



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA

DIEGO FORTES DE SOUZA SALGUEIRO

**COORDENAÇÃO DO NADO CRAWL EM NADADORES COMPETITIVOS
USANDO DIFERENTES TAMANHOS DE PARACHUTES**

CAMPINAS

2015

DIEGO FORTES DE SOUZA SALGUEIRO

**COORDENAÇÃO DO NADO CRAWL EM NADADORES COMPETITIVOS
USANDO DIFERENTES TAMANHOS DE PARACHUTES**

Dissertação apresentada à Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Educação Física na Área de Concentração Biodinâmica do Movimento e Esporte.

Dissertation presented to the Faculty of Physical Education, State University of Campinas as part of the requirements for obtaining a Master's degree in Physical Education in the Concentration Area of Biodynamics of Movement and Sport.

Orientador: Prof. Dr. Orival Andries Junior

Este exemplar corresponde à versão final da dissertação defendida pelo aluno Diego Fortes de Souza Salgueiro, e orientado pelo Prof. Dr. Orival Andries Junior.



CAMPINAS
2015

Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s): CAPES, 01P03504/2014

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Educação Física
Andréia da Silva Manzato - CRB 8/7292

Sa32c Salgueiro, Diego Fortes de Souza, 1983-
Coordenação do nado crawl em nadadores competitivos usando diferentes tamanhos de parachutes / Diego Fortes de Souza Salgueiro. – Campinas, SP: [s.n.], 2015.

Orientador: Orival Andries Junior.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação Física.

1. Coordenação motora. 2. Cinemática. 3. Treinamento resistido. 4. Natação. I. Junior, Orival Andries. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação Física. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma:

Front crawl coordination in competitive swimmers using different parachute sizes

Palavras-chave em inglês:

Motor coordination

Kinematics

Resistance training

Swimming

Área de concentração: Educação Física

Titulação: Mestre em Educação Física

Banca examinadora:

Orival Andries Junior [Orientador]

Renato Barroso da Silva

Paulo Roberto Pereira Santiago

Data de defesa: 18-11-2015

Programa de Pós-Graduação: Educação Física

BANCA EXAMINADORA DA DEFESA

ORIENTADOR:

Prof. Dr. Orival Andries Junior

MEMBROS TITULARES:

Prof. Dr. Renato Barroso da Silva

Prof. Dr. Paulo Roberto Pereira Santiago

Programa de Pós-Graduação em Educação Física na Área de Concentração Biodinâmica do Movimento e Esporte da Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas.

DATA DA DEFESA: 18/11/2015

A Ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no processo de vida acadêmica do aluno.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha Mãe Graça, a quem devo tudo o que tenho nessa vida e à minha filha Clara, por quem vale a pena viver.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por estar comigo e por me dar toda a força necessária para concretizar este trabalho.

À minha família, em especial a minha mulher Lívia, por todo amor, compreensão das minhas necessidades e incentivo aos estudos.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Orival Andries Junior, pela oportunidade e confiança durante todos esses anos.

Um agradecimento especial a Thiago Telles e a todos os alunos do Laboratório de Atividades Aquáticas da Unicamp, pela colaboração durante todo esse processo de formação acadêmica.

Aos nadadores que participaram deste estudo que sempre acreditaram no meu trabalho.

Aos professores das disciplinas que participei como aluno da pós-graduação.

Por fim, agradeço aos Prof. Dr. Augusto Carvalho Barbosa, Prof. Dr. Renato Barroso e Prof. Dr. Paulo Roberto Pereira Santiago pelas considerações e conhecimentos transmitidos.

SALGUEIRO, D. F. S. Coordenação do nado crawl em nadadores competitivos usando diferentes tamanhos de parachutes. 2015. 46f. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.

RESUMO

O parachute adiciona um arrasto adicional ao normalmente criado pelo corpo e movimento dos nadadores, o que acarreta imposições de tarefa, exigindo que os nadadores reorganizem seu padrão neurotomor, a fim de melhorar a continuidade de propulsão para superar a sobrecarga externa adicional. Tem sido demonstrado que diferentes tamanhos de parachute induzem distintas auto-organizações nos modelos de coordenação dos nadadores e afetam a frequência de braçadas, o comprimento de braçadas e a velocidade. O objetivo do presente estudo foi analisar como o uso de diferentes tamanhos de parachute afeta os parâmetros de braçada e de coordenação. Dez nadadores competitivos (idade $19,6 \pm 1,2$ anos) foram convidados para participar deste estudo. Os testes consistiram em um esforço máximo de 25 m em nado crawl para cada condição: natação livre (i.e., sem equipamento), usando parachute de 280 cm^2 , usando parachute de 400 cm^2 e usando parachute de 900 cm^2 , em ordem aleatória. O uso de parachute diminuiu significativamente a velocidade e a frequência de braçadas em todas as condições experimentais. O comprimento de braçadas diminuiu significativamente nas condições 400 e 900 cm^2 . As fases de tração, finalização e recuperação foram alteradas significativamente, enquanto que o índice de coordenação alterou no parachute de tamanho maior, modificando o modelo de coordenação de oposição para superposição. Concluiu-se que as mudanças nos parâmetros de braçada e coordenação variam de acordo com o tamanho da sobrecarga. Dessa forma, é possível manipular diferentes tamanhos de parachute, a fim de obter adaptações desejáveis na coordenação, desde que determinadas individualmente.

Palavras-chave: coordenação motora; cinemática; treinamento resistido; natação.

SALGUEIRO, D. F. S. Front crawl coordination in competitive swimmers using different parachute sizes. 2015. 46p. Master's Dissertation - Faculty of Physical Education. State University of Campinas, Campinas, 2015.

ABSTRACT

Parachute adds an additional drag to that ordinarily created by swimmers' body and movements, which impose a task constraint and requires swimmers self-reorganize their neuromotor pattern in order to improve propulsive continuity and to overcome the additional external overload. It has been demonstrated that different parachutes sizes induce distinct self-organization in swimmers' coordination models and affect the stroke rate, stroke length and speed. The aim of the present study was to analyze how the use of different sizes of parachutes affects stroke and coordination parameters. Ten male swimmers (age 19.6 ± 1.2 years) volunteered to participate in the study. The tests consisted in one 25-m maximal effort in front crawl swimming for each condition: free swimming (i.e. without equipment), using parachute of 280 cm^2 , using parachute of 400 cm^2 and using parachute of 900 cm^2 , in randomized order. The use of parachute meaningfully decreased speed and stroke rate in all experimental conditions. The stroke length was significant decreased in medium and large conditions. Pull, push and recovery were changed, while the index of coordination changed in the bigger parachute's size, modifying the coordination mode from opposition to superposition. It was concluded that changes in stroke and coordination parameters vary according to the size of the overload. Thus, it is possible manipulate different sizes of parachute, to obtain adjustments in coordination desirable, since individually determined.

Keywords: motor coordination; kinematics; resistance training; swimming.

LISTA DE FIGURAS

4. MATERIAIS E MÉTODOS	23
Figura 1. Formato e tamanho dos parachutes utilizados	24
Figura 2. Representação da filmagem frontal e sagital dos movimentos dos nadadores.....	25
Figura 3. Representação da fase A do braço direito de uma vista sagital submersa	26
Figura 4. Representação da fase B do braço direito de uma vista sagital submersa	26
Figura 5. Representação da fase C do braço direito de uma vista sagital submersa	27
Figura 6. Representação da fase D do braço direito de uma vista externa lateral.....	27
5. RESULTADOS	30
Figura 7. Valores individuais da velocidade média (V_m), frequência de braçadas (F_b) e comprimento de braçadas (C_b) nas condições nadando sem parachute (LIVRE), usando parachute de 280 cm^2 , usando parachute de 400 cm^2 e usando parachute de 900 cm^2	31
Figura 8. Valores médios e individuais das fases A, B, C e D nas condições nadando sem parachute (LIVRE), usando parachute de 280 cm^2 , usando parachute de 400 cm^2 e usando parachute de 900 cm^2	31
Figura 9. Valores individuais do índice de coordenação nas condições nadando sem parachute (LIVRE), usando parachute de 280 cm^2 , usando parachute de 400 cm^2 e usando parachute de 900 cm^2	32

LISTA DE TABELAS

4. MATERIAIS E MÉTODOS	23
Tabela 1. Características dos sujeitos ($M \pm DP$).....	23
5. RESULTADOS	30
Tabela 2. Estatística descritiva ($M \pm DP$), <i>effect size</i> entre parênteses (<i>ES</i>) e diferenças percentuais da média em relação à LIVRE ($\Delta\%$) para velocidade média (V_m), frequência de braçada (F_b) e comprimento de braçada (C_b) em todas as condições: nadando sem parachute (LIVRE), usando parachute de 280 cm ² , usando parachute de 400 cm ² e usando parachute de 900 cm ² ..	30
Tabela 3. Estatística descritiva ($M \pm DP$) e <i>effect size</i> entre parênteses (<i>ES</i>) das fases A, B, C e D, soma das fases não propulsivas (FNP), fases propulsivas (FP) e índice de coordenação (IdC), usando parachute de 280 cm ² , usando parachute de 400 cm ² e usando parachute de 900 cm ²	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Cb	Comprimento de braçada
ciclos·min⁻¹	Ciclos de braçada por minuto
ES	<i>Effect size</i>
Fb	Frequência de braçadas
DP	Desvio padrão
FP	Fases propulsivas
FNP	Fases não propulsivas
IdC	Índice de coordenação
i.e.	Isto é
Inc	Incorporation
IPS	International Point Score
M	Média
m·s⁻¹	Metros por segundo
USA	United States of America
Vm	Velocidade média

