicting the intra-cyclic variation of the velocity of the centre of mass from segmental velocities in butterfly stroke: A pilot study. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 7, n. 2, p. 201-209, 2008.

BIXLER, B. S. Resistencia e propulsão. In: STAGER, J.M.; TANNER, D.A. **Natação – Manual de Medicina e Ciência do Esporte**, Barueri: Manole, 2007. p. 69-119.

CHATARD, J. C.; WILSON, B. Effect of fastskin suits on performance, drag and energy cost of swimming. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 40, n. 6, p. 1149-1154, 2008.

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, n. 1, p. 54–59, 2000.

CHOLLET, D.; SEIFERT, L.; BOULESTEIX, L.; CARTER, M. Arm to leg coordination in elite butterfly swimmers. **International Journal of Sports Medicine**, New York, v. 27, n. 4, p. 322-329, 2006.

CHOLLET, D.; SEIFERT, L.; CARTER, M. Arm coordination in elite backstroke swimmers. **Journal of Sports Science**, v. 26, n. 7, p. 675-682, 2008.

COLWIN, C. M. **Breakthrough swimming**, Champaign, IL: Human Kinetics, 2002.

COSTILL, D. L.; MAGLISCHO, E. W.; RICHARDSON, A. B. **Swimming**. Oxford: Blackwell Scientific, 1992.

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

CRAIG, A. B.; SKEHAN, P. L.; PAWELCZYK, J. A.; BOOMER, W. L. Velocity, stroke rate, and distance per stroke during elite swimming competition. **Medicine Science Sports Exercise**, v. 17, n. 6, p. 625-34, 1985.

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

GIROLD, S.; CALMELS, P.; MAURIN, D.; MILHAU, N.; CHATARD, J. C. Assisted and resisted sprint training in swimming. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 20, n. 3, p. 547-554, 2006.

GIROLD, S.; MAURIN, D.; DUGUÉ, B.; CHATARD, J. C.; MILLET, G. Effects of dry-land vs. resisted and assisted - sprint exercises on swimming sprint performances. **Journal Strength Conditioning Research**, v. 21, n. 2, 599 – 605, 2007.

GLAISTER, M. Multiple sprint work: Physiological responses, mechanisms of fatigue and the influence of aerobic fitness. **Sports Medicine**, v. 35, n. 9, p. 757–777, 2005.

GOURGOULIS, V.; AGGELOUSSIS, N.; KASIMATIS, P.; VEZOS, N.; ANTONIOU, P.; MAVROMATIS, G. 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.

GOURGOULIS, V.; AGGELOUSSIS, N.; MAVRIDIS, G.; BOLI, A.; TOUBEKIS, A. G.; KASIMATIS, P.; VEZOS, N.; MAVROMMATIS, G. The acute effect of front crawl sprint-resisted swimming on the direction of the resultant force of the hand. In: KJENDLIE, P. L. **Proceedings of the XIth International Symposium for Biomechanics and Medicine in Swimming XI**, Oslo: Norwegian School of Sport Science, 2010. p. 89-90.

GOURGOULIS, V.; AGGELOUSSIS, N.; VEZOS, N.; ANTONIOU, P.; MAVROMATIS, G. Hand orientation in hand paddle swimming. **International Journal of Sports Medicine**, v. 29, n. 5, p. 429–434, 2008a.

GOURGOULIS, V.; AGGELOUSSIS, N.; VEZOS, N.; KASIMATIS, P.; ANTONIOU, P.; MAVROMATIS, G. Estimation of hand forces and propelling efficiency during front crawl swimming with hand paddles. **Journal of Biomechanics**, v. 41, n. 1, p. 208–215, 2008b.

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

KARPOVICH, P.V. Water resistance in swimming. **Research Quarterly**, Reston, v. 4, p. 21-28, 1933.

LLOP, F.; ARELLANO, R.; GONZÁLEZ, C.; NAVARRO, F.; GARCÍA, J. M. Variaciones en la técnica de crol durante el nado resistido con paracaídas. **Revista Motricidad**, n. 8, p. 7–20, 2002.

LLOP, F.; GONZÁLEZ, C.; HERNANDO, E.; DIAZ-RINCON, J.; NAVARRO, F.; ARELLANO, R. Analysis of modifications on technique and lactate concentration during added

resistance freestyle swimming. In: CHATARD, J. C. **Biomechanics and Medicine in Swimming IX**. Saint-Étienne: Publications de l' Université de Saint-Étienne, 2003, p. 343–348.

