

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
**ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE**

**O nado de atletas de águas abertas: características do desempenho e da  
organização temporal das braçadas**

**Fabício Madureira Barbosa**

**São Paulo**

2016

**FABRÍCIO MADUREIRA BARBOSA**

**O nado de atletas de águas abertas: características do desempenho e da  
organização temporal das braçadas**

Tese apresentada à Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, como requisito para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Área de concentração: Pedagogia do Movimento Humano

Orientador: Profa. Dra. Andrea Michele Freudenheim

Versão Corrigida

**São Paulo**

**2016**

Catálogo da Publicação  
Serviço de Biblioteca  
Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo

Barbosa, Fabrício Madureira

O nado de atletas de águas abertas: características do desempenho e da organização temporal de braçadas / Fabrício Madureira Barbosa. – São Paulo : [s.n.], 2016. 50p.

Tese (Doutorado) - Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.  
Orientadora: Profa. Dra. Andrea Michele Freudenheim.

1. Natação 2. Desempenho motor 3. Habilidades motoras (Educação Física) I. Título.

## FOLHA DE APROVAÇÃO

**Autor:** MADUREIRA, Fabrício Barbosa.

**Título:** O nado de atletas de águas abertas: características do desempenho e da organização temporal das braçadas

Tese apresentada à Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ciências.

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

### Banca Examinadora

Prof. Dr.: \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Julgamento: \_\_\_\_\_

## Agradecimentos

Inicialmente gostaria de agradecer a minha orientadora Andrea Michele Freudenheim, sem nenhuma dúvida na ausência dela, não chegaria aqui neste momento. Uma inspiração intelectual e exemplo de mulher batalhadora, em todos os sentidos, que em meus momentos de dúvidas soube de forma muito especial ser por vezes acolhedora e em outras, sinceramente determinista.

Quero agradecer a todos os integrantes do LACOM, que por durante estes mais de dez anos me permitiram viver explosões de ideias e reflexões advindas de cada um dos debates lá gerados. Em especial Go Tani, por todo o seu exemplo de liderança e conhecimento que é compartilhado a todo o momento seja em aulas, bancas de dissertações e teses, cursos e até almoços. Umberto Corrêa, por sua intensidade de ver as coisas que o cercam que quando somadas aos prazos, o tornam uma máquina genial de estímulos a todos. Luciano Basso, com sua receptividade, atenção e reflexões valiosíssimas.

Alguns inspiradores do tempo, que me permitiram chegar até aqui com suas palavras, ações e conselhos, entre eles Emilson Colantônio, Marcello Arias Danucalov, Dilmar Pinto Guedes Junior e Juliana Bayeux Dascal.

Aos parceiros do dia a dia, e me orgulho de serem muitos, que contribuíram decisivamente para que este trabalho chegasse onde chegou, entre eles Claudio Scorcine, Rodrigo Pereira, Matheus Nascimento, Leônidas Mendes e toda a equipe *Magic Team*.

Meus parceiros da vida Cassia Campi, responsável direta pelo primeiro passo dado na formação acadêmica e por toda paciência e auxílio na concretização deste sonho e os meus sempre pequeninos Jonathan e Enzo.

Minha família, Marli Ferreira Madureira (mãe) e Armando Madureira (pai), por possibilitarem todos os recursos, físicos e emocionais na minha modelação, mesmo vivendo dificuldades extraordinárias, nunca deixaram de inspirar e motivar. Aos *brothers* Nicolás Madureira, Giuliano Madureira e Alexander Madureira (in memoriam) que com suas ações, perto ou distantes, se mantém intensos em minha vida.

## RESUMO

MADUREIRA, F. B. **O nado de atletas de águas abertas: características do desempenho e da organização temporal das braçadas.** 2016. 50 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2016.

A natação de águas abertas tem registrado aumento no número de competições e participantes em todo mundo. Acompanhando esta tendência têm sido desenvolvidos estudos para identificar as características físicas e as respostas fisiológicas dos atletas neste tipo de prova. Entretanto, são escassos estudos ao nível de análise comportamental, principalmente, em condições reais de distância e meio ambiente (mar). Foi objetivo deste estudo investigar as características de desempenho e da organização temporal das braçadas de nadadores de águas abertas. Mais especificamente, conhecer quais recursos os atletas de águas abertas lançam mão para atingir sua meta de vencer um percurso no mar no menor tempo possível. A amostra foi constituída por 23 atletas, com média de idade de 26,4(±3,2) anos. A tarefa foi nadar um trajeto de 1500 metros em forma de um circuito em mar aberto. Para a captação das variáveis relacionadas ao desempenho utilizou-se um GPS (Garmin modelo Fênix 3) e um cronômetro (FINIS modelo Accusplit Eagle AX602). O registro das imagens para captação dos dados relacionados à descrição da organização temporal das braçadas ocorreu em três pontos do trajeto: início (I) - 20 a 40 metros, meio (M) - 800 a 820 metros e final (F) - 1450 a 1470 metros. Foi utilizada uma filmadora (Nikon Coolpix S5300) afixada à embarcação. O software Kinovea 8.20 permitiu a análise quadro a quadro das braçadas. Foram consideradas variáveis dependentes relacionadas ao desempenho (tempo, velocidade e distância total percorrida, bem como, a frequência de braçadas em cada um dos três pontos do trajeto); aos aspectos variantes das braçadas (tempo total do ciclo, das braçadas, das fases aérea e aquática) e aos aspectos invariantes das braçadas (timing relativo das fases aérea e aquática e sua variabilidade). A análise de variância de medidas repetidas foi usada para comparar os três momentos da tarefa (I, M e F) para todas as variáveis, e a correlação de *Pearson* para analisar a magnitude das relações entre as variáveis de desempenho, enquanto o teste t de *Student* para medidas pareadas foi utilizado para comparar as possíveis diferenças entre os braços direito e esquerdo para cada um dos momentos e determinou-se como significância estatística  $\alpha \leq 0,05$ . Em relação ao desempenho, os resultados indicaram que os nadadores fizeram uso de frequência de braçada (Fb) diferente para os três momentos, sendo maior no I quando comparada ao M e F, e no M, menor que em F; estas mudanças foram acompanhadas por ajustes nos aspectos variantes como o tempo total do ciclo, das braçadas e das fases aérea e aquática. Ainda, nos três momentos os nadadores apresentaram simetria temporal entre as braçadas dos dois braços, apesar de as diferenças serem evidenciadas entre as fases das braçadas quando comparados os braços. Com relação aos aspectos invariantes detectou-se mudança do padrão de I para M e F da tarefa, sendo que em M e F os atletas utilizaram a mesma estrutura temporal. Quanto à variabilidade dos aspectos variantes e invariantes para as braçadas e as fases das braçadas, observou-se diminuição da magnitude ao longo da tarefa sendo que o braço esquerdo apresentou nos três momentos maior variabilidade que o direito. Assim, diante dos resultados, concluiu-se que os recursos utilizados por nadadores habilidosos para nadar em ambiente pouco estável, em condições reais de distância e meio ambiente (mar) compreendem a alteração do desempenho (Fb) associado a ajustes nos aspectos

variantes, concomitantemente à alteração dos aspectos invariantes das braçadas, em função do momento da tarefa.

Palavras-chave: Natação. Natação de águas abertas. Comportamento motor.

## ABSTRACT

MADUREIRA, F. B. **Swimming stroke of open water athletes: characteristics of performance and temporal organization of the stroke.** 2016 50 f. Thesis (Doctorate in Science) - School of Physical Education and Sports, University of São Paulo, São Paulo. 2016.

Open water swimming has had an increasing number of competitions and participants worldwide. Following this trend, research efforts have been made to identify the physical and physiological responses of athletes in this type of race. However, only a few studies have focused on the behavioral analysis, particularly those based on real distance and environment (sea) situations. This study aims to investigate the characteristics of performance and temporal organization of the stroke of open water swimmers. More specifically, to find out which resources open water athletes can draw on to achieve their goal of swimming their way through a sea race as fast as possible. The sample consisted of 23 athletes, with a mean age of 26.4 ( $\pm 3.2$ ) years. Their task was to swim a 1.5-kilometer open water circuit. A GPS (Garmin Fenix 3) and a stopwatch (Accusplit AX602) were used to collect performance-related variables. Images describing the temporal organization of the stroke were captured at three different time-points: beginning (B) 20-40 meters, middle (M) 800-820 meters and end (E) 1450-1470 meters of the course. A Nikon Coolpix S5300 camera attached to the boat was also used. Kinovea software (0.8.20 version) allowed for frame-by-frame analysis of the swimming stroke. Dependent variables related to performance (time, speed, total distance completed, as well as the stroke rates in each of the three time-points in the course); variant aspects of swimming strokes (total time of cycle, total time of strokes, recovery [out of water] and pull-through [in the water] phases) and non-variant aspects of the swimming stroke (relative timing of recovery and pull-through phases and its variability) were considered. Repeated measures analysis of variance was used to compare the three time-points of the task (B, M and E) for all variables. Pearson correlation was used to assess the magnitude of the relationship between performance variables, while Student's t test for paired samples was used to compare the possible differences between the right and left arms at each time-point at  $\alpha \leq 0,05$ . As for performance, the results indicated that swimmers made use of stroke rate (Sr) for the three different time-points, which were higher during B compared to M and E, and during M, lower than B and E; these changes were followed by adjustments in the variant aspects such as the total time of cycle, stroke and recovery and pull-through phases. In addition, at the three time-points of collect, swimmers had a temporal symmetry between the strokes of both arms, even though differences were observed between the phases of the stroke when arms were compared against each other. Regarding the non-variant aspects, a change in pattern was detected between B towards M and E of the task, while at M and E time-points athletes used the same temporal structure. Regarding the variability between variant and non-variant aspects for strokes and stroke phases, there was a decrease in magnitude through the task course. The left arm showed greater variability at the three time-points compared to the right arm.

Therefore, in view of the results, it can be concluded that the resources used by skilled swimmers when swimming in a unstable environment, real conditions of distance and environment (sea) comprise change in performance (Sf) associated with adjustments to variant aspects and of non-variant aspects of the stroke, simultaneously, depending on the moment of the task.

Keywords: swimming. Open water swimming. Motor behavior.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>QUADRO 1-</b>	Condições ambientais em provas realizadas na piscina e em águas abertas	21
<b>FIGURA 1 -</b>	Distribuição do percurso de 1500 metros com identificação dos pontos de coletas de dados.	26
<b>FIGURA 2 -</b>	Atleta que realizou o percurso na distância de 1520 metros	31
<b>FIGURA 3 -</b>	Atleta que realizou o percurso na distância de 1630 metros	31

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1 -</b>	Desempenho de nadadores de águas abertas em uma simulação de prova para a distância de 1500 metros.	31
<b>TABELA 2 -</b>	Frequência de braçadas médias (Fbm) e diferença relativa entre os três momentos ( $\Delta\%$ ) de uma simulação de prova marítima para a distância de 1500 metros.	32
<b>TABELA 3 -</b>	Magnitude das correlações entre as variáveis de desempenho tempo total em segundos (Seg), distância total percorrida (Dist), frequência média de braçadas para o início (FbI), meio (FbM) e final da prova (FbF) e velocidade média para completar o percurso (Vm).	32
<b>TABELA 4 -</b>	Descrição em milissegundos do comportamento temporal (aspectos variantes) de ambos os braços nas duas fases da braçada para os três momentos da tarefa.	34
<b>TABELA 5 -</b>	Magnitude das mudanças relativas do comportamento temporal (aspectos variantes) de ambos os braços nas duas fases da braçada para os três momentos da tarefa.	36
<b>TABELA 6 -</b>	Variabilidade nas características variantes em três braçadas de ambos os braços nas duas fases da braçada para os três momentos da tarefa.	37
<b>TABELA 7 -</b>	Descrição do timing relativo (% dos aspectos invariantes) das braçadas de ambos os braços, para os três momentos da tarefa.	39
<b>TABELA 8 -</b>	Variabilidade dos aspectos invariantes (%) em três ciclos de braçadas, para ambos os braços, nos três momentos da tarefa.	40

# 1 INTRODUÇÃO

Há décadas que a natação de águas abertas é uma prova que compõe competições de triathlon (natação, ciclismo e corrida), duathlon (corrida, natação e corrida) e aquathlon (natação e corrida). Mas, a prova específica desta modalidade é caracterizada por ser realizada em ambientes de forte interação com a natureza, portanto, rios, lagos e praias, com trajetos variando entre o deslocamento de dois pontos extremos ou em forma de circuito, onde a largada e a chegada são realizadas no mesmo local. Outros fatores que caracterizam este tipo de prova natatória são o início que é realizado com largada de dezenas de atletas ladeados, a não delimitação de espaço; sua longa duração; o atleta não poder fazer uso de recurso tecnológico ou extra corporal que determine seu ritmo ou trajetória; e o final da prova, em que os atletas têm sua trajetória afunilada, nos últimos 100 a 200 metros para o toque na bóia, que sinaliza a chegada.