LISTA DE SÍMBOLOS

a	Aceleração
C_x	Coefficiente de arrasto
F_{Prop}	Forças de propulsão
F_D	Forças de arrasto
F_{Prop}	Forças de propulsão
k	Fator de arrasto
ma	Massa
ρ	Densidade da água
S	Área frontal do corpo do nadador em contato perpendicular com o fluxo d'água
$\Delta\%$	Delta porcentagem
Δd	Distância percorrida
Δt	Tempo decorrido
$<$	Menor
$>$	Maior
$=$	Igual

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	16
2.1 Objetivo Geral	16
2.2 Objetivo Específico	16
3. REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1 Forças de arrasto	17
3.2 Forças de propulsão	19
3.3 Treinamento de força e coordenação com parachute na natação	21
4. MATERIAL E MÉTODOS	23
4.1 Participantes	23
4.2 Procedimento experimental	23
4.3 Coordenação	25
4.4 Parâmetros cinemáticos	29
4.5 Análise Estatística	29
5. RESULTADOS	30
6. DISCUSSÃO	33
7. CONCLUSÃO	35
8. REFERÊNCIAS	36
9. ANEXOS	44

1. INTRODUÇÃO

A coordenação inter membros é um elemento importante na abordagem dos sistemas dinâmicos do controle do motor (KELSO, 1995). No nado crawl, caracterizado pelo movimento alternado dos braços do nadador, a coordenação entre as ações dos braços está relacionada com a sincronização entre o início e o fim das fases propulsivas. As análises do intervalo de tempo entre o início e o fim das fases propulsivas dos braços, através do índice de coordenação (IdC), permitem uma estimativa da defasagem entre as fases de propulsão, a qual produz diferentes modelos de coordenação do nado: (1) ausência de ações de propulsão dos braços (deslizamento); (2) ação de propulsão de um braço (oposição); (3) ações propulsivas simultâneas dos braços (sobreposição).

Sugere-se que uma melhor sincronização entre as fases propulsivas das ações dos braços, leva a melhorias na continuidade de propulsão e, conseqüentemente, no desempenho de *sprint*. Assim, teoricamente, o modelo de oposição seria recomendado pela ausência de intervalo entre as fases de propulsão (COSTILL et al., 1992; SEIFERT, 2010; GOURGOULIS et al., 2013). Por outro lado, estudos apontam que o modelo de sobreposição deve ser usado por nadadores de elite para um melhor desempenho em provas de *sprint* (SEIFERT et al., 2004; POTDEVIN et al., 2006).

O modelo de coordenação é uma consequência das imposições sobre o nado crawl, que podem levar a uma melhor auto organização do nadador (NEWELL, 1986). Três tipos de imposições foram identificadas: orgânica (características individuais estruturais ou funcionais), ambiental (fatores externos ao indivíduo), e tarefa (o objetivo, as regras e os implementos) (NEWELL, 1986).

Implementos tais como os parachutes têm sido usados para melhorar o desempenho na natação (BOCALINI et al., 2009, 2010). Parachutes acrescentam um arrasto extra ao normalmente gerado pelo corpo e movimentos dos nadadores. Essa sobrecarga adicional exige que os

nadadores reorganizem seu padrão neuromotor, para superar o aumento do arrasto. Para isso, a contribuição das fases não propulsivas passa a ser menor, enquanto a das fases propulsivas significativamente maior (GOURGOULIS et al., 2010). Como consequência dessa nova organização da braçada, o intervalo de tempo entre as fases propulsivas dos braços é diminuído, o que promove uma melhor continuidade de propulsão (TELLES et al., 2011, 2015), comumente observado por aumentos nos valores de IdC.

Apesar disso, nem toda sobrecarga externa promove alterações significantes no índice de coordenação (DOMINGUEZ-CASTELLS e RAUL ARELLANO, 2012). Isso porque as alterações na coordenação da braçada dependem da magnitude da sobrecarga externa empregada. Adicionalmente, essas alterações na coordenação parecem ser afetadas de forma diferente para cada nadador (SCHNITZLER et al., 2011). Além disso, parachutes não só afetam a coordenação, mas também a frequência de braçadas (Fb), o comprimento de braçadas (Cb) e a velocidade (GOURGOULIS et al., 2010, 2013).

Assim, a questão do uso de diferentes tamanhos de parachutes ainda possibilita maiores aprofundamentos. No Brasil, é comum a utilização de parachutes no formato quadrado, disponibilizado em três tamanhos (280, 400 e 900 cm² de área). Por isso é muito relevante compreender melhor em cada nadador, o que acontece quando diferentes tamanhos de parachutes são usados. Acredita-se que diferentes tamanhos de parachute possibilitem manipular as variações no aumento artificial da sobrecarga externa, de acordo com as alterações desejáveis na coordenação para cada nadador.

Portanto, o objetivo do presente estudo foi analisar como o uso de diferentes tamanhos de parachutes afeta parâmetros de braçada e coordenação.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar a coordenação do nado crawl em nadadores competitivos usando diferentes tamanhos de parachute.

2.2 Objetivo Específico

Verificar as alterações no índice de coordenação do nado crawl nas condições livre de equipamentos, com parachutes de 280 cm², 400 cm² e 900 cm², em máxima intensidade.

Verificar as alterações na velocidade média do nado crawl, nas condições livre de equipamentos, com parachutes de 280 cm², 400 cm² e 900 cm², em máxima intensidade.

Verificar as alterações na frequência de braçadas do nado crawl, nas condições livre de equipamentos, com parachutes de 280 cm², 400 cm² e 900 cm², em máxima intensidade.

Verificar as alterações no comprimento de braçadas do nado crawl, nas condições livre de equipamentos, com parachutes de 280 cm², 400 cm² e 900 cm², em máxima intensidade.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Forças de arrasto

A natureza da natação ocorre na água, o qual é um fluido com propriedades físicas capazes de intervir consideravelmente no rendimento do nado. A água é aproximadamente 800 vezes mais densa e 56 vezes mais viscosa que o ar. Por esta razão, sempre que um nadador tenta deslocar-se por ela, este sofre a ação de forças no mesmo sentido, porém contrárias ao seu deslocamento (VILAS-BOAS, 1997). Essas forças reduzem a velocidade do nadador, reagindo de forma contrária aos movimentos de propulsão.

Denominadas forças de arrasto, essas forças são explicadas pela interrupção dos fluxos de água em contato com os segmentos do corpo do nadador, fazendo com que as moléculas de água se choquem umas às outras em diferentes direções, gerando atrito, alteração da pressão e fluxos turbulentos à sua frente e ao seu redor (MAGLISCHO, 1999; COSTILL et al., 2001; VORONTSOV E RUMYANTSEV, 2004a).

Segundo KJENDLIE e STALLMAN (2008), as seguintes equações permitem quantificar a força de arrasto (F_D):

$$F_D = 0,5 \cdot p \cdot C_x \cdot S \cdot v^2 \text{ (Eq. 1)}$$

$$D = k \cdot v^2 \text{ (Eq. 2)}$$

na qual p é a densidade da água, C_x é o coeficiente de arrasto, S é a área frontal do corpo do nadador em contato perpendicular com o fluxo d'água, v a velocidade e k é o fator de arrasto. É de se considerar, portanto, que o arrasto é expresso por uma equação quadrática com a velocidade (KARPOVICH,

1933; TOUSSAINT et al., 2004), i.e., o arrasto aumenta aproximadamente quatro vezes, a medida que os nadadores dobram sua velocidade.

Além da velocidade de nado, a magnitude do arrasto é influenciada pelas dimensões corporais, superfície de contato do corpo do nadador com a água e nível técnico (MAGLISCHO, 1993; FERNANDES et al., 2002; BIDEAU et al., 2003; VORONTSOV e RUMYANTSEV, 2004a; SHAHBAZI et al., 2008; KJENDLLE e STALLMAN, 2008).

Dependendo do comportamento do nadador na água, a força de arrasto atua de duas maneiras: arrasto ativo e arrasto passivo. O arrasto passivo ocorre pelo contato do corpo do nadador inerte com o fluxo de água, geralmente, quando os nadadores estão na posição de *streamline*, em momentos da virada, de saída ou em algumas fases do nado borboleta e peito (MAGLISCHO, 1993; MCINTYRE, 2003; VORONTSOV e RUMYANTSEV, 2004a). Por outro lado, o arrasto ativo ocorre adicionalmente às forças do arrasto passivo, como resultado do movimento de braços, pernas, pescoço e tronco dos nadadores (TOUSSAINT et al., 2004; BIXLER, 2008;).

Conceitualmente, Costill et al. (2001) diferencia o arrasto (ativo e passivo) em três tipos: friccional, de onda e de forma. O arrasto friccional é causado pelo rompimento da camada limítrofe (choque entre a camada de moléculas de água carregadas pela superfície do corpo do nadador), na medida em que se desloca. Esse acontecimento retira energia cinética do corpo do nadador, gerando turbulência e, conseqüentemente, diminui a velocidade de nado (VORONTSOV e RUMYANTSEV, 2004a). Uma das possíveis formas de diminuir o arrasto friccional é através da remoção dos pelos ou pelo uso de trajes especiais (SHARP e COSTILL, 1989; CHATARD e WILSON, 2008).