LLOP, F.; TELLA, V.; COLADO, J.; DIAZ, G.; NAVARRO, F. Evolution of butterfly technique when resisted swimming with parachute using different resistances. **Portuguese Journal of Sports Science**, v. 6, supl. 2, p. 302-304, 2006.

MAGLISCHO, E. W. **Swimming Ever Faster**. Montain View, CA: Mayfield Publishing, 1993.

MAVRIDIS, G.; KABITSIS, C.; GOURGOULIS, V.; TOUBEKIS, A. Swimming velocity improved by specific resistance training in age-group swimmers. **Portuguese Journal of Sports Science**, v. 6, supl. 2, 304–306, 2006.

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, n. 2, p. 99–104, 2002.

MOLLENDORF, J. C.; TERMIN II, A. C.; OPPENHEIM, E.; PENDERGAST, D. R. Effect os swim suit design on passive drag. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 6, p. 1029-1035, 2004.

MONTEIL, K. M.; ROUARD, A. H. Influence of the size of the paddles in front crawl stroke. In: MCLAREN, D.; REILLY, T.; LEES, A. **Biomechanics and Medicine in Swimming - Swimming science VI**. London: E and FN Spon, 1992. p. 99–104.

MONTEIL, K. M.; ROUARD, A. H. Free swimming versus paddles swimming in front crawl. **Journal of Human Movement Studies**, v. 27, n. 89–99, 1994.

POTDEVIN, F.; BRILL, B.; SIDNEY, M.; PELAYO, P. Stroke frequency and arm coordination in front crawl swimming. **International Journal of Sports and Medicine**, v. 27, n. 3, p. 193–198, 2006.

RASULBEKOV, R. A.; FOMIN, R. A.; CHULKOV, V. U.; CHUDOVSKY, V. I. Does a swimmer need explosive strength? **National Strength and Coaches Association Journal**, v. 8, n. 2, p. 56–57, 1986.

SANDERS, R. H.; CAPPAERT, J. M.; DEVLIN, R. K. Wave characteristics of butterfly swimming. **Journal of Biomechanics**, v. 28, n. 1, p. 9-16, 1995.

SCHLEIHAUF, R. E. Specificity of strength training in swimming: A biomechanical view point. In: HOLLANDER, A. P.; HUIJING, P. A.; DEGROOT, G. **Biomechanics and Medicine in Swimming**. Champaign: Human Kinetics, 1983. p. 184–191.

SEIFERT, L.; BOULESTEIX, L.; CHOLLET, D.; VILAS-BOAS, J. P. 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.

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

SEIFERT, L.; CHOLLET, D.; BARDY, B. G. Effect of swimming velocity on arm coordination in the front crawl: A dynamic analysis. **Journal of Sports Sciences**, v. 22, n. 7, p. 651–660, 2004b.

SEIFERT, L.; CHOLLET, D.; ROUARD, A. Swimming constraints and arm coordination. **Human Movement Science**, v. 26, n. 1, p. 68–86, 2007.

SEIFERT, L.; CHOLLET, D.; SANDERS, R. Does breathing disturb coordination in butterfly? **International Journal of Sports Medicine**, v. 31, n. 3, p. 167-173, 2010.

SEIFERT, L.; CHOLLET, D. A new index of flat breaststroke propulsion: a comparison of elite men and women. **Journal of Sports Science**, v. 23, n. 3, p. 309-320, 2005.

SEIFERT, L.; DELIGNIERES, D.; BOULESTEIX, L.; CHOLLET, D. Effect of expertise on butterfly stroke coordination. **Journal of Sports Sciences**, v. 25, n. 2, p. 131-141, 2007.

SIDNEY, M.; PAILLETTE, S.; HESPEL, J. M.; CHOLLET, D.; PELAYO, P. Effect of swim paddles on the intra-cyclic velocity variations and on the arm coordination of front crawl stroke. In: BLACKWELL, J. R.; SANDERS, R. H. **Proceedings of Swim Sessions of XIX Symposium International on Biomechanics in Sports**. San Francisco: Human Kinetics, 2001. p. 39–42.

TAÏAR, R.; SAGNES, E.; HENRY, E.; DUFOUR, A. B.; ROUARD, A. H. Hydrodynamics optimization in butterfly swimming: position, drag coefficient and performance. **Journal of Biomechanics**, v. 32, n. 8, p. 803-810, 1999.