A prova de águas abertas foi incluída no programa da Federação Internacional de Natação (FINA) somente em 1991, tendo a primeira competição sido realizada em Perth (AUS), na distância de 25 km para homens e mulheres. Desde então a modalidade tem evoluído no cenário mundial: em 1998 (Perth, AUS), a prova na distância de 5 km foi adicionada ao programa de competições; em 2000, ocorreu a primeira edição do Campeonato Mundial de Águas Abertas (Honolulu, USA); e, em 2001 (Fukuoka, JP), as provas de 5 km, 10 km e 25 km para ambos os gêneros foram oficializadas no calendário internacional de disputas (FINA, 2014). Em reconhecimento ao aumento de sua importância no cenário mundial, em 2008, nos jogos Olímpicos de Beijing, a prova de 10 km para homens e mulheres foi inserida no programa oficial e em 2016, será realizada no Brasil, na praia de Copacabana no Rio de Janeiro. Esta ascensão da modalidade tem resultado em crescente aumento de competições e envolvimento de atletas (VANHEEST, MAHONEY, HERR, 2004; SAMIRA, 2011; EICHENBERGER, KNECHTLE, KNECHTLE, RÜST, ROSEMAN, LEPERS, 2012; COX, 2013; LUNT, HINGLEY, 2013). Especificamente, o estado de São Paulo possui hoje, duas das melhores atletas de águas abertas do mundo, e é sede de uma das etapas do campeonato mundial da modalidade.

Acompanha este crescimento o empenho acadêmico para conhecer o comportamento de nadadores de águas abertas em variáveis como tolerância à hipotermia (BRANNIGAN, ROGERS, JACOBS, MONTGOMERY, WILLIAMS, KHANGURE, 2009; CASTRO, MENDES, NOBREGA, 2009; DULAC, QUIRION,

DECARUFEL, LEBLANC, JOBIN, CÔTE, BRISSON, LAVOIE, DIAMOND, 1987; GERRARD, 1999; KEATINGE, KHARTCHENKO, LANDO, 2001); bem como à hipertermia (MACALUSO, BARONE, ISAACS, FARINA, MORICI, DI FELICE, 2013); controle do gasto energético (KARAMOUZIS, KARAMOUZIS, VRABAS, CHRISTOULAS, KYRIAZIS, GIANNOULIS, MANDROUKAS, 2002; ZAMPARO, BONIFAZI, FAINA, MILAN, SARDELLA, SCHENA, CAPELLI, 2005); utilização do *drafting* (CHATARD, WILSON, 2003; JANSSEN, WILSON, TOUSSAINT, 2009); uso de *wet suit* (HUE, BENAVENTE, CHOLLET, 2003; PERRIER, MONTEIL, 2004); e, método de treino (CALA, CEJUELA-ANTA, 2011; MEDEIROS, RODRIGUES, SOUZA JUNIOR, MADUREIRA, 2007; SAMIRA, 2011).

Recentemente, têm sido desenvolvidos estudos investigando o desempenho, no que diz respeito ao tempo total gasto pelos atletas para completar diferentes distâncias de nado. Os trabalhos de Eichenberger et al. (2012) e Fischer, Knechtle, Rüst e Rosemann (2013) analisaram o tempo total, a idade e o gênero de mais de 1500 atletas que completaram o Canal da Mancha entre os anos de 1875 e 2011. Em relação ao tempo para completar a prova (tempo total), os resultados apontam para a ausência de melhora e manutenção da diferença de 12% entre gêneros ao longo dos anos e de 9% quando se analisam os três melhores desempenhos nas diferentes provas. Com relação às idades os autores identificaram sucessos expressivos, em termos de desempenho, para atletas mulheres entre 21 a 25 anos e para homens entre 23 a 27 anos de idade. No estudo de Vogt, Rüst, Rosemann, Lepers e Knechtle (2013), foram investigados 2591 nadadores que participaram entre os anos de 2008 a 2012 das provas oficiais de 10 km do campeonato mundial. Os resultados revelaram que, também nesta prova, o tempo total para completar a distância permaneceu estável nos últimos 4 anos, e que os atletas completaram a distância em velocidades de 1,35 a 1,45 m/s com diferença entre o desempenho final para os gêneros de 6,8%. Zingg, Rüst, Rosemann, Leppers e Knechtle (2014) compararam o tempo total dos atletas nas provas de 5, 10 e 25 km em função do gênero, nos últimos 12 anos das etapas dos campeonatos mundiais. Os resultados também apontam para a manutenção do tempo total, exceção para a prova de 5 km, no gênero feminino, na qual as atletas apresentaram aumento da velocidade de nado de 4,8 para 5,2 km/h ainda, os autores detectaram que os atletas que atingiam os melhores desempenhos encontravam-se na faixa etária de 22 e 24 anos e entre 25 e 28 anos, respectivamente, para os gêneros feminino e masculino.

Em síntese, os estudos indicam diferenças de 6 a 12% entre os gêneros, sugerem estimativas para as idades dos melhores atletas, sendo 23 anos para mulheres e de 25 a 27 anos para os homens e, principalmente, apontam pouca evolução no tempo total dos nadadores, sejam homens ou mulheres, ao longo das últimas décadas.

Como os estudos se centraram nos fatores fisiológicos (gasto calórico, hipotermia, *drafting* e *wet suit*) bem como em aspectos de desempenho (velocidade de deslocamento), idade e comparação entre gêneros, ainda são limitados os conhecimentos sobre o comportamento do nadar destes atletas de natação em águas abertas. Portanto, o desempenho e sua associação a variáveis relacionadas à organização temporal das braçadas, em momentos distintos da prova (início, meio e fim), permanecem desconhecidos. Sendo assim, o objetivo da presente tese foi investigar as características do desempenho e da organização temporal das braçadas de nadadores de águas abertas, em condições reais de prova no que diz respeito ao ambiente, à distância e aos três momentos particulares da mesma.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 O NADAR HABILIDOSO

Ao observar indivíduos habilidosos nadando, parece que eles repetem movimentos idênticos. Esta aparente repetição chama mais a atenção em provas de longa duração, realizadas em piscina (1500 metros, por exemplo). Entretanto, a água é uma substância fluida, que se modifica a cada ação realizada pelos atletas. Desta forma, apesar destes nadadores realizarem movimentos aparentemente idênticos eles estão se adaptando às características de um ambiente em constante mudança, devido a alterações na água criadas pelo corpo do atleta e de seus adversários quando se deslocam, ou seja, pelo ambiente em que nadam.

Há décadas estudos são desenvolvidos para conhecer os aspectos determinantes do desempenho de nadadores habilidosos. Mas somente a partir do início deste século que pesquisadores, principalmente do campo da biomecânica, têm desenvolvido estudos com objetivo de investigar alterações das ações motoras frente a diferentes condições de nado. Em particular, Chollet e colegas (CHOLLET, CHARLIES, CHATARD, 2000) surpreenderam ao revelar que nadadores de diferentes níveis de desempenho, frente à solicitação de nadarem em velocidades máximas distintas - correspondentes as provas nas distâncias de 800, 100 e 50 metros - apresentavam comportamentos de braçadas diferentes. Os nadadores com melhores desempenhos utilizaram padrões distintos de sincronização entre os braços para a simulação de diferentes distâncias de nado. Já os nadadores com desempenhos comparativamente inferiores fizeram uso de apenas um padrão de sincronização nas diferentes situações experimentais. Estudos nesta linha de investigação têm revelado - em simulações de velocidades em nado de piscina - a influência, entre outros aspectos, do nível de desempenho dos atletas, do padrão de respiração, da distância de nado, da especialidade dos atletas (velocista, meio-fundo e fundista) e dos momentos da prova (início, meio e final), na organização temporal das braçadas.

Seifert, Boulesteix e Chollet (2004), por exemplo, investigaram dois grupos de nadadores de elite, apresentando desempenhos distintos, para a velocidade do nado crawl na distância de 3 km. A tarefa compreendeu nadar sete distâncias, que variavam entre 50 e 800 metros, a serem completadas em velocidade máxima, a fim de detectar o padrão de sincronização entre os braços. Os resultados apontaram que nadadores mais

habilidosos, independentemente do gênero, possuem maior capacidade de ajustar o padrão de coordenação entre os braços em função da distância. Nas metragens mais curtas predominou a coordenação por oposição e nas mais longas, a de deslizamento. Os resultados deste experimento indicam que nadadores em níveis de desempenhos distintos apresentam comportamentos diferentes, quando expostos a velocidades que simulam diferentes distâncias.

Lerda, Cardelli e Chollet (2001) investigaram o comportamento da respiração de nadadores de diferentes níveis de desempenho para o nado crawl durante a realização de diferentes velocidades máximas para a simulação de distâncias, como por exemplo, 100 e 800 metros em piscina fazendo uso da respiração em todos os ciclos de braçadas. Os resultados mostraram que somente os nadadores com desempenho melhor modificaram o seu padrão de respiração (inspiração, expiração e apneia). Na simulação de velocidade para a distância mais longa quando comparada à distância mais curta, os tempos de apneia e inspiração aumentaram e o tempo de expiração diminuiu. Assim, neste estudo evidenciou-se a capacidade de atletas com melhor desempenho de ajustar o padrão de respiração à restrição da velocidade de nado em função da distância a ser nadada.

Os estudos supracitados caracterizam mudanças nos comportamentos da braçada e da respiração dos nadadores frente a simulações de velocidade para nadar diferentes distâncias. Como a distância a ser percorrida é uma variável central no comportamento do nadar habilidoso, a seguir serão apresentados em destaque os estudos realizados sobre essa variável.

### 2.1.1 O NADO FRENTE A DIFERENTES DISTÂNCIAS

No início deste século um grupo de pesquisadores franceses liderou um conjunto de estudos cujo objetivo foi investigar alterações biomecânicas dos nados frente a diferentes tipos de restrições. Em particular, o estudo de Chollet et al. (2000) deu início a uma sequência de experimentos, principalmente em razão de os autores terem descoberto que nadadores de nível de habilidade distintos fazem uso de padrões distintos de sincronização entre os braços, ao executarem simulações de diferentes velocidades máximas para as distâncias de 800 metros, 100 metros e 50 metros. Em nadadores para a velocidade de deslocamento em 800 metros, a coordenação encontrada foi a de deslizamento (em um momento do ciclo de braçadas nenhum dos braços realiza ação propulsiva). Entretanto, os nadadores do grupo mais habilidoso (G1), modificaram

seu padrão de sincronização entre os braços para as velocidades de deslocamento em 100 e 50 metros, adotando o padrão de sincronização por oposição (ao término da ação propulsiva de um braço, inicia-se a ação propulsiva do outro), o que não ocorreu no grupo de nadadores menos habilidosos (G3). Ainda, com o aumento da velocidade de nado, em função das menores distâncias a serem percorridas, o G1 aumentou mais o tempo relativo das fases propulsivas (40%) do que o G3 (24%). Finalmente, somente o G1 foi capaz de, com o aumento da velocidade, diminuir o comprimento relativo da fase de recuperação. Para os autores, essas modificações no padrão de sincronização permitem ao nadador hábil aproveitar mais os longos períodos de aplicação de força propulsiva. Este estudo desencadeou o interesse em conhecer os ajustes e mudanças no comportamento motor do nadar de indivíduos habilidosos, frente a condições que simulavam diferentes distâncias de deslocamento.