Segundo Vorontov e Rumyantsev (2004a), o arrasto de onda ocorre pela geração de ondas na superfície da água que rebatem com pressão o corpo do nadador, seja pela ação do vento, de movimentos de outros nadadores ou do próprio nadador (ondas transversais e divergentes), principalmente pela excessiva movimentação de tronco e cabeça, choque brusco dos braços na superfície da água e erros nas fases de entrada ou recuperação dos braços

(MAGLISCHO, 1993; VORONTOV e RUMYANTSEV, 2004a; BIXLER, 2008). Esse tipo de arrasto pode ser minimizado por um posicionamento mais adequado dos braços, bem como pelo aprimoramento do nado submerso, pela profundidade impedir o confronto do corpo do nadador com as ondas de superfície da água (VILAS-BOAS, 1997; LYTTLE et al., 1999; MASON e PILCHER, 2002).

Sob outra perspectiva, o arrasto de forma é causado pela forma e orientação que o corpo do nadador assume ao se deslocar através da água. Durante o deslocamento, o contato entre a forma do corpo do nadador e as moléculas de água aumenta a pressão na área frontal, em relação à pressão por trás do corpo. Esse diferencial de pressão reduz a velocidade de progressão do nadador, empurrando-o para trás pela área de alta pressão à sua frente e tracionando-o para o mesmo lado pela baixa pressão que se criou logo atrás de seu corpo (BARBOSA, 2010; BIXLER, 2008). É preciso considerar que a habilidade do nadador em diminuir a área ocupada pelo seu corpo no meio líquido e minimizar movimentos verticais excessivos poderiam auxiliar na diminuição deste tipo de arrasto (SANTOS, 2011). Ao contrário, um aumento artificial do arrasto de forma pode ser obtido com o uso de parachutes. Neste caso, o arrasto adicional ao corpo do nadador durante o deslocamento, se faz pela adição de uma superfície, com determinada área (forma do parachute), fixada através de um cinto na cintura do nadador. Este tipo de implemento tem sido frequentemente utilizado durante as seções de treinamento na natação, como recurso adicional para melhorar as forças de propulsão.

3.2 Forças de propulsão

Propulsão é o movimento criado a partir da aplicação de uma força com o propósito de gerar deslocamento. Na natação, o deslocamento dos nadadores depende das forças de propulsão provenientes da interação dos

segmentos propulsores do nadador com água, a fim de superar as forças de arrasto que se opõem ao deslocamento (VORONTOV e RUMYANTSEV, 2004b). Basicamente, o deslocamento na natação então, resume-se em forças de propulsão (F_{Prop}), que o impulsionam à frente e forças de arrasto (F_D), contrárias ao deslocamento. Assim, a capacidade de deslocamento de um nadador depende da interação destas duas forças, descrita pela equação:

$$F_{Prop} - F_D = ma \cdot a \text{ (Eq. 3)}$$

na qual ma é a massa do corpo do nadador e a é aceleração do centro de massa do corpo (KOLMOGOROV e LYAPIN 1999; TOUSSAINT et al., 2000). A partir desta equação, quando $F_{Prop} = F_D$ a velocidade é constante ou o nadador está estático; quando $F_{Prop} > F_D$ o nadador acelera e quando $F_{Prop} < F_D$ ocorre desaceleração (TOUSSAINT e HOLLANDER, 1994; VORONTOV e RUMYANTSEV, 2004b).

Para gerar propulsão, o nadador altera a velocidade de uma determinada massa de água, empurrando-a através da aplicação de uma força com os segmentos propulsivos do corpo (TOUSSAINT et al., 1991). Como essa massa de água é móvel, o nadador utiliza-se de sua densidade e viscosidade para apoiar-se no deslocamento, que por sua vez adquire energia cinética convertida em parte para impulsionar o nadador à frente e outra parte é dissipada na própria movimentação da água (TOUSSAINT et al., 1991; TOUSSAINT e HOLLANDER, 1994; VORONTOV e RUMYANTSEV, 2004b; BARBOSA e VILLAS-BOAS, 2005).

No nado crawl, os membros superiores são responsáveis por aproximadamente 87% das forças propulsivas (HOLLANDER et al., 1986; TOUSSAINT et al., 2000). A característica alternada do movimento dos braços permite uma propulsão mais contínua em relação aos outros nados com braçadas simultâneas (TOURNY-CHOLLET et al., 2009). Assim, no nado crawl, é fundamental para os nadadores sincronizar a aplicação das forças de propulsão entre os dois braços, melhorando o que chamamos de continuidade

de propulsão. Quando há uma maior continuidade das ações de propulsão, o nadador está o tempo todo aplicando força para se deslocar, o que também lhe permite minimizar pontos de desaceleração do nado, entre a execução do movimento de propulsão de cada braço.

3.3 Treinamento de força e coordenação com parachute na natação.

O desenvolvimento da força motora envolve, principalmente, mecanismos de adaptações neurais e morfológicas (MORITANI e DEVRIES, 1979; HAKKINEN, 1994; FLECK et al., 1996). A adaptação neural torna-se predominante durante as fases iniciais do treinamento de força, enquanto que as adaptações morfológicas passam a ser prioridade nas fases intermediárias e avançadas (MORITANI e DEVRIES, 1979).

Durante as sessões de treinamento, o incremento da força pode ser alcançado pela adição de uma sobrecarga à realização do gesto esportivo (ASPENES e KARLSEN, 2012). Essa sobrecarga adicional exige que o sistema neuromuscular se organize para superá-la. Para isso, o sistema nervoso aumenta a frequência de ativação das fibras musculares, que por consequência, aumenta o número de unidades motoras ativas durante o gesto esportivo (SALE, 1988; WEINECK, 1999; AAGARD et al., 2000; JUDGE et al., 2003). O aumento na capacidade de um músculo em mobilizar e sincronizar um maior número de unidades motoras ativas possibilita o aumento na capacidade de desenvolver força de contração (RUTHERFORD e JONES, 1986).

Ao mesmo tempo em que a coordenação intramuscular é aprimorada pela melhora da ativação e sincronização das unidades motoras, a coordenação intermuscular é aprimorada por ajustes entre as musculaturas envolvidas no gesto esportivo. Estes ajustes ocorrem por um aumento da inervação intermuscular, devido à melhora na participação dos músculos agonistas e sinergistas, além da inibição dos antagonistas em relação a uma

sequência de movimentos (HOLLMANN e HETTINGER, 1983; WEINECK, 1999). Assim, a melhora na coordenação decorrente das adaptações neurais, surge também como fator para incremento da força.

Recentemente, estudos vêm apontando a utilização de implementos para melhora da coordenação de nadadores. Telles et al. (2011, 2015) verificaram que a utilização de parachutes em máxima intensidade diminuiu os intervalos de tempo entre as fases propulsivas, melhorando a continuidade de propulsão dos nadadores. Por outro lado, Dominguez-Castells e Raul Arellano (2012) observaram que o aumento da sobrecarga no nado semi atado pode ser útil para alterar o modelo de coordenação para sobreposição.

Em outro estudo, Gourgoulis et al. (2010) verificaram que implementos semelhantes aos parachutes, aumentaram a duração das fases propulsivas e diminuíram a duração das fases não propulsivas dos braços, acompanhadas também de diminuições de velocidade, frequência de braçadas e comprimento de braçadas, independentemente do tamanho implemento utilizado (aproximadamente 415 cm², 531 cm² e 804 cm² de área). Contudo, os modelos de coordenação não foram discutidos neste estudo.

Por outro lado, Schnitzler et al. (2011) mostraram que um parachute de aproximadamente 201cm² não induziu mudanças significantes em nenhuma das fases da braçada e no comprimento de braçadas, embora tenham sido observados aumentos nos valores do índice de coordenação. Um aumento significativo do IdC, somente foi observado quando um parachute de aproximadamente 804 cm² foi usado, exigindo que os nadadores alterassem o modelo de coordenação para sobreposição.

Deste modo, embora haja um consenso na literatura a respeito da especificidade desse implemento na melhora da coordenação do nado, ainda não é claro qual o comportamento da coordenação dos braços acerca dos diferentes tamanhos de parachute no nado crawl.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Participantes

Dez nadadores do sexo masculino (idade $19,6 \pm 1,2$ anos) foram voluntários para participar deste estudo. Para serem incluídos, os participantes tinham que ter pelo menos dois anos de experiência competitiva e usar parachutes regularmente nos treinamentos. Os nadadores treinavam um volume médio diário de 4.000 ± 500 m. As características dos participantes são apresentadas na Tabela 1. Um termo de consentimento livre e esclarecido foi obtido por escrito e todos os procedimentos receberam a aprovação do comitê de ética da universidade (Protocolo 522.888).

Tabela 1. Características dos sujeitos (M \pm DP).

Variáveis	Dados
Estatura (m)	$1,75 \pm 0,06$
Massa Corporal (kg)	$72,55 \pm 5,91$
Índice de Massa Corporal (kg/m^2)	$23,68 \pm 1,42$
Melhor tempo de 50 m na piscina de 50 m (s)	$27,10 \pm 1,49$
<i>IPS</i>	$626 \pm 45,50$

4.2 Procedimento experimental

Todos os procedimentos foram realizados no mesmo dia, em uma piscina de 25 m (temperatura da água: 28 °C). Como aquecimento, os nadadores realizaram 10 min de alongamento ativo, 10 min de nado livre, e

dois *sprints* de 15 m, com 90 s de intervalo. Os testes começaram 10 min após o aquecimento.