TELLES, T.; BARBOSA, A. C.; FILHO, M. H.; ANDRIES JUNIOR, O. 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.

TOUSSAINT, H. M.; JANSSEN, T.; KLUFT, M. Effect of propelling surface size on the mechanics and energetics of front crawl swimming. **Journal of Biomechanics**, v. 24, n. 3-4, p. 205–211, 1991.

TOUSSAINT, H. M.; JANSSEN, T.; KLUFT, M. The influence of paddles on propulsion. **Swimming Technique**, v. 67, n. 10, p.28-32, 1989.

TOUSSAINT, H. M.; TRUIJENS, M.; ELZINGA, M. J.; VAN DE VEN, A.; DE BEST, H.; SNABEL, B.; DE GROOT, G. Effect of a fast-skin body suit on drag during front crawl swimming. **Sports Biomechanics**, v. 1, n. 1, p. 1-10, 2002.

TOUSSAINT, H. M.; TRUIJENS, M. Biomechanical aspects of peak performance in human swimming. **Animal Biology**, v. 55, n. 1, p. 17–40, 2005.

TOUSSAINT, H. M.; ROOS, P. E.; KOLMOGOROV, S. The determination of drag in front crawl swimming. **Journal of Biomechanics**, v. 37, n. 11, p. 1655-1663, 2004.

TOUSSAINT, H. M.; VERVOORN, K. Effects of specific high resistance training in the water on competitive swimmers. **International Journal of Sports Medicine**, v. 11, n. 3, p. 228–233, 1990.

VILAS-BOAS, J. P. A Importância da depilação no rendimento esportivo em natação. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 1, n. 2, p. 65-72, 2001.

VORONTSOV, A.R.; RUMYANTSEV, V.A. **Forças Resistivas na Natação**. In: ZATSIORSKY, V. M. (Editor). *Biomecânica no Esporte, Performance do desempenho e prevenção de lesão*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. p. 143-158.

WILLIAMS, B. K.; SINCLAIR, P.; GALLOWAY, M. Effect of resisted and assisted freestyle swimming on stroke mechanics. In: BLACKWELL, J. R.; SANDERS, R. H. **Proceedings of Swim Sessions - XIX International Symposium on Biomechanics in Sports**. San Francisco, 2001. p. 131-134.

ANEXOS

ANEXO A: Parecer 678/2009

Andamento do projeto - CAAE - 0546.0.146.000-09				
Título do Projeto de Pesquisa				
INFLUENCIA DE PALMARES E PARACHUTES NA COORDENAÇÃO DOS NADOS BORBOLETA, COSTAS E PEITO.				
Situação	Data Inicial no CEP	Data Final no CEP	Data Inicial na CONEP	Data Final na CONEP
Aprovado no CEP	04/08/2009 12:00:44	25/08/2009 15:01:25		
Descrição	Data	Documento	Nº do Doc	Origem
1 - Envio da Folha de Rosto pela Internet	16/07/2009 09:31:24	Folha de Rosto	FR278432	Pesquisador
2 - Recebimento de Protocolo pelo CEP (Check-List)	04/08/2009 12:00:44	Folha de Rosto	0546.0.146.000-09	CEP
3 - Protocolo Aprovado no CEP	25/08/2009 15:01:25	Folha de Rosto	678/2009	CEP

ANEXO B: Parecer 171/2008

Andamento do projeto - CAAE - 0127.0.146.000-08				
Título do Projeto de Pesquisa				
EFEITO DA SOBRECARGA ESPECÍFICA NA CORREÇÃO DE INTERVALOS NÃO PROPULSIVOS NO NADO CRAWL				
Situação	Data Inicial no CEP	Data Final no CEP	Data Inicial na CONEP	Data Final na CONEP
Aprovado no CEP	02/04/2008 08:55:03	05/05/2008 10:28:53		
Descrição	Data	Documento	Nº do Doc	Origem
3 - Protocolo Pendente no CEP	22/04/2008 16:09:57	Folha de Rosto	171/2008	CEP
4 - Protocolo Aprovado no CEP	05/05/2008 10:28:53	Folha de Rosto	171/2008	CEP
1 - Envio da Folha de Rosto pela Internet	27/03/2008 23:10:37	Folha de Rosto	FR183859	Pesquisador
2 - Recebimento de Protocolo pelo CEP (Check-List)	02/04/2008 08:55:03	Folha de Rosto	0127.0.146.000-08	CEP