Seifert, Chollet e Rouard (2007) analisaram o comportamento da braçada de quarenta e dois nadadores (15 homens de elite, 12 mulheres de elite e 15 atletas de nível intermediário) ao simularem em 25 metros, velocidades para as seguintes distâncias: 1500, 800, 400, 200, 100 e 50 metros, usando o nado crawl. Os resultados mostraram que os três grupos apresentaram adaptação similar às restrições de velocidade. Especificamente, os autores detectaram a existência de um ponto crítico para a emergência de um novo padrão de nado, que foi apontado como a velocidade para nadar a distância de 200 metros em uma frequência de braçadas próxima a 40 ciclos por minuto. Para os autores, o padrão de sobreposição emerge nesta distância em virtude do aumento da resistência frontal gerada pelo aumento da velocidade de deslocamento.

Um estudo diferenciado sobre o nadar habilidoso foi desenvolvido por Alberty, Potdevin, Dekerle, Pelayo, Gorce e Sidney (2008) no qual investigaram mudanças nas técnicas do nado crawl quando atletas foram submetidos a testes de simulação da distância de nado. O diferencial foi que o delineamento experimental induzia os atletas a nadar até a exaustão. Dez nadadores de nível nacional executaram a distância de 400 metros em velocidade máxima. Em seguida foram submetidos à execução de 2 séries de simulação da velocidade do nado de 400 metros em três condições que foram: 95%, 100% e 110% da velocidade máxima. A primeira série os nadadores realizaram sem restrições adicionais, já na segunda série foram inseridas restrições de frequência das braçadas para as três condições de velocidade. Foram analisadas as variáveis frequências e comprimento das braçadas, a duração relativa das fases da braçada a cada ciclo e a coordenação entre os braços. Os autores identificaram

que na série livre, o cansaço induzia o aumento da frequência de braçadas e diminuição do comprimento das mesmas. Concomitantemente, os atletas realizavam modificações temporais relativas das fases não propulsivas a favor das fases de propulsão. Desta forma, os nadadores mudaram seu padrão de coordenação dos braços quando cansados chegando perto do padrão de oposição, o que os autores denominaram de mecanismos compensatórios para a manutenção da velocidade. Resultados semelhantes foram encontrados no estudo de Albery, Potdevin, Dekerle, Pelayo e Sidney (2011), ratificando o efeito da exaustão sobre o comportamento do nado.

Por sua vez, Figueiredo et al. (2010) investigaram a coordenação entre os braços para a distância de 200 metros em esforço máximo. Como medidas utilizaram um ciclo de braçada, sem ocorrência da respiração para ser digitalizado e analisado em relação às diferentes fases da braçada e calcularam o índice de coordenação a cada 50 metros da distância total. Os resultados mostraram que, com o aumento da distância percorrida, os nadadores diminuíram a velocidade de deslocamento e o comprimento das braçadas, além disso, produziram modificações no aumento da duração relativa das fases de propulsão e diminuição das fases não propulsivas, o que induziu um aumento no índice de coordenação.

Já, Schnitzler, Seifert e Chollet (2011) investigaram a coordenação temporal entre as braçadas e a duração das fases propulsivas em atletas de diferentes níveis de performance para a distância de 400 metros. Dezesesseis nadadores constituíram dois grupos baseados na sua performance. Todos os participantes executaram a distância de 400 metros de crawl em velocidade máxima. Os resultados indicaram que nadadores mais habilidosos possuíam maiores comprimentos de braçadas e menores percentuais de tempo nas fases propulsivas do nado, especificamente durante a segunda varredura propulsiva, combinados com um maior tempo relativo na fase não propulsiva, quando comparados a atletas menos habilidosos, independente da altura dos mesmos. Os resultados parecem contrariar os achados de Chollet, et al. (2000) e de Seifert et al. (2004) os quais observaram que os nadadores, para a distância em questão, apresentavam maior tempo relativo nas fases propulsivas da braçada. Os autores ressaltam que a discrepância dos resultados pode ser devido a diferença de delineamento: protocolos que utilizam velocidade máxima de simulação de distância não levam em conta o esforço dos atletas, suas estratégias e os possíveis ajustes no comportamento do nado que emergem em distâncias reais de nado.

Em suma, o conjunto dos estudos mostra que nadadores habilidosos fazem uso de diferentes padrões temporais de braçada ao nadar simulações de distâncias distintas. Entretanto, a maioria deles utiliza delineamentos compreendendo o nadar em velocidade máxima simulada em relação às distâncias de prova. Sendo a distância percorrida fator decisivo à validade ecológica do nadar, este delineamento pode ter afetado seus resultados.

Assim, considerando que atletas realizam ajustes no comportamento do nadar frente a diferentes restrições da tarefa para maximizar a eficiência da performance há necessidade de mais estudos, especificamente, que envolvam situações caracterizadas por alta validade ecológica, por exemplo, utilizando a distância real da prova.

Os estudos até aqui apresentados mostraram que os atletas com melhor desempenho são aqueles capazes de realizar ajustes diante de diferentes restrições da tarefa (flexibilidade motora). Entretanto, comportamentos habilidosos são caracterizados concomitantemente pela consistência e flexibilidade da ação motora (CONNOLLY, 1977; GLENCROSS, 1980). A seguir serão apresentados estudos que envolvem esta perspectiva de investigação do nadar.

### 2.1.2 CONSISTÊNCIA E FLEXIBILIDADE DO NADAR

Um conjunto de estudos tem indicado que indivíduos habilidosos no nado crawl sejam eles crianças, adolescentes, masters ou atletas de elite nacional, apresentam consistência e flexibilidade no comportamento. Em relação à organização da braçada do nado crawl, o percentual do tempo nas fases aérea e aquática das braçadas direita e esquerda e sua variabilidade têm sido propostas por Freudenheim, Basso Xavier Filho, Silva, Madureira e Manoel (2005), como medidas de aspectos invariantes, ou seja, que correspondem a macro estrutura da habilidade (i.e. nível macro da representação mental da habilidade). Por sua vez, o tempo total de execução de cada componente da braçada tem sido proposto como medida de aspecto variante, que corresponde a micro estrutura da habilidade (i.e. nível micro da representação mental da habilidade) (FREUDENHEIM et al., 2005). Portanto no nadar, as medidas do tempo total de ambos os braços, bem como o tempo do ciclo de braçadas evidenciam os ajustes paramétricos da habilidade; por sua vez, a magnitude da variância das medidas citadas permite analisar a variabilidade da execução referente à sua estrutura – aspectos invariantes - e parâmetros – aspectos variantes (FREUDENHEIM et al., 2005).

Por exemplo, no contexto da proposta do programa de ação organizado hierarquicamente (MANOEL, BASSO, CORRÊA, TANI, 2002; MANOEL, CONNOLLY, 1995, 1997; TANI, 1995, 2005), Madureira (2006) ao investigar o efeito da modificação da tarefa na braçada do nado crawl em crianças em níveis de habilidades distintos, verificou que os nadadores mantiveram a organização temporal da braçada do nado crawl ao longo de três condições experimentais distintas. Entretanto, foi também verificado que a organização temporal da braçada dos mais habilidosos foi mais consistente em relação à braçada dos menos habilidosos e as alterações de desempenho em função das condições experimentais foram efetuadas por ambos os grupos, exclusivamente a partir de ajustes dos aspectos variantes das braçadas, portanto, via ajustes paramétricos. No estudo de Apolinário et al. (2012) que investigou o efeito de diferentes padrões respiratórios na consistência e variabilidade da braçada do nado crawl de adolescentes habilidosos, os resultados permitiram inferir que o padrão respiratório afetou o desempenho dos jovens atletas. Especificamente, diante da modificação do padrão respiratório, os atletas mantiveram a estrutura temporal do movimento das braçadas (aspectos invariantes), e efetuaram ajustes no tempo total na fase aérea da braçada (aspectos variantes).

Esses dois estudos apresentados sugerem que: 1) nadadores mantêm a estrutura temporal da braçada (timing relativo) em condições experimentais distintas; 2) em relação à variabilidade do timing relativo da braçada, os nadadores mais habilidosos demonstram ser mais consistentes quando comparados aos menos habilidosos 3) em relação aos aspectos variantes da braçada, os estudos possibilitam afirmar que os nadadores realizam seus ajustes frente às restrições apresentadas. Portanto, estes resultados podem ser explicados a partir da visão contínua do processo de aquisição de habilidades motoras (TANI, 1995; 2005; TANI, CORREA, BASSO, BENDA, UGRINOWITSCH e CHOSHI, 2014), desta forma, frente à modificação da tarefa, ao mesmo tempo em que os nadadores apresentam manutenção da organização temporal da braçada garantindo sua consistência, os mesmos alteram o parâmetro tempo total para se ajustar às demandas específicas, ou seja, para garantir sua flexibilidade (FREUDENHEIM, 2008).

Em suma, o conjunto dos estudos sobre o nadar avança no conhecimento sobre as características do desempenho e da organização temporal das braçadas de diferentes grupos de nadadores (diferentes idades, níveis de desempenho e habilidade), em diferentes distâncias simuladas e em diferentes condições de respiração. No entanto,

estes estudos foram realizados em piscina, ou seja, em ambiente que possibilita o controle de variáveis como luminosidade, temperatura, turbulência da superfície, temperatura da água e fluxos de correnteza, por exemplo. Nesse sentido, surge a questão que norteia o presente estudo: como seriam as características do desempenho e da organização temporal das braçadas no nadar praticado em ambiente de águas abertas?

### 2.1.3 O NADAR EM ÁGUAS ABERTAS

Quando atletas nadam em suas raias na piscina, pode-se afirmar que os mesmos realizam uma habilidade fechada (GALLAHUE, 2002; GALLAHUE, DONNELLY, 2008; SCHMIDT, WRISBERG, 2008; MAGILL, 2011), em razão das condições previsíveis do ambiente. No entanto, quando eles nadam em águas abertas, por exemplo, no mar, as características do ambiente são muito mais instáveis e imprevisíveis. O QUADRO 01 apresenta as características do nadar nesses dois ambientes.

QUADRO 01. Condições ambientais em provas realizadas na piscina e em águas abertas, em relação às tomadas de decisão, direcionamento do nadador, fluxo, superfície e temperatura da água, referência para deslocamento e possibilidade de intercorrências no trajeto.

	<b>Piscina</b>	<b>Águas abertas</b>
<b>TOMADA DE DECISÃO</b>	Poucas.	Diversas: envolvendo mudança de traçado, posicionamento dentro do pelotão de nadadores e ajustes às adversidades naturais (percurso e correntezas).
<b>DIRECIONAMENTO</b>	As raias e as faixas escuras no chão da piscina direcionam o deslocamento.	A ausência de limitações espaciais exige que os pontos de referência para o direcionamento sejam ajustados constantemente.
<b>ESTABILIDADE</b>	Estável, com correntezas produzidas apenas	Variável, sendo que correntezas podem surgir a todo o momento, advindas de

	pelo próprio nadador.	outros nadadores e das condições ambientais.
	Laminar.	Turbulenta (ondas), de magnitudes distintas, sujeita a variações constantes ao longo do percurso.
<b>TEMPERATURA</b>	Constante.	Variável, susceptível a variações momentâneas, resultantes de correntezas ou de aproximações e distanciamentos da costa.
<b>DESLOCAMENTO</b>	A execução do padrão de nado permite captar as informações necessárias ao direcionamento.	Há necessidade de alterações no padrão de nado a cada tentativa para confirmação do direcionamento.
<b>INTERCORRÊNCIAS</b>	Quase inexistentes.	Constantes: a todo o momento, o atleta pode ser tocado por oponentes se defrontar com lixos naturais e artificiais, bem como animais marinhos.