Os testes consistiram em um esforço máximo de 25 m em nado crawl para cada condição experimental: natação livre, condição na qual os nadadores realizaram o esforço sem equipamento, usando parachute de 280 cm², usando parachute de 400 cm² e usando parachute de 900 cm², em ordem aleatória. Um intervalo passivo de 10 min foi usado entre os ensaios para evitar possíveis efeitos de fadiga (GASTIN, 2001).

Os parachutes foram fixados na cintura dos nadadores por meio de um cinto, e sua superfície foi mantida à distância aproximada de 1 m dos pés dos nadadores. A área dos parachutes foi estimada multiplicando as distâncias entre os pontos transversos e longitudinais extremos dos parachutes.



Figura 1 – Formato e tamanho dos parachutes utilizados.

A fim de minimizar os efeitos do impulso na borda e desaceleração da chegada, os primeiros 7 m e os últimos 3 m foram descartados, como descritos anteriormente (TELLES et al., 2011). Para isso, duas hastes foram posicionadas perpendicularmente na piscina, marcando 7 e 22 m. Os nadadores foram orientados a começarem a nadar antes da marca de 7 m e não respirarem ao longo de 15 m, para evitar quaisquer modificações cinemáticas no nado (GOURGOULIS et. al., 2008).

Os esforços foram filmados por duas câmeras digitais (DCR-SR68 Sony®; velocidade do obturador: 1/1000 s; frequência de amostragem: 60 Hz) colocadas submersas na água, a uma profundidade de 0,5 m, com o auxílio de caixas estanques à prova d'água. Os movimentos dos nadadores foram registrados a partir de uma vista frontal, obtida a partir de um ponto fixo (câmera 1), e também a partir de uma vista sagital (câmera 2) a uma distância de 5 m dos nadadores (figura 2). Para registrar a vista sagital, um carrinho especialmente desenvolvido foi empurrado ao lado da piscina por um operador, com a mesma velocidade que a do nadador. A cabeça do nadador foi seguida como marca pelo operador do carrinho.

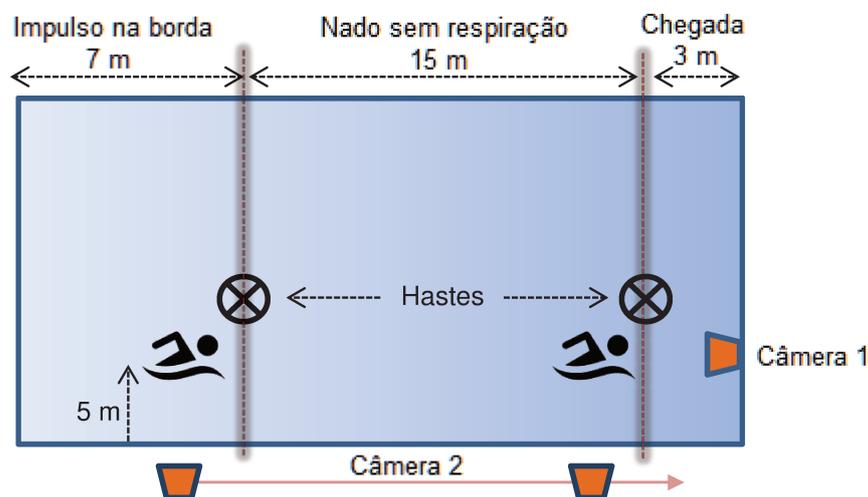


Figura 2—Representação da filmagem frontal e sagital dos movimentos dos nadadores.

4.3 Coordenação

A coordenação do movimento dos braços foi quantificada utilizando o índice de coordenação (IdC) para o nado crawl (CHOLLET et al., 2000). Para isso, a braçada foi dividida em quatro fases:

- Fase A: *entrada e apoio*. Esta fase corresponde ao tempo entre a entrada da mão na água e o início do seu movimento para trás (Figura 3).

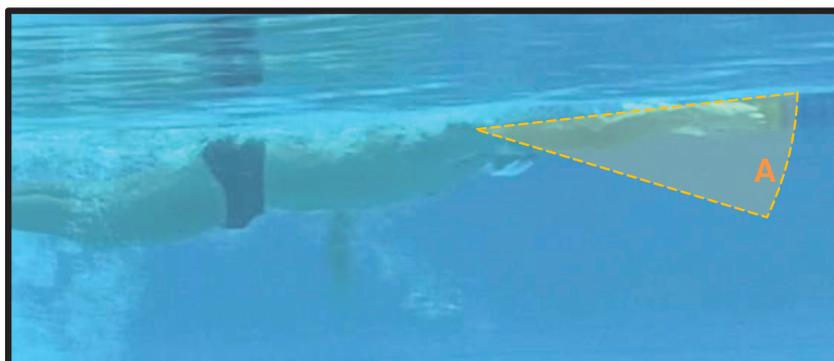


Figura 3–Representação da fase A do braço direito de uma vista sagital submersa.

- Fase B: *tração*. Esta fase corresponde ao tempo entre o início do primeiro movimento para trás da mão e do seu alinhamento em relação ao plano vertical com o ombro (Figura 4).

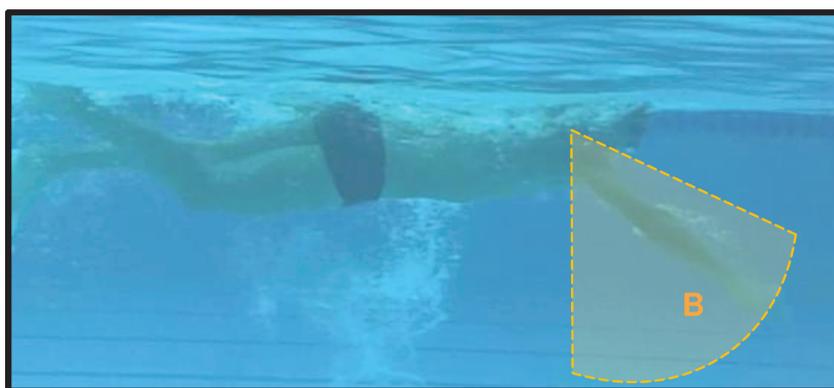


Figura 4 - Representação da tração do braço direito de uma vista sagital submersa.

- Fase C: *finalização*. Esta fase corresponde ao tempo entre o alinhamento da mão no plano vertical com o ombro e a saída da mão da água (Figura 5).

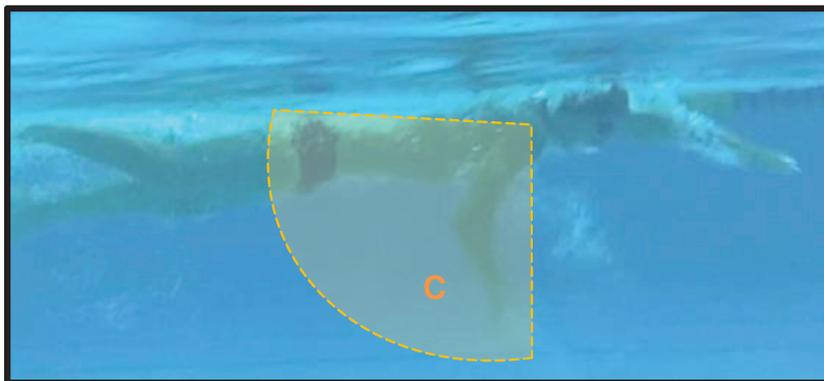


Figura 5 - Representação da finalização do braço direito de uma vista sagital submersa.

- Fase D: *recuperação*. Esta fase corresponde ao tempo entre a saída e a entrada da mão da água.

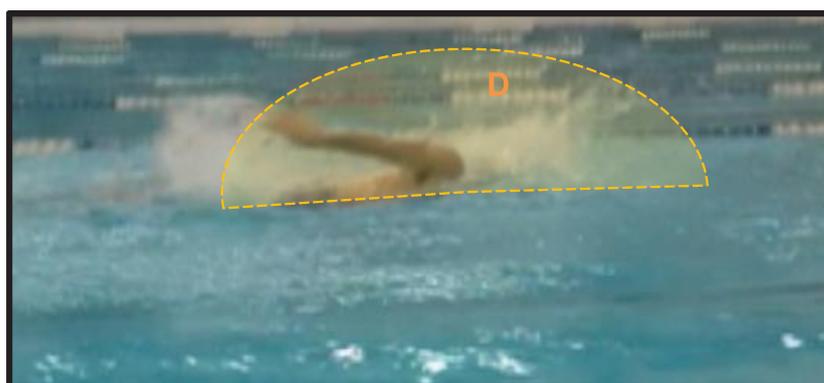


Figura 6 - Representação da recuperação do braço direito de uma vista externa lateral.

As fases B e C (i.e. tração + finalização) são propulsivas, enquanto as fases A e D (i.e. entrada e apoio da mão na água + recuperação) são não propulsivas.

A duração de cada fase foi analisada durante três ciclos completos de nado (i.e., três braçadas direitas e três braçadas esquerdas). A duração de um ciclo completo foi determinado pela soma das quatro fases dos dois braços (A + B + C + D). Cada fase foi expressa percentualmente em relação à duração total de um ciclo completo

O IdC1 foi definido como o intervalo de tempo (IT) entre o início da propulsão na primeira braçada direita e o final da propulsão na primeira braçada esquerda (Δt_1). IdC2 foi definido como o intervalo de tempo entre o início da propulsão na primeira braçada esquerda e o final da propulsão na segunda braçada direita (Δt_2). O índice de coordenação foi então calculado como a média de Δt_1 e Δt_2 , expressos como porcentagem de um ciclo completo.

Esta análise permite três possibilidades de interpretação: quando o IdC é negativo, há um intervalo de tempo não propulsivo entre as fases da braçada. Este modelo de coordenação é chamado de deslizamento. Quando o IdC é nulo, um braço inicia a fase de tração, exatamente no mesmo momento em que o outro braço termina sua fase de finalização. Neste caso, a propulsão entre os dois braços é ininterrupta e o modelo de coordenação é chamado de oposição. De um ponto de vista funcional, o modelo de oposição foi considerado quando $-1\% < \text{IdC} < 1\%$ (SEIFERT et al., 2007). Finalmente, quando o IdC é positivo, um braço está realizando a fase B, enquanto o outro ainda está realizando a fase C. Deste modo, dois braços estão realizando a fase de propulsão, assim sendo este modelo denominado sobreposição.

A fim de determinar as fases e o IdC, dois operadores independentes avaliaram os principais momentos anteriormente descritos. Quando a diferença entre as análises não foi maior do que 0,04 s, a média das duas análises foi aceita para validar o ponto chave de cada fase (SEIFERT et al., 2007). Do contrário, os dois operadores prosseguiram em conjunto com uma nova análise dos pontos chaves, e se a discrepância permanecesse, um terceiro operador foi convidado a definir o instante em questão.

Obteve-se uma diferença máxima de 01 quadro entre os operadores, considerando que na filmagem de 60Hz, uma diferença de 0,04 s representa até 02 quadros. A diferença média entre os operadores foi de 0,008 s para a entrada da mão na água, 0,011 s para o início de seu movimento para trás, 0,01 s para o seu alinhamento no plano vertical com o ombro e 0,012 s para a sua saída da água.

4.4 Parâmetros cinemáticos

A velocidade média de nado (V_m) foi calculada usando a distância entre as barras ($\Delta d = 15$ m) e o tempo gasto entre ambos (Δt), de acordo com: $V_m = \Delta d / \Delta t$. A visão sagital permitiu identificar os instantes quando a cabeça do nadador cruzou as marcas de 7 m e 22 m.

Frequência de braçadas (F_b), expressa em ciclos por minuto, foi quantificada através da análise do tempo dos primeiros três ciclos completos realizados imediatamente após a inicial de 7 m. O tempo entre o início do primeiro ciclo e o final do terceiro foi calculado através das câmeras de vídeo. A frequência de braçadas foi então calculada dividindo-se o número de ciclos (i.e., três ciclos) pelo tempo necessário para realizá-los (Δt), usando a equação: $(3 \cdot 60) \cdot \Delta t^{-1}$, enquanto que o comprimento de braçada (C_b) foi obtido através da equação: $C_b = (v \cdot 60) \cdot F_b^{-1}$.

4.5 Análise Estatística

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software SAS[®] University Edition (SAS Institute Inc., Cary, USA). Os dados são expressos como média e desvio padrão ($M \pm DP$). A normalidade dos dados foi verificada através de Shapiro-Wilk. O modelo misto assumindo condições (100, 400 e 900 cm²) como fator fixo e sujeitos como um fator aleatório foi utilizado para cada variável dependente. O ajuste de Tukey post-hoc foi utilizado em caso de valores de F significantes. O nível de significância foi fixado em $p < 0,05$. O tamanho do efeito (ES) foi calculado de acordo com Cohen (1988) e interpretado de acordo com Hopkins (2004): $< 0,2$: trivial; $> 0,2-0,6$: pequeno; $> 0,6-1,2$: moderado; $> 1,2-2,0$: grande - $> 2,0$: muito grande.

5. RESULTADOS

Em comparação com LIVRE, o uso de parachutes diminuiu a velocidade média e a frequência de braçadas em todas as condições, enquanto que o comprimento de braçadas diminuiu apenas nas condições 400 cm² e 900 cm² (Tabela 2). O comportamento dessas variáveis foi semelhante em todos os nadadores (Figura 7).

Tabela 2. Estatística descritiva (M ± DP), effect size entre parênteses (ES) e diferenças percentuais da média em relação à LIVRE (Δ%) para velocidade média (Vm), frequência de braçada (Fb) e comprimento de braçada (Cb) em todas as condições: nadando sem parachute (LIVRE), usando parachute de 280 cm², usando parachute de 400 cm² e usando parachute de 900 cm².

		LIVRE	280 cm ²	400 cm ²	900 cm ²
Vm (m·s ⁻¹)	M ± DP	1,73 ± 0,06	1,54 ± 0,05 ^a	1,41 ± 0,07 ^{a,b}	1,16 ± 0,07 ^{a,b,c}
	Δ% (ES)	-	-10,9% (3,36)	-18,3% (5,34)	-32,7% (8,95)
Fb (ciclos·min ⁻¹)	M ± DP	61,9 ± 4,3	57,6 ± 4,6 ^a	56,1 ± 3,5 ^a	53,7 ± 3,8 ^{a,b,c}
	Δ% (ES)	-	-7,0% (0,97)	-9,3% (1,42)	-13,1% (2,02)
Cb (m)	M ± DP	1,68 ± 0,14	1,61 ± 0,12	1,51 ± 0,1 ^{a,b}	1,3 ± 0,1 ^{a,b,c}
	Δ% (ES)	-	-4,0% (0,54)	-9,7% (1,40)	-22,3% (3,30)

^a – diferença significativa para LIVRE; ^b – diferença significativa para 280 cm²; ^c – diferença significativa para 400 cm².

As diferenças entre as condições experimentais mostraram que a velocidade média é diferente entre todas elas (i.e., 280 cm², 400 cm² e 900 cm²). Por outro lado, apenas a utilização do parachute grande diminuiu a frequência de braçadas, em comparação com todas as outras condições. Em 280 cm² e 400 cm² existem diferenças significantes na Fb, comparando com LIVRE. O Cb foi o mesmo em 280 cm² e LIVRE, mas em 400 cm² e 900 cm² foi diferente às outras condições.

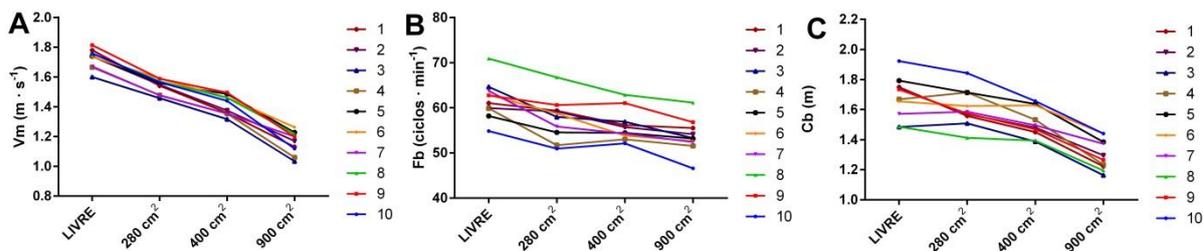


Figura 7 – Valores individuais da velocidade média (A), frequência de braçadas (B) e comprimento de braçadas (C) nas condições nadando sem parachute, usando parachute de 280 cm², usando parachute de 400 cm² e usando parachute de 900 cm².

O uso de parachutes alterou as fases B, C e D (Tabela 2). Os valores médios e individuais de cada fase da braçada são apresentados na figura 8.

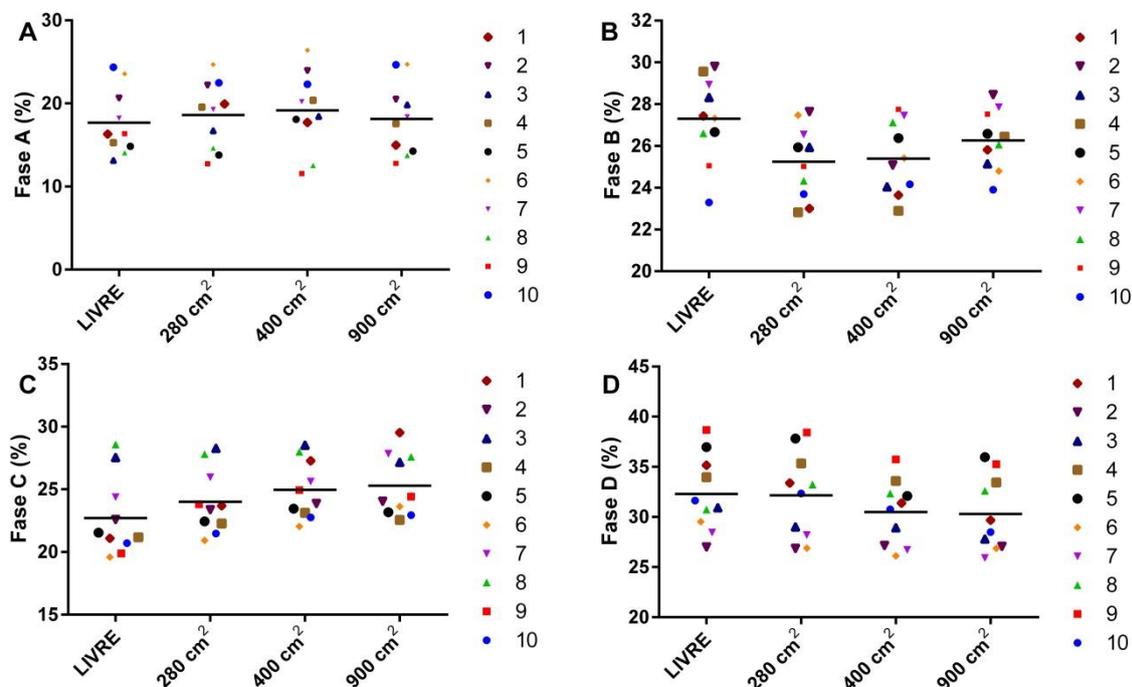


Figura 8 – Valores médios e individuais das fases A (A), fase B (B), fase C (C) e fase D (D) nas condições nadando sem parachute (LIVRE), usando parachute de 280 cm², usando parachute de 400 cm² e usando parachute de 900 cm².