Observando o QUADRO 01, pode-se supor que o nadar em águas abertas possui demandas com potencial de induzir comportamentos de nado ajustados ao ambiente. Essa suposição é reforçada pelo fato de que os campeões mundiais de piscinas normalmente não foram bem sucedidos no nadar em provas de águas abertas e, vice-versa. Estudos têm sido realizados com o intuito de identificar as variáveis que determinam o desempenho de nadadores de águas abertas.

#### 2.1.3.1 ESTUDOS SOBRE O NADAR HABILIDOSO EM ÁGUAS ABERTAS

Vanheest, Mahoney e Herr (2004) investigaram as características antropométricas de oito atletas americanos de elite em águas abertas, quatro homens e quatro mulheres, e as compararam às de atletas de piscina. Os resultados mostraram que os atletas de águas abertas são menores e mais leves que os nadadores de piscina em ambos os gêneros, apresentando também menor percentual de massa magra. Estes dados corroboram os dos estudos que compararam nadadores de piscina e triatletas internacionais (MILLET et al., 2002; BOTTONI, LANOTTE, BOATTO, BIFARETTI, BONIFAZI, 2011; MILLET, VLECK, 2011) e nacionais (CASTRO, GUIMARÃES, MORÉ, LAMMERHIRT, MARQUES, 2005). Assim, as características dos nadadores de águas abertas são diferentes daquelas de piscina, portanto, específicas para enfrentar as demandas da sua modalidade.

Millet et al. (2002), na tentativa de entender os atletas que nadam em ambiente de menor estabilidade, compararam a capacidade de ajuste da coordenação entre os braços de nadadores de elite de piscina (15) e triatletas (19). A tarefa consistiu em nadar a distância de 50 metros em seis velocidades diferentes. Os resultados mostraram que em relação às velocidades mais baixas, ao nadar em alta velocidade, os triatletas aumentam as fases propulsivas da braçada menos do que os nadadores de piscina; além disto, aumentam o tempo na execução da fase de recuperação da braçada enquanto os nadadores de piscina reduzem a mesma. Os autores também verificaram que somente o grupo de nadadores de piscina ajustou a coordenação entre os braços de forma a maximizar a performance. Para Millet et al. (2002), os triatletas tendem a reduzir sua “eficiência” técnica em velocidade máxima, encurtando o comprimento das braçadas sem alteração da frequência de movimentos, o que os caracteriza como “inaptos” para reorganizar o padrão de nado na piscina, frente ao aumento da demanda de velocidade.

Já Castro et al. (2005) investigaram os parâmetros cinemáticos do nado crawl de 15 nadadores competitivos de provas de piscina (nove velocistas e seis fundistas) e sete triatletas. Eles foram comparados sob diferentes condições de nado (três intensidades - baixa, moderada e alta - com e sem respiração). As variáveis usadas para analisar o comportamento do nado foram: comprimento (Cb) e frequência média de braçada (Fb), velocidade média (Vm) e índice médio de nado (IN). Os resultados mostraram que o aumento da intensidade do nado resultou, nos três grupos, em diminuição de Cb, aumento na Fb e Vm e IN. Para os autores, nadadores e triatletas utilizaram-se do aumento da Fb como estratégia para o incremento da Vm. O IN foi inferior para os

triatletas quando comparado aos nadadores de fundo e velocistas. Ainda, os triatletas apresentaram para todas as 6 condições experimentais envolvendo o uso ou não da respiração, comprimentos de braçadas menores que os demais nadadores.

Bottoni et al. (2011) compararam a magnitude de pressão gerada pelas mãos de triatletas e nadadores de elite de piscina, em diferentes velocidades. Os autores concluíram que os grupos demonstraram formas distintas das curvas de pressão, especificamente, nas fases subaquáticas não propulsiva e primeira propulsiva. Os triatletas apresentaram variabilidade maior no padrão de pressão em comparação à dos nadadores de piscina. Os autores relacionaram esta diferença às documentadas na literatura sobre nadadores principiantes versus peritos. Vale ressaltar que o triathlon envolve o nadar em águas abertas. Assim, no contexto do presente estudo, as diferenças de resultados encontradas entre nadadores de piscina e triatletas nadando na piscina, mais do que indicarem falta de habilidade, podem estar relacionadas aos ajustes específicos necessários ao nadar em águas abertas efetuado pelos triatletas; talvez, os triatletas podem ter apresentado comportamentos específicos à sua modalidade.

O único estudo encontrado na literatura que investigou o comportamento de nado de nadadores de águas abertas foi realizado por Invernizzi, Limonta, Bosio, Scurati, Veicsteinas e Esposito (2014), em piscina. Eles investigaram a braçada (ângulo de cotovelo, frequência e comprimento) usada pelos nadadores de águas abertas antes e após nadarem 50 metros em máxima velocidade, antes e imediatamente após a simulação de 25 km de nado ininterrupto em piscina. Os autores detectaram que a velocidade, a frequência e o comprimento das braçadas dos atletas do teste de velocidade máxima antes para o depois da simulação de nado de 25 km diminuíram, respectivamente, de  $1.91 \pm 0.01 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,  $0.94 \pm 0.01 \text{ ciclos}\cdot\text{s}^{-1}$  e  $1.99 \pm 0.02 \text{ m}\cdot\text{ciclos}\cdot\text{s}^{-1}$  para  $1.45 \pm 0.01 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,  $0.78 \pm 0.01 \text{ ciclos}\cdot\text{s}^{-1}$  e  $1.84 \pm 0.03 \text{ m}\cdot\text{ciclos}\cdot\text{s}^{-1}$ . Já durante a prova de 25 km, a velocidade e o comprimento diminuíram significativamente, enquanto a frequência de braçadas e o ângulo dos cotovelos não se alteraram.

Em suma, estudos envolvendo nadadores de águas abertas são escassos e limitados pela simulação do nado em piscina, sendo assim, mais do que apresentar resultados inconclusivos, suscitam questões a respeito de seu comportamento natatório em condições reais de distância e meio ambiente. Desta forma, há a necessidade de estudos que investiguem a adaptação do padrão de nado em águas abertas.

### **3 OBJETIVO**

Investigar as características do desempenho e da organização temporal das braçadas de nadadores de águas abertas. Mais especificamente, conhecer quais recursos os atletas de águas abertas lançam mão para atingir sua meta de vencer um percurso em situação real de distância e natureza do ambiente no menor tempo possível, bem como, identificar as características do comportamento motor das braçadas nos momentos início, meio e fim da tarefa.

## **4 MÉTODO**

### **4.1 Amostra**

Após a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido, 28 atletas de travessia marítima, de ambos os gêneros, participaram da amostra inicial do estudo. Como critério de inclusão os atletas deveriam ter experiência mínima e específica em provas de águas abertas de 5 anos e/ou 40 competições disputadas em eventos oficiais.

Alguns fatores contribuíram para a perda amostral de 20% entre eles: adversidades ambientais como chuva, mudanças abruptas de vento e, por conseguinte, a formação de ondulações que poderiam colocar em risco a integridade dos participantes; manipulação equivocada e ou perda do sinal dos equipamentos que registravam o desempenho dos atletas; e, erro no enquadramento das imagens dos atletas durante a filmagem. Erros no enquadramento ocorreram em função da distância de passagem do atleta do ponto de coleta da imagem e/ou devido à instabilidade da embarcação na qual estava afixada a câmera, no momento de passagem do nadador. Assim, a amostra final com todas as variáveis integralmente computadas foi constituída por 23 atletas, sendo 19 do gênero masculino e 4 do gênero feminino com média de idade de 26,4(±3,2) anos.

O presente estudo foi aprovado pela Comissão de Ética e Pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo (protocolo: CAEE 19515613.4.0000.5391)

### **4.2 Tarefa**

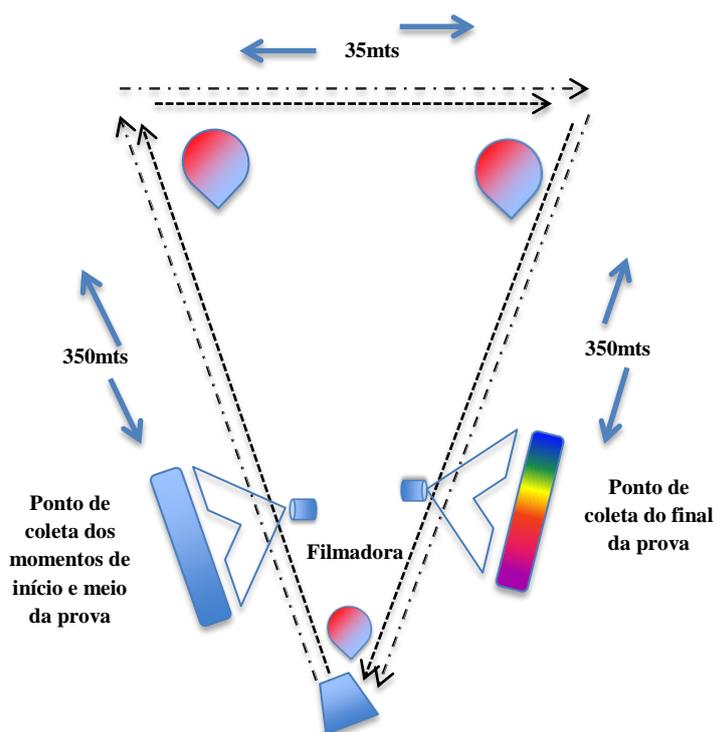
O estudo foi realizado em mar aberto em uma praia do litoral do estado de São Paulo. A tarefa consistiu em, no menor tempo possível, nadar a distância de 1500 metros distribuídos em formato de circuito triangular com deslocamento em sentido

horário, que envolvia variações de profundidade e correnteza, típicos de prova de águas abertas. O percurso de nado caracterizou-se, pela distância de 350 metros nas laterais do circuito, 35 metros na sua base e 15 metros no ápice (FIGURA 1). Para completar a tarefa os nadadores deveriam percorrer duas vezes o mesmo circuito sem interrupções.

#### 4.3 Condições climáticas

As coletas de dados foram realizadas em seis dias nos meses de abril e maio de 2015, período em que a estabilidade térmica e pluviométrica do litoral é maior. Para a previsão dos dias de coleta utilizou-se os dados do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – (CPTEC/INPE). Outro fator importante foi a manutenção do horário (14: 00 as 17:00) e local de início das coletas, para evitar que as condições interferissem na execução da tarefa. Em estudos piloto, detectou-se que as correntezas marítimas típicas do local apresentavam entre 8:00 e 10:00hs aumento de intensidade e inversões de direção, sendo que o mesmo fenômeno também se repetia entre 18:00 e 19:30hs. Estes horários foram, portanto, evitados.

Com base nos dados do CPTEC/INEP pôde-se identificar que a temperatura ambiente nas coletas foi de 26 ( $\pm 2,5$ ) graus, com umidade do ar em 70( $\pm 5$ )% e ventos com velocidade de 5 ( $\pm 1,3$ ) km/h. Ventos superiores a 10km/h tornam a superfície da água turbulenta, o que poderia interferir no comportamento dos atletas. A temperatura da água foi registrada como 24( $\pm 0,5$ ) graus nas coletas.



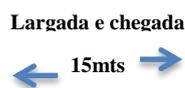


FIGURA. 1 Distribuição do percurso de 1500 metros com identificação dos pontos de coletas de dados.

#### 4.4 Delineamento e procedimentos

Importante esclarecer que no presente estudo não foi adotado tratamento diferenciado para os participantes. Inicialmente, os atletas foram informados individualmente pelo experimentador sobre a tarefa, e especificamente sobre a característica triangular do circuito, e que o mesmo deveria ser percorrido no sentido horário. Os voluntários também foram informados sobre as distâncias que indicavam os pontos de coleta, sendo elas: início (20 a 40 metros), meio (800 a 820 metros) e final (1450 a 1470 metros) e que a sinalização destes pontos seria realizada por embarcação que estava ancorada, desta forma, obrigatoriamente os atletas deveriam passar pelos pontos, com distâncias menores que 5 metros. A seguir foi solicitado que realizassem uma volta no percurso (750 metros) com função de potencializar o aquecimento dos nadadores, bem como, favorecer que os mesmos reconhecessem aspectos como: temperatura da água, ondulações e de pontos externos que pudessem servir como referência para a tomada de decisão de navegação no percurso. Todos os atletas foram solicitados individualmente para que simulassem seu comportamento em situações reais de competição, reproduzindo comportamentos de velocidade adotados em provas, assim, as proporções de intensidades e estratégias de nado foram individuais.

Após o aquecimento e reconhecimento do percurso, os nadadores tiveram os equipamentos para as medidas de desempenho afixados em seus antebraços, sendo eles, um GPs e um cronômetro que foram posicionados acima da cabeça da ulna ou do epicôndilo lateral. Esses instrumentos também foram utilizados como marcadores que caracterizaram o início e final das fases da braçada na análise temporal.

Todos os atletas realizaram largada individual e o intervalo de tempo para a saída do próximo nadador foi de 5 minutos, estratégia esta que tinha como intuito inviabilizar o alcance do nadador da dianteira, e assim evitar o *drafting* e o redirecionamento da navegação utilizado pelo atleta da largada anterior. Finalmente, um auxiliar de coleta ligava os aparelhos no momento antes da partida do participante e os

desligava quando o nadador cruzava a linha final do percurso.

## 4.5 Instrumentos

### 4.5.1 Filmagem

Foi utilizada uma filmadora, da marca Nikon Coolpix S5300 com sensor de CMOS 16MP para captar os momentos de entrada e saída dos braços da água. A filmadora foi posicionada a 1,5 metros da superfície da água, em uma embarcação de 3 metros de comprimento por 1,5 metros de largura, movida a remos e que permaneceu ancorada em dois pontos específicos da coleta (ver FIG. 1). Portanto, assim que o nadador passava pelos dois pontos iniciais de coleta a embarcação era posicionada no ponto de chegada.

### 4.5.2 Análise de vídeo

O software Kinovea 8.20 foi utilizado para a obtenção dos tempos em milissegundos de cada fase da braçada para ambos os braços.

### 4.5.3 Equipamentos para a captação das medidas de desempenho

No estudo piloto utilizou-se o GPS da marca Garmim modelo forerunner 910XT. Entretanto, sua utilização apresentou limitações na memorização dos sinais nos momentos de maior imersão dos braços na água no meio da prova, o que provocou perda dos dados. Desta forma, optou-se pelo GPS da marca Garmin modelo Fênix 2. Este instrumento permitiu o registro dos desempenhos dos atletas ao longo de toda a prova sem que houvesse a perda de sinais via satélite. Com este equipamento foi possível registrar as variáveis de tempo total para completar o percurso, velocidade média e distância real percorrida. Já o cronômetro da marca FINIS modelo Accusplit Eagle AX602 permitiu quantificar a frequência de braçadas por minuto nos pontos de coleta.

## 4.6 Medidas

Foram utilizadas medidas de desempenho e de organização temporal da braçada, que serão descritas a seguir.

### 4.6.1 Medidas de desempenho

Para a análise do desempenho utilizou-se de medidas tradicionais do nadar (MAGLISCHO, 2003; STAGER, TANNER, 2005; SEIFERT, CHOLLET, MUJKA, 2011) entre elas: o tempo total para nadar a distância (compreendeu o tempo transcorrido entre a largada e a transposição da braçada na linha final do percurso); a velocidade média para completar o percurso (produto da relação entre a distância total percorrida pelo atleta no circuito e o tempo total para a realização da tarefa); e a frequência de braçadas por minuto (quantidade de braçadas realizadas em 20 segundos de análise, extrapolada para unidade de minuto).

Diferentemente das provas de piscina, nas de águas abertas o atleta não possui limitação de percurso (raias), portanto, ele está mais susceptível a variações no deslocamento médio lateral que resultam em distância maiores de nado do que as estabelecidas no traçado do percurso (Quadro 01). Portanto, uma variável inédita até o momento não encontrada na literatura, foi adicionada como medida de desempenho: a distância total real percorrida ao longo do percurso (metragem percorrida pelo atleta no circuito de 1500 metros e que é resultante da assimetria de forças das braçadas e das decisões tomadas pelo nadador frente às adversidades do ambiente como correntezas e ondulações).

### 4.6.2 Medidas de organização temporal das braçadas

As medidas utilizadas estavam relacionadas aos aspectos invariantes que correspondem à estrutura da habilidade (consistência), aos aspectos variantes, que correspondem à sua parametrização (flexibilidade) e à variância dos mesmos (SCHMIDT, 1985, 2003; FREUDENHEIM, 1999; TANI, 1995, 2005).

Deve-se ressaltar que para assegurar a robustez das variáveis analisadas foram considerados três ciclos de braçadas consecutivos, realizados em cada um dos três

pontos de captação caracterizados como início, meio e fim da prova.

#### 4.6.2.1 Medidas dos aspectos invariantes

Estas medidas permitem a análise da consistência no padrão temporal das braçadas, bem como, a sua variabilidade (FREUDENHEIM et al., 2005; MADUREIRA, 2006; SILVA, 2008; APOLINÁRIO et al., 2012). Para calcular estas variáveis, foi necessário primeiro obter o tempo da duração total da braçada, caracterizado como a somatória do tempo em milissegundos do movimento de ambos os braços (tempo absoluto). Em seguida, se decompôs cada braçada em fases aérea e aquática, sendo o início da fase aquática determinado pela entrada do punho na água e seu final pela sua saída. A fase aérea foi marcada pela saída do punho da água até sua entrada novamente na água. Desta forma, a partir da duração total da braçada e as durações de cada fase (aquática e aérea) foi possível calcular o timing relativo das mesmas, variável esta que consiste na porcentagem do tempo total de movimento (duração total da braçada) gasto em cada fase. Sendo assim, as medidas derivadas foram: distribuição e variabilidade do timing relativo das fases aquática e aérea dos braços direito e esquerdo.

#### 4.6.2.2 Medidas dos aspectos variantes

Estas medidas permitem a análise da parametrização do comportamento motor, isto é, a flexibilidade do comportamento expressa pela variabilidade da sua parametrização. Para se calcular os aspectos variantes das braçadas utilizou-se o tempo total do ciclo de braçadas (milissegundos) que é resultante da somatória do tempo necessário para realizar uma braçada com cada braço (direito e esquerdo). Em seguida, analisou-se o tempo absoluto da braçada, caracterizado como a soma do tempo para executar as fases aquática e aérea de cada braço, bem como os tempos isolados de realização da fase aérea e da fase aquática de cada um dos braços. Para caracterização dos momentos de entrada e saída dos braços na água utilizou-se os momentos de entrada e saída do punho descrito anteriormente.

### 4.7 Tratamento dos dados e análises estatísticas

Após a confirmação da normalidade dos dados optou-se pela análise de variância de medidas repetidas com *post hoc* de *Bonferroni* para comparação entre os três momentos da prova para todas as variáveis analisadas.

O teste de correlação de Pearson permitiu a análise da magnitude das relações entre as variáveis de desempenho.

O teste *t* de *Student* para medidas pareadas foi utilizado para comparar as possíveis diferenças entre os braços direito e esquerdo nos diferentes momentos.

Para análise do poder da amostra utilizou-se o programa Gpower versão 3.1

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Medidas de desempenho

Os dados descritivos apresentados na TABELA 1 apresentam as características do desempenho dos nadadores para a prova como um todo, chamando a atenção à diferença da distância nadada com relação à distância real do percurso. Já as FIGURAS 2 e 3 demonstram diferenças nos traçados de percurso ao longo da prova adotados pelos atletas.

TABELA 1 - Desempenho de nadadores de travessias marítimas em uma simulação da tarefa para a distância de 1500 metros.

Tempo	Distância (mts)	Vm (m/s)	Fbm
18'26 (1'16)	1601 (73)	1,44 (0,06)	80 (4,3)

Os dados são apresentados na forma de média e desvio padrão. Frequência de braçadas média por minuto ao longo da prova (Fbm).

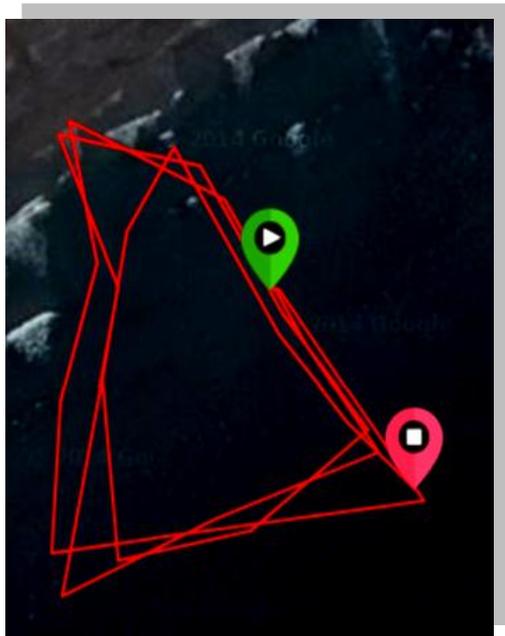


FIGURA 2 - Atleta com percurso de 1520 mts  
1630mts



FIGURA 3 - Atleta com percurso com

Na TABELA 2, pode-se observar que os atletas apresentaram comportamentos das frequências das braçadas diferentes nos três momentos de análise da execução da tarefa.

TABELA 2 - Frequência de braçadas médias (Fbm) e diferença relativa entre os três momentos ( $\Delta\%$ ) de uma simulação de prova marítima para a distância de 1500 metros.

FbmI	FbmM	FbmF	$\Delta\%$ I e M	$\Delta\%$ M e F	$\Delta\%$ I e F
87(5,3)	70 (5,8) <sup>a</sup>	83 (5,2) <sup>b,c</sup>	-19,54	+18,57	-4,59

A frequência de braçadas por minuto para os três momentos da prova (início, meio e fim) é indicada respectivamente pelas siglas FbmI, FbmM e FbmF.

a diferença estatisticamente significativa;  $p \leq 0,05$ ; entre os momentos Início e Meio;

b diferença estatisticamente significativa;  $p \leq 0,05$ ; entre os momentos Meio e Fim;

c diferença estatisticamente significativa;  $p \leq 0,05$ ; entre os momentos Início e Fim.

A análise de variância de medidas repetidas detectou diferenças significativas [ $F_{(2; 22)} = 11,733$ ;  $p = 0,002$ ] para Fbm entre os momentos início e meio da tarefa (I-M)  $p = 0,000$ , meio e fim da prova (M-F)  $p = 0,000$ , bem como, entre os momentos início e fim (I-F)  $p = 0,007$ . Na análise descritiva das diferenças entre I e M observou-se diminuição de 19% da Fbm, cerca de 17 braçadas a menos por minuto, na condição M e F foi detectado um aumento na Fbm de 18% resultando na elevação média de 13 braçadas por minuto e por sua vez, na condição I-F registrou-se alteração de 4% na Fbm resultando em uma média de 5 braçadas a menos por minuto.

A TABELA 3 mostra a existência de correlações entre algumas variáveis de desempenho, identificando relações entre o tempo total que os atletas levaram para completar o percurso e a distância total percorrida, bem como o volume de braçadas adotado entre os momentos meio e fim da prova.