No que diz respeito ao índice de coordenação e a soma das fases propulsivas e não propulsivas, alterações significantes foram observadas apenas quando o parachute grande foi usado (tabela 3).

Tabela 3. Estatística descritiva ($M \pm DP$) e *effect size* entre parênteses (*ES*) das fases A, B, C e D, soma das fases não propulsivas (FNP), fases propulsivas (FP) e índice de coordenação (IdC), usando parachute de 280 cm², usando parachute de 400 cm² e usando parachute de 900 cm².

		LIVRE	280 cm ²	400 cm ²	900 cm ²
Fase A (%)	M \pm DP	17,57 \pm 4,12	18,49 \pm 3,69	19,07 \pm 4,34	17,98 \pm 4,48
	(ES)	-	(0,24)	(0,37)	(0,10)
Fase B (%)	M \pm DP	27,47 \pm 2,01	25,14 \pm 1,86 ^a	25,24 \pm 1,58 ^a	26,17 \pm 1,93
	(ES)	-	(1,21)	(1,22)	(0,70)
Fase C (%)	M \pm DP	22,74 \pm 2,88	24,17 \pm 2,58 ^a	24,82 \pm 2,44 ^a	25,55 \pm 2,66 ^{a,b}
	(ES)	-	(0,52)	(0,79)	(1,06)
Fase D (%)	M \pm DP	32,23 \pm 3,58	32,21 \pm 4,25	30,87 \pm 3,62 ^{a,b}	30,30 \pm 3,62 ^{a,b}
	(ES)	-	(0)	(0,36)	(0,51)
FNP (%)	M \pm DP	49,79 \pm 3,97	50,70 \pm 3,20	49,93 \pm 3,10	48,28 \pm 3,00 ^{b,c}
	(ES)	-	(0,25)	(0,04)	(0,46)
FP (%)	M \pm DP	50,21 \pm 3,97	49,30 \pm 3,20	50,07 \pm 3,10	51,72 \pm 3,00 ^{b,c}
	(ES)	-	(0,25)	(0,04)	(0,46)
IdC (%)	M \pm DP	0,14 \pm 4,06	-0,64 \pm 3,04	0,43 \pm 2,81	1,79 \pm 2,97 ^{a,b}
	(ES)	-	(0,22)	(0,09)	(0,51)

^a – diferença significativa para LIVRE; ^b – diferença significativa para 100 cm²; ^c – diferença significativa para 400 cm²; ^d – diferença significativa para 900 cm².

Finalmente, o IdC mostrou tendências diferentes para cada nadador usando diferentes tamanhos de parachute (Figura 9).

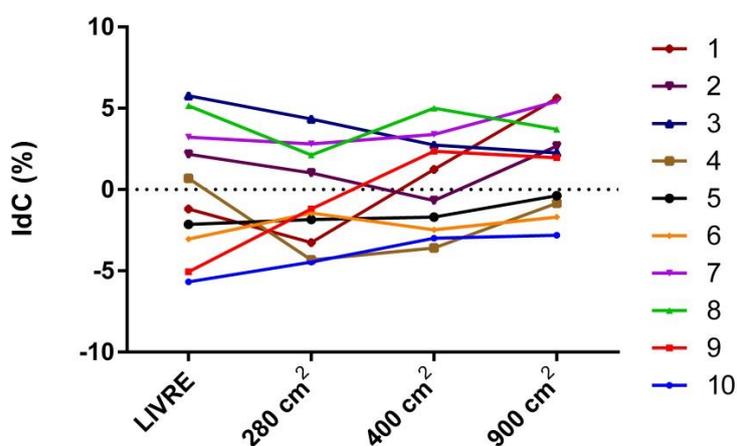


Figura 9 – Valores individuais do índice de coordenação (IdC) nas condições nadando sem parachute (LIVRE), usando parachute de 280 cm², usando parachute de 400 cm² e usando parachute de 900 cm².

6. DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi de analisar o efeito de diferentes tamanhos de parachutes sobre a coordenação e parâmetros cinemáticos do nado crawl. Os resultados mostraram que diferentes tamanhos de parachute possibilitam a manipulação de diferentes padrões de coordenação no nado crawl.

As mudanças nos parâmetros de braçada são progressivamente maiores, de acordo com o aumento do tamanho dos parachutes, que também é observado no comportamento dos deltas percentagens. Nesse sentido, o presente estudo também mostrou mudanças nas fases e na coordenação do nado, em conformidade com o tamanho da sobrecarga.

Reconhecidamente, parachutes reduzem a velocidade de nado. Isso causa diminuições na frequência e no comprimento de braçadas, o que era esperado, devido ao aumento do arrasto (LLOP et al., 2002, 2003). É concebível que para vencer o arrasto nas condições com parachutes, nadadores busquem melhorar a sincronização entre as fases de propulsão dos braços (TELLES et al. 2011, 2015). Assim, mesmo sabendo que os parachutes diminuem significativamente a velocidade, F_b e C_b , o que poderia ser prejudicial para o treinamento (KAWAMORI et al., 2014), busca-se através do treinamento sistematizado com este implemento induzir adaptações no sistema neuromuscular, de modo a permitir melhorias na continuidade de propulsão do nado e, conseqüentemente, no desempenho de *sprint*.

Em relação às fases da braçada, os nadadores buscaram aumentar a duração da fase de maior capacidade de propulsão, i.e., a Fase C. Além disso, acreditamos que como o grupo de músculos responsáveis principalmente pela propulsão neste momento (i.e., fase C) é menor do que os músculos responsáveis por outra fase (fase B, por exemplo), o tempo despendido para realizar o movimento é maior. Deste modo, a fase B mostrou uma tendência de diminuir quando os parachutes de 280, 400 e 900 cm² foram usados (*ES* de 1,21, 1,22 e 0,70, respectivamente).

Em contrapartida, para superar o arrasto durante nas condições 400 cm² e 900 cm², os nadadores passaram a reduzir também a fase D. Para esclarecer, a fase D na condição 400 cm² teve de ser menor para manter a coordenação frente o aumento da fase C, enquanto que na condição 900 cm², a fase D diminuiu porque as fases propulsivas B e C foram sobrepostas, observado pelo aumento significativo no índice de coordenação.

Como resultado da interação entre os braços, o índice de coordenação apresentou uma tendência de valores próximos de zero (i.e., o modelo de oposição) de LIVRE para 280 cm² e 400 cm². Isso demonstra que os nadadores procuram manter o modelo de coordenação adotado no nado convencional (sem implementos), apesar das variações no aumento artificial da sobrecarga externa. Já em 900 cm², como a magnitude de arrasto é demasiada, é necessário que os nadadores sobreponham as fases de propulsão da braçada, como medida para maximizar as forças de propulsão. Assim, o modelo de coordenação mudou de oposição para o modelo de superposição, adaptação geralmente é observada com o uso de parachutes maiores (SCHNITZLER et al., 2011).

De fato, as durações relativas das fases e o índice de coordenação entre os braços parecem ser afetados de forma diferente para cada nadador, o que era esperado (SCHNITZLER et al., 2011). Esses achados demonstram que cada nadador reage de maneira diferente às imposições dos implementos, e isso leva a diferentes auto organizações da braçada.

À vista destes resultados, é possível sugerir que parachutes de tamanhos maiores sejam utilizados com o objetivo de adaptar nadadores ao modelo de sobreposição, o que seria benéfico para provas de velocidade na natação. Por outro lado, parachutes de tamanho menor poderiam ser indicados nos treinamento de provas de meio fundo e fundo. Para isso, no entanto, é preciso considerar as adaptações individuais de cada nadador às diferentes imposições.

7. CONCLUSÃO

Concluiu-se que a adição de diferentes tamanhos de parachutes alteram a coordenação e parâmetros cinemáticos do nado crawl. Dessa forma, é possível manipular individualmente diferentes sobrecargas externas, obtendo uma gama variada de interações com restrições, a fim de estimular os nadadores a explorarem novos modelos de coordenação ou mesmo manter seu padrão de coordenação.

8. REFERÊNCIAS

AAGAARD, P.; SIMONSEN, E. B.; ANDERSEN, J. L.; MAGNUSSON, S. P.; HALKJAER-KRISTENSEN, J.; DYHRE-POULSEN, P. Neural inhibition during maximal eccentric and concentric quadriceps contraction: effects of resistance training. **J Appl Physiol**, v. 89, n. 6, p. 2249-2257, 2000.

ALWAY, S. E., MACDOUGALL, J. D., SALE, D. G. Contractile adaptations in the human triceps surae after isometric exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 66, n. 06, p. 2725-2732, 1989.

ASPENES, S.; KARLSEN, T. Exercise-Training Intervention Studies in Competitive Swimming. **Sports Medicine**, v. 42, n. 6, p. 527-543, 2012.