TABELA 3 - Magnitude das correlações entre as variáveis de desempenho tempo total em segundos (Tt), distância total percorrida (Dist), frequência média de braçadas para o início (FbI), meio (FbM) e fim da tarefa (FbF) e velocidade média para completar o percurso (Vm).

	Tt	Dist	FbI	FbM	FbF	Vm
Tt.	1	,667 <sup>**</sup>	-,428 <sup>*</sup>	-,030	,119	-,
670 <sup>**</sup>						
Dist.	,667 <sup>**</sup>	1	-,385	-,027	-,005	,104

FbI.	-,428 <sup>*</sup>	-,385	1	,435 <sup>*</sup>	,282	,177
FbM.	-,030	-,027	,435 <sup>*</sup>	1	,804 <sup>**</sup>	,021
FbF	,119	-,005	,282	,804 <sup>**</sup>	1	-,145
Vm.	-,670 <sup>**</sup>	,104	,177	,021	-,145	1

\* indica  $p \geq 0,05$ ; \*\* indica  $p \geq 0,01$ .

Através da análise das correlações utilizando o modelo de Pearson identificadas na TABELA 3, foi possível observar forte relação entre o tempo e a distância percorrida pelos atletas ( $r=0,66$ ,  $p=0,001$ ), indicando que quanto maiores os trajetos de percurso adotados pelos nadadores piores foram os seus desempenhos para tempo e vice-versa.

Também, podem-se observar correlações positivas entre a frequência de braçadas no início e no meio da tarefa ( $r=0,43$ ,  $p=0,03$ ), bem como no meio e final da prova ( $r=0,80$ ,  $p=0,000$ ). Estes dados parecem indicar que atletas que apresentam frequências mais altas de braçadas em uma determinada parte do percurso também terão maior probabilidade de apresentar frequências maiores nas outras etapas.

Ainda, foi detectada correlação negativa para tempo total da prova e as frequências de braçadas iniciais ( $r= -0,42$ ,  $p=0,042$ ), isto é, nadadores mais rápidos realizaram mais braçadas por unidade de tempo do que os demais, nesta parte específica da prova.

## 5.2 Medidas da organização temporal das braçadas

### 5.2.1 Aspectos variantes das braçadas

As TABELAS 4 e 5 apresentam os resultados para o comportamento temporal das braçadas em milissegundos para ambos os braços nas fases aérea e aquática. Os resultados descritivos indicam que os nadadores utilizaram tempos diferentes nas fases das braçadas para os três momentos de investigação, em particular, os dados parecem mostrar que apesar de os tempos das fases aquática e aérea para os braços direito e esquerdo serem distintos, o tempo total das braçadas dos braços foi similar.

TABELA 4 - Descrição em milissegundos do comportamento temporal (aspectos variantes) de ambos os braços nas duas fases da braçada para os três momentos da tarefa.

Variável	Nado		
	I	M	F
<i>Tempo do ciclo total</i>	2933,5 (272,9)	3564,73 (157,13) <sup>a</sup>	3123,96 (193,53) <sup>b,c</sup>
<i>Tempo da fase aérea do braço direito</i>	339 (80,0)	358,01 (50,51)	308,15 (45,6) <sup>b, c</sup>
<i>Tempo da fase aquática do braço direito</i>	1113 (103,6)	1420,33 (63,73) <sup>a</sup>	1250,25 (90,86) <sup>b, c</sup>
<i>Tempo total da braçada do braço direito</i>	1461 (136,6)	1783,35 (77,66) <sup>a</sup>	1558,40 (95,94) <sup>b, c</sup>
<i>Tempo da fase aérea do braço esquerdo</i>	392,1 (94,3) *	400,1 (69,60) *	355,56 (76,09) <sup>b, c*</sup>
<i>Tempo da fase aquática do braço esquerdo</i>	1084,2 (103,3)	1381,2 (100,7) <sup>a*</sup>	1210,01 (83,19) <sup>b, c*</sup>
<i>Tempo da braçada do braço esquerdo</i>	1472 (137,7)	1781,4 (83,05) <sup>a</sup>	1565,57 (98,92) <sup>b, c</sup>

Os dados são descritos na forma de média (desvio padrão).

<sup>a</sup> diferença estatisticamente significativa;  $P \leq 0,05$ ; entre os momentos Início e Meio;

<sup>b</sup> diferença estatisticamente significativa;  $P \leq 0,05$ ; entre os momentos Meio e Fim;

<sup>c</sup> diferença estatisticamente significativa;  $P \leq 0,05$ ; entre os momentos Início e Fim.

\*Indica diferença entre os braços direito e esquerdo

A TABELA 4 apresenta o comportamento das variáveis para os três momentos da prova. A análise de variância para medidas repetidas indicou que:

- os nadadores apresentaram tempos de ciclo de braçadas diferentes para os três momentos da tarefa:  $[F_{(2; 23)} = 27,395; p=0,000]$  para o início e meio; (I-M)  $p=0,000$ , meio e final (M-F)  $p= 0,000$  e início e final (I-F)  $p= 0,052$ . No momento inicial os ciclos foram mais rápidos, e o meio da tarefa foi caracterizado por ciclos de braçadas mais lentos que os extremos da mesma;

- as braçadas analisadas isoladamente, nos três momentos apresentaram diferenças estatísticas:  $[F_{(2; 23)} = 67,729; p=0,000]$  para o I-M  $p=0,000$ , M-F  $p= 0,000$  e

I-F  $p= 0,053$  para o lado direito e  $[F_{(2; 23)}= 10,755; p=0,000]$  para I-M  $p=0,004$ , M-F  $p= 0,027$  e I-F  $p= 0,022$  para o lado esquerdo;

- as fases aérea e aquática do lado direito apresentaram também diferenças estatísticas, sendo elas respectivamente  $[F_{(2; 23)}= 7,741; p=0,001]$  para o I-M  $p=1,00$ , M-F  $p= 0,000$  e I-F  $p= 0,053$  e  $[F_{(2; 23)}= 75,643; p=0,000]$  para o I-M  $p=0,000$ ; M-F  $p= 0,000$  e I-F  $p= 0,000$ .

- as fases aéreas e aquáticas do lado esquerdo apresentaram também diferenças estatísticas, sendo elas respectivamente  $[F_{(2; 23)}= 7,417; p=0,002]$  para o I-M  $p=1,00$ , M-F  $p= 0,001$  e I-F  $p= 0,051$  e  $[F_{(2; 23)}= 9,810; p=0,000]$  para o I-M  $p=0,001$ , M-F  $p= 0,04$  e I-F  $p= 0,001$ .

Estes resultados indicam, com exceção da fase aérea, para ambos os braços nos momentos I e M em todas as demais condições das braçadas, que os nadadores apresentaram comportamentos temporais diferentes ao longo do tempo.

O teste *t* de *Student* foi utilizado para analisar as possíveis diferenças entre os braços direito e esquerdo em cada um dos momentos da tarefa e os resultados foram:

- diferenças evidenciadas entre as fases aérea dos braços direito e esquerdo, sendo respectivamente, para os momentos I ( $t= -2,19$ ; GL 23;  $p=0,038$ ), M ( $t= -3,41$ ; GL 23;  $p=0,002$ ) e F ( $t= -3,28$ ; GL 23;  $p=0,003$ );

- as fases aquáticas dos braços direito e esquerdo, os resultados para os três momentos foram, respectivamente I( $t= 1,55$ ; GL 23;  $p=0,133$ ), M ( $t= 1,49$ ; GL 23;  $p=0,03$ ) e F ( $t= 1,41$ ; GL 23;  $p=0,01$ );

Os dados mostram que os atletas apresentam comportamentos distintos ao se analisar as fases aéreas das braçadas direita e esquerda, no mesmo momento do nado, com exceção para a fase aquática dos braços no início da tarefa. No entanto, apesar das diferenças entre os componentes, o tempo total das braçadas direita e esquerda não apresentaram o mesmo comportamento I ( $t= -1,38$ ; GL 23;  $p=0,179$ ), M ( $t= -,97$ ; GL 23;  $p=0,339$ ) e F ( $t= -1,09$ ; GL 23;  $p=0,285$ ). Desta forma, os atletas, mesmo nadando em condições de águas abertas, realizaram tempo de braçadas totais simétricos, com diferenças inferiores a 12 milissegundos, quando computado o comportamento médio de três ciclos contínuos.

Os dados descritivos da TABELA 5 indicam que os nadadores mostraram aumento no tempo de realização do ciclo de braçadas na transição do momento I e M; entretanto, com relação à transição M e F eles diminuíram o tempo do ciclo, e

apresentam entre os momentos I e F aumentos nos tempos desta variável. Este mesmo comportamento se manteve ao se analisar o desempenho isolado de cada braçada para ambos os braços, bem como para as fases aérea e aquática das braçadas.

TABELA 5 - Magnitude das mudanças relativas do comportamento temporal (aspectos variantes) de ambos os braços nas duas fases da braçada para os três momentos da tarefa

Variável	Nado		
	$\Delta\%I$ e M	$\Delta\%M$ e F	$\Delta\%I$ e F
<b>Tempo do ciclo total</b>	+21,51	-12,37	+ 6,08
<i>Tempo da fase aérea do braço direito</i>	+ 5,05	- 13,96	- 10,06
<i>Tempo da fase aquática do braço direito</i>	+ 26,89	- 12,28	+ 10,16
<i>Tempo total da braçada do braço direito</i>	+ 22,03	- 12,61	+ 6,22
<i>Tempo da fase aérea do braço esquerdo</i>	+ 2,04	-11,25	- 10,42
<i>Tempo da fase aquática do braço esquerdo</i>	+ 27,39	-12,38	+ 10,41
<i>Tempo da braçada do braço esquerdo</i>	+ 20,99	-12,12	+ 5,94

Os dados são descritos na forma de média (desvio padrão).

<sup>a</sup> diferença estatisticamente significante;  $P \leq 0,05$ ; entre os momentos Início e Meio;

<sup>b</sup> diferença estatisticamente significante;  $P \leq 0,05$ ; entre os momentos Meio e Fim;

<sup>c</sup> diferença estatisticamente significante;  $P \leq 0,05$ ; entre os momentos Início e Fim.

\*Indica diferença entre os braços direito e esquerdo

Com base nos dados apresentados na TABELA 5 é possível afirmar que os nadadores realizaram os maiores ajustes no tempo total da braçada na fase aquática em ambos os braços entre as condições I e M da tarefa, atingindo uma magnitude temporal de mais de 20%. Já as menores modificações no comportamento da braçada (>7%) foram observadas entre os momentos I e F para o tempo total dos dois braços.

Particularmente, os tempos da fase aérea das braçadas quando comparadas as condições I e F mostram uma redução de 10%, que foi similar ao aumento para os tempos da fase aquática de ambos os braços na comparação deste momento da tarefa. Esta característica de mudança não ocorreu em nenhum dos outros momentos de análise.

### 5.2.1.1 Variabilidade das medidas dos aspectos variantes das braçadas

TABELA 6 - Variabilidade nas características variantes em três braçadas de ambos os braços nas duas fases da braçada para os três momentos da tarefa

Variável	Nado		
	I	M	F
<i>Tempo do ciclo total</i>	68,16	64,49	70,58
<i>Tempo da fase aérea do braço direito</i>	29,55	25,75	19,27 <sup>c</sup>
<i>Tempo da fase aquática do braço direito</i>	40,61	45,75	34,35
<i>Tempo da braçada do braço direito</i>	39,82	21,24 <sup>a</sup>	40,35 <sup>b</sup>
<i>Tempo da fase aérea do braço esquerdo</i>	38,9	28,8	25,46 <sup>c</sup>
<i>Tempo da fase aquática do braço esquerdo</i>	65,09*	47,24	37,87 <sup>c</sup>
<i>Tempo da braçada do braço esquerdo</i>	49,07*	49,85*	41,13

Os dados são descritos na forma de média (desvio padrão).

a diferença estatisticamente significante;  $P \leq 0,05$ ; entre os momentos Início e Meio;

b diferença estatisticamente significante;  $P \leq 0,05$ ; entre os momentos Meio e Fim;

c diferença estatisticamente significante;  $P \leq 0,05$ ; entre os momentos Início e Fim.

\*Indica diferença entre os braços direito e esquerdo

Na TABELA 6 pode-se observar que com relação à variabilidade dos aspectos variantes, os nadadores apresentaram os seguintes comportamentos:

- o ciclo das braçadas não apresentou diferença estatística entre os três momentos da tarefa [ $F_{(2; 22)} = 0,389$ ,  $p=0,680$ ] para I e M  $p=0,913$ ; M e F  $p=0,505$ ; I e F  $p=0,261$ ; desta forma apesar dos nadadores utilizarem tempos diferentes entre os tempos totais de braçadas para os três momentos analisados (ver TABELA 4 – tempo do ciclo total), ainda assim foram capazes de manter a mesma magnitude de variabilidade;

- as braçadas analisadas isoladamente, nos três momentos, apresentaram diferenças estatísticas entre as condições I e M; M e F do braço direito, mas não para as

demais condições. Os resultados foram  $[F_{(2; 22)} = 390,690; p=0,000]$  para I-M  $p= 0,000$ , M-F  $p= 0,000$  e I-F  $p=1,000$  para o lado direito e  $[F_{(2; 22)} = 1,040; p=0,362]$  para I-M  $p=1,000$ , M-F  $p= 0,655$  e I-F  $p=0,353$  para o lado esquerdo;

- as fases aérea e aquática do lado direito também apresentaram consistência da variabilidade ao longo da prova, com a exceção da fase aérea para os momentos I e F. As diferenças estatísticas foram, respectivamente,  $[F_{(2; 22)} = 21,839; p= 0,003 ]$  para I-M  $p= 0,339$ , M-F  $p= 0,425$  e I-F  $p= 0,023$  e  $[F_{(2; 22)} = 2,029; p= 0,144]$  para I-M  $p=1,000$ , M-F  $p= 0,203$  e I-F  $p=0,365$ ;

- as fases aéreas e aquáticas do lado esquerdo apresentaram também, consistência da variabilidade, com exceção para os momentos I e F das fases  $[F_{(2; 22)} = 4,498; p=0,017]$  para I-M  $p=0,181$ ; M-F  $p= 1,000$  e I-F  $p= 0,044$ ;  $[F_{(2; 22)} = 2,045; p= 0,141]$  para I-M  $p=1,000$ ; M-F  $p= 0,708$  e I-F  $p= 0,001$ ];

Estes resultados indicam que a magnitude da variabilidade dos aspectos variantes se manteve em 17 das 21 variáveis analisadas para as braçadas ao longo da prova.

Na comparação entre os braços em cada momento da prova, o teste *t* de *Student* para medidas pareadas detectou:

- ausência de diferenças estatísticas entre as magnitudes de variabilidade para as fases aérea dos braços direito e esquerdo, sendo respectivamente para os momentos I ( $t= 1,55$ ; GL 22;  $p=0,19$ ), M ( $t= 1,55$ ; GL 22;  $p= 0,360$ ) e F ( $t= 1,55$ ; GL 22;  $p=0,233$ );

- nas fases aquáticas dos braços direito e esquerdo, os resultados das magnitudes de variabilidades para os três momentos foram respectivamente I ( $t= -2,745$ ; GL 22;  $p=0,012$ ), M ( $t= -,683$ ; GL 22;  $p= 0,530$ ) e F ( $t= 1,033$ ; GL 22;  $p=0,313$ ), portanto, detectando-se diferença estatística apenas na condição I da tarefa;

- os tempos totais das braçadas, indicaram que o braço direito apresentou menor variabilidade que o braço esquerdo, em dois momentos da prova, os resultados respectivamente (-19%  $p=0,024$ ; -57%  $p=0,000$  e -2%  $p=0,818$ ) apesar de não se observar diferenças entre o tempo médio das braçadas direita e esquerda para as mesmas condições de momento de tarefa (ver TABELA 4 – tempo da braçada).

## 5.2.2 Medidas dos aspectos invariantes das braçadas

TABELA 7 - Descrição do Timing relativo (% dos aspectos invariantes) das braçadas de ambos os braços, para os três momentos da tarefa.

Variável	Nado		
	Início	Meio	Fim
<i>Porcentagem da fase aérea do braço direito</i>	23,7 (4,4)	20,3 (2,4) <sup>a</sup>	20,3 (2,5) <sup>c</sup>
<i>Porcentagem da fase aquática do braço direito</i>	76,2 (4,4)	79,6 (2,4) <sup>a</sup>	79,6 (2,5) <sup>c</sup>
<i>Porcentagem da fase aérea do braço esquerdo</i>	26,8 (5,1) *	23,2 (3,8) <sup>a*</sup>	23,2 (4,1) <sup>c*</sup>
<i>Porcentagem da fase aquática do braço esquerdo</i>	73,4 (5,3)	76,7 (3,8) <sup>a*</sup>	76,7 (4,1) <sup>c*</sup>

Os dados são descritos na forma de média (desvio padrão).

<sup>a</sup> diferença estatisticamente significativa;  $P \leq 0,05$ ; entre os momentos Início e Meio;

<sup>b</sup> diferença estatisticamente significativa;  $P \leq 0,05$ ; entre os momentos Meio e Fim;

<sup>c</sup> diferença estatisticamente significativa;  $P \leq 0,05$ ; entre os momentos Início e Fim.

\*Indica diferença entre os braços direito e esquerdo

Os dados apresentados na TABELA 7 indicam que os nadadores apresentaram organizações temporais diferentes na análise intrabraços para os lados direito entre os momentos [ $F_{(2; 22)} = 13,649$ ;  $p=0,000$ ] para I-M ( $p=0,004$ ) e o I-F ( $p=0,001$ ), mas não entre os momentos M-F ( $p=1,00$ ) da tarefa. O que se repetiu para o braço esquerdo [ $F_{(2; 22)} = 10,495$ ;  $p=0,004$ ] para I e M ( $p=0,000$ ) e o I e F ( $p=0,001$ ), mas não entre os momentos M e F ( $p=1,00$ ). Estes resultados indicam que os nadadores mudaram o padrão temporal das braçadas.

Na análise das organizações temporais interbraços direito e esquerdo para as fases aérea e aquática em cada momento foram identificados: fase aérea I ( $t = -2,129$ ; GL 22;  $p=0,045$ ); M ( $t = -3,053$ ; GL 22;  $p=0,006$ ); F ( $t = -3,066$ ; GL 22;  $p=0,007$ ); fase aquática I ( $t = 1,827$ ; GL 22;  $p=0,081$ ); M ( $t = 3,053$ ; GL 22;  $p=0,006$ ) e F ( $t = 3,006$ ; GL 22;  $p=0,007$ ). Estes achados permitem afirmar que os braços direito e esquerdo apresentaram padrões diferentes de organização temporal, sendo a fase aérea do braço direito menor que a do esquerdo, já a fase aquática o braço direito apresentou comportamento inverso com relação ao esquerdo, isto é, maior tempo.

### 5.2.2.1 Variabilidade das medidas dos aspectos invariantes da braçada

TABELA 8 - Variabilidade dos aspectos invariantes (%) em três ciclos de braçadas, para ambos os braços, nos três momentos da tarefa.

Variável	Nado		
	Início	Meio	Fim
<i>Porcentagem das fases aérea e aquática do braço direito</i>	1,91	1,35	1,11 <sup>c</sup>
<i>Porcentagem da fase aérea e aquática do braço esquerdo</i>	2,68*	1,56 <sup>a</sup>	1,6 <sup>c*</sup>

Os dados são descritos na forma de média (desvio padrão).

<sup>a</sup> diferença estatisticamente significante;  $P \leq 0,05$ ; entre os momentos Início e Meio;

<sup>b</sup> diferença estatisticamente significante;  $P \leq 0,05$ ; entre os momentos Meio e Fim;

<sup>c</sup> diferença estatisticamente significante;  $P \leq 0,05$ ; entre os momentos Início e Fim.

\*Indica diferença entre os braços direito e esquerdo

Por sua vez, a TABELA 8 permite visualizar que a variabilidade do padrão das braçadas foi diferente para o braço direito apenas entre os momentos [ $F_{(2; 22)} = 9,619$ ;  $p=0,000$ ] para I- F ( $p=0,000$ ), entre os momentos I-M ( $p=0,071$ ), e M-F ( $p=0,333$ ), já para o braço esquerdo detectou-se diferenças entre [ $F_{(2; 22)} = 9,661$ ;  $p= 0,000$  ] I-F ( $p=0,010$ ), e I- M ( $p=0,005$ ), mas não nos momentos M- F ( $p=1,00$ ). Na análise interbraços em cada momento da prova os resultados indicaram diferenças nas condições I ( $t= -2,151$ ; GL 22;  $p=0,043$ ) e F ( $t= -1,175$ ; GL 23;  $p=0,40$ ), mas não na fase intermediária M ( $t= -2,186$ ; GL 23;  $p=0,253$ ) da tarefa.

Estes resultados em conjunto indicam que a variabilidade das braçadas diminuiu ao longo da prova e que a mesma foi menor para o braço direito quando comparada a variabilidade do braço esquerdo nas condições I (-28%) e F (-31,2%).

## 6. DISCUSSÃO

O objetivo desta tese foi investigar as características de desempenho e de organização temporal das braçadas de nadadores de águas abertas. Mais especificamente, conhecer quais recursos esses atletas lançam mão para atingir sua meta de vencer um percurso no mar, no menor tempo possível, em condições reais de meio ambiente (mar) e distância de uma prova. Para orientar a discussão dos resultados, a seguinte questão foi elaborada: para atingir a meta de, no menor tempo possível, completar 1.500 metros no mar nadando num circuito triangular, os indivíduos alteram as variáveis de desempenho e de aspectos variantes e invariantes das braçadas ao longo do percurso? Vale ressaltar que devido a ausência de literatura sobre o nadar em diferentes momentos da prova de águas abertas, serão utilizados na discussão, com a devida cautela exigida, estudos de natação em piscina, para auxiliar a interpretação dos resultados.

Em relação ao desempenho, os resultados mostraram que os nadadores completaram o percurso em tempo médio de 18 minutos e 26 segundos e que nadaram a distância real média de 1600 metros, ou seja, em média, 100 metros além do comprimento do percurso em linha reta. A relação entre distância e tempo total resultou em uma velocidade de deslocamento média de 1,44 m/s, ou seja, similar a encontrada por Vogt et al. (2013) de 1,45 m/s para atletas de nível nacional de águas abertas de diferentes países em situações reais de competição. Estes resultados indicam que a velocidade utilizada pelos nadadores foi compatível com a de atletas em situações reais de prova, o que reforça a validade ecológica das condições experimentais deste estudo e aumenta a robustez dos resultados e respectivas interpretações.

Ainda, para a frequência de braçadas média (F<sub>bm</sub>) foi detectada diferença entre os momentos de início (I), meio (M) e final (F) que foram, respectivamente, de 87(5,3), 70 (5,8) e de 83 (5,2). Especificamente, a frequência foi maior no momento inicial da partida, diminuiu e, no final aumentou sem alcançar, no entanto, o patamar do início. Estes resultados indicam que a mudança de frequência das braçadas é um recurso utilizado pelos nadadores de águas abertas para sustentar o esforço por tempo prolongado e fazer frente às possíveis adversidades durante a prova. Assumir uma frequência de braçadas mais baixa - de 'cruzeiro' - em relação à utilizada no início e no final, em uma prova de águas abertas, pode representar uma estratégia de economia para percorrer a maior parte do percurso.