BARBOSA, T. M.; VILLAS-BOAS, J. P. Estudo de diversos conceitos de eficiência da locomoção humana no meio aquático. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 5, n. 3, p. 337-349, 2005.

BARBOSA, A. C. B. **Respostas agudas de parâmetros biomecânicos à utilização de diferentes tamanhos de palmar no nado crawl**. 2010.146f. Tese (Doutorado em Educação Física) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

BARBOSA, A. C.; CASTRO, F. S.; DOPSAJ, M.; CUNHA, S. A.; ANDRIES, O. J. Acute responses of biomechanical parameters to different sizes of hand paddles in front-crawl stroke. **J Sports Sci**, v. 31, n. 9, p. 1015-1023.

BASSEL-DUBY, R.; OLSON, E. N. Signaling pathways in skeletal muscle remodeling. **Annu. Rev. Biochem**, n. 75, p. 19–37, 2006.

BIDEAU, B.; COLOBERT, B.; NICOLAS, G.; LE GUERROUÉ, G.; MULTON, F.; DELAMARCHE, P. In: CHATARD, J. C. **Biomechanics and Medicine in Swimming IX**. Saint Etienne: Publications de l'Université de Saint-Étienne, 2003. p. 51-56.

BIXLER, B. S. Resistência e propulsão. In: STAGER, J. M.; TANNER, D. A. **Natação – Manual de medicina e ciência do esporte**. Barueri: Manole. (2. ed.), 2008. p. 69-119.

BOCALINI, D. S.; RICA, R. L.; TRIVIÑO, R. N. Desempenho em testes de velocidade de nadadores treinados com parachute. **Integração**, ano XV, n. 57, p. 145-149, 2009.

BOCALINI, D. S.; RICA, R. L.; TRIVIÑO, R. N. Efeitos do treinamento de força específico no desempenho de nadadores velocistas treinados com parachute. **Rev. Bras. Ciênc. Esporte (Impr.)**, v. 32, n. 1, p. 217-227, 2010.

CHARGÉ, S.B.; RUDNICKI, M.A. Cellular and molecular regulation of muscle regeneration. **Physiol Rev.**, v.84, n.1, p.209-238, 2004.

CHATARD, J. C.; WILSON, B. Effect of fastskin suits on performance, drag, and energy cost of swimming. **Med Sci Sports Exerc**, 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.

COHEN J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. Hillsdale, NJ: 387 Erlbaum; 1988.

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

COSTILL, D. L.; MAGLISCHO, E. W.; RICHARDSON, A. B. **Natación: aspectos biológicos y mecánicos. Técnica entrenamiento. Tests, controles y aspectos médicos**. 3a ed. Barcelona: Hispano Europea, 2001.

DOMINGUEZ-CASTELLS, R.; ARELLANO, R. Effect of different loads on stroke and coordination parameters during freestyle semi-tethered swimming. **J Hum Kinet**, v. 32, p. 33-41, 2012.

FERNANDES, R.; BARBOSA, T.; VILAS-BOAS, J.P. Fatores cineantropométricos determinantes em natação pura desportiva. **Revista**

Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano. v. 4, n. 1, p. 67-79, 2002.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J.; EVANS, W. J. Strength and power training: physiological mechanisms of adaptation. **Exercise Sports Science Review**, v. 24, p.363-397, 1996.

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

GAUTIER, J.; BALY, L.; ZANONE, P.; WATIER, B. A Kinematic Study of Finswimming at Surface. **J Sports Sci Med**. vol. 3, n. 2, p. 91–95, 2004.

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.

GOURGOULIS, V.; AGGELOUSSIS, N.; VEZOS, N.; ANTONIOU, P.; MAVROMATIS, G. Hand Orientation in Hand Paddle Swimming. **International Journal of Sports Medicine**, n. 29, n. 5, p. 429-434, 2008.

GOURGOULIS, V.; ANTONIOU, P.; AGGELOUSSIS, N.; MAVRIDIS, G.; KASIMATIS, P.; VEZOS, N.; BOLI, A.; MAVROMATIS, G. Kinematic characteristics of the stroke and orientation of the hand during front crawl resisted swimming. **J Sports Sci**, v. 28, n. 11, p. 1165-73, 2010.

GOURGOULIS, V.; AGGELOUSSIS, N.; MAVRIDIS, G.; BOLI, A.; KASIMATIS, P.; VEZOS, N.; TOUBEKIS, A. ANTONIOU, P., MAVROMMATIS, G. Acute effect of front crawl sprint resisted swimming on the propulsive forces of the hand. **J Appl Biomech**, v. 29, n. 1, p. 98-104, 2013.

GOURGOULIS, V.; AGGELOUSSIS, N.; BOLI, A.; MICHALOPOULOU, M.; TOUBEKIS, A.; KASIMATIS, P.; VEZOS, N.; MAVRIDIS, G.; ANTONIOU, P.; MAVROMMATIS, G. Inter-arm coordination and intra-cyclic variation of the hip velocity during front crawl resisted swimming. **J Sports Med Phys Fitness**, v. 53, n. 6, p. 612-619, 2013.

HAKKINEN, K. Neuromuscular adaptation during Strength training, Aging, Detraining, and Immobilization. **Clinic Review Physiology Rehabilitation Medicine**, v. 6, n. 3, p.161-198, 1994.

HOLLANDER, A.P.; DE GROOT, G.; VAN INGEN SCHENAU, G.J.; TOUSSAINT, H.M.; DE BEST, H.; PEETERS, W.; MEULEMANS, A.; SCHREURS, A.W. Measurement of active drag forces during swimming. **Journal of Sports Sciences**, v. 4, n. 1, p. 21–30, 1986.

HOLLMAN, W.; HETTINGER, T. **Medicina do Esporte**. São Paulo: Manole, 1983.

HOPKINS, W. G. **A new view of statistics**. Disponível em <http://www.sportsci.org/resource/stats/2004>. Acesso em set 2008.

JUDGE, L. W.; MOREAU, C.; BURKE, J. R.; JUDGE, L. W.; MOREAU, C.; BURKE, J. R. Neural adaptations with sport-specific resistance training in highly skilled athletes. **J Sports Sci**, v. 21, n. 5, p. 419-427, 2003.

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' Univesité de Saint-Étienne, 2003. p. 343–348.

LYTTLE, A.D.; BLANKSBY, B. A.; ELLIOTT, B. C.; LLOYD, D. G. Optimal depth for streamlined gliding. In: Keskinen KL, Komi PV, Hollander AP, editors. **Biomechanics and Medicine in Swimming VIII**. Gummerus Printing; Jyvaskyla, p. 165–170, 1999.

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

KAWAKAMI, Y.; ABE, T; FUKUNAGA, T. Muscle-fiber pennation angles are greater in hypertrophied than in normal muscles. **Journal of Applied Physiology**. Bethesda, v. 74, p. 2740-2744, 1993.

KAWAKAMI, Y., ABE, T., KUNO, S. Y., FUKUNAGA, T. Training-induced changes in muscle architecture and specific tension. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v. 72, n. 1-2, p. 37-43, 1995.

KAWAMORI, N. *et al.* . Effects of weighted sled towing with heavy versus light load on sprint acceleration ability. **J Strength Cond Res**, v. 28, n. 10, p. 2738-45, 2014.

KELSO, J. A. S. Dynamic patterns: **The self-organization of brain and behaviour**. Cambridge, MA: MIT Press, 1995.

KJENDLIE, P. L.; STALLMAN, R. K. **Drag characteristics of competitive swimming children and adults**. *J Appl Biomech*, v. 24, n. 1, p.35-42, 2008.

KOLMOGOROV, S.V.; LYAPIN, S.H. Biomechanics of set unstationary active motion of biological objects in water environment. In:K. Keskinen, P. Komi, A. P. Hollander, editors. **Biomechanics and medicine in swimming VIII**, 1999, p. 119-124.

KUMAR, V.; ATHERTON, P.; SMITH, K.; RENNIE, M. J. Human muscle protein synthesis and breakdown during and after exercise. **J Appl Physiol**, v. 106, p. 2026–2039, 2009.

MAGLISCHO, E. W. **Swimming Ever Faster**. MontainView, CA: Mayfield publishing company, p. 363-388, 1993.

MAGLISCHO, E. W. **Nadando ainda mais rápido**. São Paulo: Manole, 1999.

MATOS, C. C.; BARBOSA, A. C.; CASTRO, F. A. S. The use of hand paddles and fins in front crawl: biomechanical and physiological responses. **Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum**, v. 15, n. 3, p. 382-392.

MASON, B.; PILCHER, A. The relationship of depth under the water to swim start and turn performance in freestyle events at the Sydney 2000 Olympic Games. In: **Book of Abstracts of the IXth Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming**, p. 116, 2002.

MCINTYRE E. E.; LANGRANA, N. A.; WEI, T.; VOORHEES, A. Velocity **profile in streamline swimming: drag quantification**. Summer Bioengineering Conference, Florida, p. 25-29, 2003.

MORITANI, T.; DE VRIES, H. A. Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. **American Journal Physiologic Medicine**, n.58, v. 3, p.115-130, 1979.

NEWELL, K. M. **Constraints on the development of coordination**. In M. G. Wade & H. T. A. Whiting (Eds.), *Motor development in children: Aspects of coordination and control*, p. 341-361, 1986.

POTDEVIN, F; BRIL, B; SIDNEY, M; PELAYO, P. Stroke frequency and arm coordination in front crawl swimming. **Int J Sports Med**, v. 27, n. 3, p. 193-198, 2006.

RUTHERFORD, O. M.; JONES D. A. The Role of Learning and Coordination in Strength Training. **European Journal of Applied Physiology**, v. 55, n. 1, p. 100-105, 1986.

SALE, D. G. Neural adaptations to resistance training. **Medical Science Sports Exercise**, v.20, n.5, p.135-143, 1988.

SANTOS, K. B. **Simetrias e assimetrias na força propulsiva durante o nado atado com e sem fadiga**. 2011. 87f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SCHNITZLER, C.; BRAZIER, T.; BUTTON, C.; SEIFERT, L.; CHOLLET, D. Effect of velocity and added resistance on selected coordination and force parameters in front crawl. **J Strength Cond Res**, v. 25, n. 10, p. 2681-90, 2011.

SEIFERT, L.; CHOLLET, D.; CHATARD JC. Kinematic changes during a 100-m front crawl: effects of performance level and gender. **Med Sci Sports Exerc**, v. 39, n. 10, p. 1784-1793, 2007.

SEIFERT, L. Inter-limb coordination in swimming. In: Kjendlie PL., Stallman RK, Cabri J, editors. **Biomechanics and Medicine in Swimming XI**. Oslo, Norway: Norwegian School of Sport Science, p. 35-9, 2010.

SEIFERT, L.; CHOLLET, D.; BARDY, B. G. Effect of swimming velocity on arm coordination in the front crawl: a dynamic analysis. **J Sports Sci**, v. 22, n. 7, p. 651-60, 2004.

SHAHBAZI, M. M.; BAHADORAN, M. R.; HOJJAT, S.A mechanical method for finding correlations between drag force and human anthropometrical measures in water.**European Journal of Scientific Research**, v. 22, n. 1, p.129-139, 2008.

SHARP, R. L.; COSTILL, D. L. Influence of body hair removal on physiological responses during breaststroke swimming. **Medicine and Science in Exercise and Sports**, v. 21, n. 5, p. 576-580, 1989.

TELLES, T.; BARBOSA, A. C.; CAMPOS, M. H.; JUNIOR, O. A. Effect of hand paddles and parachute on the index of coordination of competitive crawl-strokers. **J Sports Sci**, v. 29, n. 4, p. 431-8, 2011.

TELLES, T.; BARROSO, R.; BARBOSA, A. C.; SALGUEIRO, D. F.; COLANTONIO, E.; ANDRIES JÚNIOR, O. Effect of hand paddles and parachute on butterfly coordination. **J Sports Sci**, v. 33, n. 10, p. 1084-1092, 2015.

TOURNY-CHOLLET, C.; SEIFERT, L.; CHOLLET, D. Effect of Force Symmetry on Coordination in Crawl. **Int J Sports Med**, vol. 30, n. 1, p. 182-187, 2009.

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

TOUSSAINT, H.M; HOLLANDER, P.; BERG VAN DER, C.; VORONTSOV, A. Mechanics and energetic of swimming. In: **Medical Encyclopedia Exercise and Sport Science**, Chapter: Biomechanics of Swimming, Publisher: Philadelphia, Lippincott, Williams & Wilkins, Editors: Garret W.E., Kirkendall D.T., 2000, p.639-660.

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.

VILAS-BOAS, J. P. Bases mecânicas da natação. In: R. Fernandes, J. V. Santos Silva e J. P. Vilas-Boas (eds.), **Natação: vivências específicas e conhecimentos teóricos básicos**. Colectânea de textos, AE FCDEF-UP. Porto, pp. 281-352, 1997.

VORONTOV, A. R.; RUMYANTSEV, V. A. Forças resistivas na natação. In: ZATSIORSKY, V. M. **Biomecânica no esporte – Performance do desempenho e prevenção de lesão**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004a.p.143-158.

VORONTOV, A. R.; RUMYANTSEV, V. A. Forças propulsivas na natação. In: ZATSIORSKY, V. M. **Biomecânica no esporte – Performance do desempenho e prevenção de lesão**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004b. p. 159-178.

WEINECK, J. **Biologia do Esporte**. São Paulo: Manole, 1991.

9. ANEXOS

ANEXO 1

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu _____, aceito participar da pesquisa: **“COORDENAÇÃO DO NADO CRAWL EM NADADORES COMPETITIVOS USANDO DIFERENTES TAMANHOS DE PARACHUTES”**, que irá realizar alguns testes divididos em 4 etapas: 1º - Nado crawl em deslocamento sem equipamentos; 2º - Nado crawl com parachute de 100 cm²; 3º - Nado crawl com parachute de 400 cm²; 4º - Nado crawl com parachute de 900cm².

Todas as etapas serão filmadas. Para isso fui informado e estou ciente de que: O Índice de Coordenação (IdC) é obtido de acordo com o padrão técnico da braçada do nadador em questão. O tempo de duração tem a fase aérea e as fases submersas, são exemplos de medidas por ele fornecidas. Além disso, informa o modelo de braçada, deslizamento, oposição ou sobreposição.

Desta forma o objetivo do estudo será verificar as alterações na coordenação do nado livre durante o nado com parachute usando diferentes tamanhos. A partir do desenvolvimento deste trabalho será possível detalhar as alterações coordenativas do nado crawl, com o uso de diferentes tamanhos de parachute.

Participarei dos testes, que serão filmados sendo meus dados, minha privacidade e identidade mantida em sigilo, mesmo que os resultados da pesquisa sejam utilizados em apresentações e publicações futuras, contribuindo para a pesquisa, meus dados serão importantes para relatar as diferenças técnicas na braçada, utilizando parachutes.

Na literatura os estudos específicos sobre este tema são escassos, com isto, este trabalho se mostra de grande valor para os profissionais da área esportiva, que poderão ampliar seus conhecimentos sobre este quadro técnico e a influência dos parachutes sobre ele.

Não receberei nenhum tipo de remuneração e não terei nenhum tipo de gasto ao participar desta pesquisa.

Caso não me sentir à vontade, terei a opção de não participar da pesquisa sem penalização ou prejuízo à minha pessoa

Em caso de qualquer esclarecimento ou dúvidas poderei entrar em contato com o pesquisador pelo telefone (19) 98171-8899 (Diego Fortes de Souza Salgueiro) ou pelo e-mail diegosalgueiro@gmail.com; ou então com o comitê de ética pelo telefone (19) 35218936 ou através do e-mail cep@fcm.unicamp.br

Ao assinar este termo, juntamente com o pesquisador farei em duas vias, sendo que uma cópia ficará comigo e a outra com o pesquisador.

Campinas, _____ de _____ de _____

Voluntário

Diego Fortes de Souza Salgueiro
Pesquisador

Prof. Dr. OrivalAndries Junior
Orientador

ANEXO 2

PARECER 522.888/2014

Dados do Projeto de Pesquisa			
<p>Título da Pesquisa: ALTERAÇÕES NA COORDENAÇÃO DO NADO LIVRE DURANTE O NADO RESISTIDO COM PARACHUTE USANDO DIFERENTES TAMANHOS Pesquisador: DIEGO FORTES DE SOUZA SALGUEIRO Área Temática: Versão: 2 CAAE: 22955213.0.0000.5404 Submetido em: 23/01/2014 Instituição Proponente: Faculdade de Educação Física Situação: Aprovado Localização atual do Projeto: Pesquisador Responsável Patrocinador Principal: Financiamento Próprio</p>			
Documentos Postados do Projeto			
Tipo Documento	Situação	Arquivo	Postagem
Parecer Consubstanciado do CEP	A	 PB_PARECER_CONSUBSTANCIADO_CEP_522888.pdf	06/02/2014 11:55:44
Informações Básicas do Projeto	A	 PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_229552.pdf	23/01/2014 12:19:16
Interface REBEC	A	 PB_XML_INTERFACE_REBEC.xml	23/01/2014 12:19:16
Projeto Detalhado	A	 Projeto Detalhado.pdf	23/01/2014 12:17:58
Outros	A	 Termo de Autorização para Pesquisa.pdf	13/11/2013 10:24:22
TCLE - Modelo de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	A	 Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.pdf	13/11/2013 10:23:31
Folha de Rosto	A	 Folha de Rosto.pdf	17/10/2013 10:56:14
Listar Todos »			

Tramitação:				
CEP Trâmite	Situação	Data Trâmite	Parecer	Informações
Comitê de Ética em Pesquisa da Unicamp - Campus Campinas	Submetido para avaliação do CEP	17/10/2013		
Comitê de Ética em Pesquisa da Unicamp - Campus Campinas	Rejeição do PP	04/11/2013		DEVOLUÇÃO: - Apresentar autorização com assinatura. Ver mais>>
Comitê de Ética em Pesquisa da Unicamp - Campus Campinas	Submetido para avaliação do CEP	13/11/2013		
Comitê de Ética em Pesquisa da Unicamp - Campus Campinas	Aceitação do PP	02/12/2013		
Comitê de Ética em Pesquisa da Unicamp - Campus Campinas	Parecer liberado	18/01/2014		
Comitê de Ética em Pesquisa da Unicamp - Campus Campinas	Submetido para avaliação do CEP	23/01/2014		
Comitê de Ética em Pesquisa da Unicamp - Campus Campinas	Aceitação do PP	28/01/2014		
Comitê de Ética em Pesquisa da Unicamp - Campus Campinas	Parecer liberado	06/02/2014		