Estudos com nadadores de piscina têm apontado os ajustes da frequência de braçadas como uma estratégia de controle (aumento ou diminuição) da velocidade de deslocamento (CHOLLET et al., 2000; SCHNITZLER, SEIFERT, ERNWEIN, CHOLLET, 2008; SEIFERT et al., 2004, 2007). Seifert et al. (2004), por exemplo, investigaram a Fbm de 14 nadadores de elite nas distâncias de 50, 100, 200, 400, 800, 1500 e 3000. Interessante notar alguns paralelos com seus resultados. A Fbm no momento inicial do percurso apresentada pelos nadadores no presente estudo, foi similar à de nadadores de piscina para a distância de 100 metros; a Fbm no meio do percurso de 1500 metros foi semelhante à encontrada para a distância de 3000 metros; e a Fbm do momento final apresentou resultados semelhantes a distância de 200 metros. Resultados semelhantes também podem ser encontrados em relação aos estudos de Chollet et al. (2000) e Schnitzer et al. (2008).

Nas análises de correlação para as variáveis de desempenho detectou-se que os nadadores que utilizavam maiores FbI foram também os que realizaram o percurso no menor tempo; ainda, as FbI apresentaram relação com as FbM e estas com as FbF. Estes dados parecem reforçar que a modificação da Fbm é usada como estratégia pelos nadadores de águas abertas. Portanto, no presente estudo, os atletas alteraram o desempenho em função das metas parciais que foram estabelecidas por eles mesmos.

Estes resultados direcionam para a segunda parte da questão, ou seja: os nadadores alteraram as variáveis correspondentes aos aspectos variantes das braçadas? A resposta para esta pergunta é sim. A Fbm mais baixa - frequência de cruzeiro - foi acompanhada pelo maior tempo total do ciclo de braçadas em M comparado a I e F, ou seja, os nadadores realizaram ciclos de braçadas mais lentos no meio do percurso. Diferenças paramétricas na mesma direção foram detectadas também para as fases aérea e aquática separadamente, para ambos os braços, bem como para o tempo total da braçada nos diferentes momentos, exceção apenas na fase aérea dos braços direito e esquerdo entre os momentos I e M do percurso. Portanto, a mudança no tempo do ciclo de braçadas ocorreu em 16 das 18 variáveis resultantes da interação dos braços direito e esquerdo nos três momentos de nado. Como mencionado, estes resultados provavelmente expressam uma estratégia para percorrer a maior parte do longo percurso em velocidade próxima à confortável.

Estes resultados corroboram os achados de Silva (2008) com nadadores de piscina em níveis de desempenho diferentes realizando intensidades de nado a 80, 90 e 100% da velocidade máxima bem como os de Madureira (2006) com crianças em níveis

distintos de desempenho, pois nos dois estudos a modificação do ciclo foi acompanhada pela alteração nas fases aérea e aquática da braçada.

Chama a atenção que a maior diferença entre I e M foi encontrada para a fase aquática de ambos os braços, superando 20%. Estes achados podem indicar a necessidade de aumentar o potencial para gerar força propulsiva na fase intermediária do percurso. Para se ter uma ideia, nos estudos em piscina, com relação ao tempo total da fase aquática, Apolinário et al (2012) e Silva (2008) obtiveram, respectivamente, duração de 300 e 700 ms. No presente estudo, os nadadores de águas abertas apresentaram ao redor de 1200 ms para a fase aquática da braçada, ou seja, bem maior que o tempo encontrado no ambiente piscina. Assim, longo tempo de permanência na fase aquática parece ser característica específica do nadar em águas abertas. Maior duração desta fase indica potencial para gerar força propulsiva em longas distâncias e menor gasto energético como descrito nos trabalhos de Figueiredo, Morais, Vilas-Boas e Fernandes (2013) e Komar, Leprêtre, Alberty, Vantorre, Fernandes, Hellard, Chollet e Seifert (2011).

Neste estudo não foi detectada diferença entre os tempos totais das braçadas dos braços direito e esquerdo para os três momentos da prova. Portanto, apesar de apresentarem comportamentos diferentes entre as fases da braçada (aérea e aquática) tanto para o braço direito como o esquerdo, o resultado final da braçada (soma entre os tempos da fase aérea e aquática) foi semelhante, caracterizando assim, uma forte simetria temporal entre os braços. Esta habilidade de manter a simetria entre os braços pode ser recurso importante para o bom desempenho no nadar em águas abertas: nestas provas os atletas possuem poucas informações externas para seu direcionamento, diferente dos nadadores de piscina, que se orientam pelas raias (ver QUADRO 01). Os resultados indicam que nadadores de águas abertas realizam vários ciclos de braçada provavelmente valendo-se da simetria de força para a manutenção do alinhamento da direção para minimizar desvios médios laterais que resultariam em aumento da distância real a ser percorrida na prova.

Quanto à variabilidade dos aspectos variantes, pode-se observar que os atletas mesmo apresentando tempos diferentes de desempenho para os três momentos, tenderam a manter a mesma constante. Ainda, a variabilidade encontrada neste estudo de águas abertas e longa distância, para as fases aérea e aquática foi, respectivamente, de 65 a 25 ms, no estudo de Silva (2008) a variabilidade encontrada foi de 45 a 25 ms para o nadar em piscina para curtas distâncias, sendo assim, estes resultados podem

indicar que a variabilidade encontrada é uma característica do sistema para lidar com as variações do ambiente, portanto, um recurso com potencial para beneficiar o atleta a fazer ajustes no meio ambiente de baixa previsibilidade.

Ainda, quanto aos resultados da variabilidade, os participantes apresentaram menor variabilidade no momento F, em comparação aos momentos I e M. Esta diminuição pode indicar que o atleta mais próximo do esforço máximo tende a tornar o sistema mais rígido (APOLINÁRIO et al., 2012; SILVA, 2008). Por sua vez, a análise da variabilidade entre o tempo da braçada para cada um dos braços, identificou que o braço esquerdo apresentou maior variabilidade que a encontrada no braço direito para os três momentos da prova, a manutenção desta diferença pode sustentar a necessidade do nadador diminuir a variabilidade no lado que ocorre a respiração, haja vista, o momento ótimo de sincronismo entre o braço e a respiração (MAGLISCHO, 2003) ocorrer em uma janela limitada de tempo identificada neste estudo, entre 300 a 400 ms, isto é, entre 10 a 20% do tempo do ciclo da braçada, o que não acontece para o lado contralateral da respiração.

Com relação à última parte da questão, se os nadadores alteraram as variáveis correspondentes aos aspectos invariantes das braçadas, a resposta também foi sim. Quanto aos aspectos invariantes os atletas de águas abertas apresentaram timing relativo (TR) das fases aéreas e aquáticas médios de respectivamente 22,5 e 77,5%, portanto, parecem similares aos encontrados por Freudenheim (2008) analisando nadadores em uma prova de 400 metros (23 e 77%). Ainda, as análises do nadar de águas abertas detectaram mudanças entre o comportamento do TR das braçadas do início da prova para os outros dois momentos (M e F), nas porcentagens das fases aérea e aquática analisadas em ambos os braços. Sendo assim, os atletas realizaram ajustes na estrutura deste componente do nado ao longo da prova. Este comportamento pode caracterizar o uso de duas estratégias como recurso para nadar este tipo de prova: a primeira é a aceleração inicial para quebrar a inércia, evidenciada também pela maior frequência de braçadas (ver TABELA 2) e menor tempo do ciclo de braçadas (Ver TABELA 4) no momento I com relação aos momentos M e F, bem como, a utilização de saída mais intensa para se colocar em vantagem, à frente do pelotão intermediário. Entretanto, deve-se ressaltar a não diferença detectada entre os momentos M e F da prova que distaram aproximadamente 10 minutos de nado ininterrupto em condições de mar aberto. Ainda assim, entre estes momentos do percurso, os atletas mantiveram o padrão da estrutura braçada.

Outro aspecto importante detectado foi a identificação de que as porcentagens da braçada foram diferentes entre os braços direito e esquerdo, apresentando o direito maior tempo relativo na fase aquática da braçada quando comparado ao esquerdo e o contrário para a fase aérea das braçadas ao longo de todo o percurso.

Quanto à variabilidade do timing relativo foi detectado que os nadadores apresentaram maior variabilidade no início da prova quando comparada aos demais momentos para ambos os braços; e que o braço esquerdo apresentou maior variabilidade que o direito. Esta variabilidade do timing relativo de 2,68 a 1,1% parece, como esperado, inferior à detectada para as medidas dos aspectos variantes, indicando tendência de maior consistência da estrutura da habilidade quando comparada à de sua parametrização.

## **7. CONCLUSÃO**

Com base nos resultados, pode-se concluir que em águas abertas:

- a-) os atletas que realizam os menores percursos são os que obtêm os menores tempos para a distância;
- b-) os atletas mudam a frequência das braçadas em função do momento da prova, adotando uma frequência menor no meio em relação ao início e final da prova;
- c-) os atletas alteram os aspectos variantes como o tempo total do ciclo, das braçadas e das fases aérea e aquática, realizando ciclos de braçadas mais lentos no meio do percurso em relação ao início e final da prova;
- d) a maior das alterações mencionadas em (c) ocorre por meio do aumento da fase aquática das braçadas;
- e) os atletas apresentam simetria temporal entre os ciclos de braçadas esquerda e direita;
- f-) os atletas mantêm a variabilidade do ciclo de braçadas ao longo da prova;
- g-) os atletas mantêm a variabilidade do braço esquerdo (contrário a respiração) maior que a do direito nos três momentos do percurso;
- h-) os atletas alteram o timing relativo das braçadas somente do início da prova, quando comparado aos outros dois momentos.

Em suma, pode-se concluir que os recursos utilizados por nadadores habilidosos para nadar em ambiente pouco estável, em condições reais de distância e meio ambiente

(mar), compreendem a alteração do desempenho (Fbm) associado a ajustes nos aspectos variantes, concomitantemente com a alteração dos aspectos invariantes das braçadas, em função do momento da prova.

## 8 REFERÊNCIAS

ALBERTY, M. R.; POTDEVIN, F. P.; DEKERLE, J.; PELAYO, P. P.; SIDNEY, M. C. Effect of stroke rate reduction on swimming technique during paced exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v. 25, n. 2, p. 392-7, 2011.

ALBERTY, M.; POTDEVIN, F.; DEKERLE, J.; PELAYO, P.; GORCE, P.; SIDNEY, M. Changes in swimming technique during time to exhaustion at freely chosen and controlled stroke rates. **Journal of Sports Sciences**. v.26, n.11, p.1191-200, 2008.

APOLINÁRIO, M. R.; OLIVEIRA, T. C.; FERREIRA, L. C.; BASSO, L.; CORRÊA, U. B.; FREUDENHEIM, A. M. Efeitos de diferentes padrões respiratórios no desempenho e na organização temporal das braçadas do nado “Crawl”. **Revista Brasileira de Educação. Física e Esporte**, v.26, n.1, p.149-59, 2012.

BOTTONI, A.; LANOTTE, N.; BOATTO, P.; BIFARETTI, S.; BONIFAZI, M.; Technical skill differences in stroke propulsion between high level athletes in triathlon and top level swimmers. **Journal of Human Sport and Exercise**. v. 6, n. 2, p. 351-362, 2011.

BRANNIGAN, D.; ROGERS, I. R.; JACOBS, I.; MONTGOMERY, A.; WILLIAMS A.; KHANGURE, N. Hypothermia is a significant medical risk of mass participation long-distance open water swimming. **Wilderness and Environmental Medicine**. v. 20, n.1, p.14-8, 2009.

CALA, A.; CEJUELA-ANTA, R. How to get an efficient swim technique in triathlon? **Journal of Human Sport and Exercise**. v. 6, n. 2, p. 287-292, 2011.

CASTRO, F. A. S; GUIMARÃES, A. C. S.; MORÉ, F. C.; LAMMERHIRT, H. M.; MARQUES, A. C. Cinemática do nado crawl sob diferentes intensidades e condições de

respiração de nadadores e triatletas. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**. v. 19, n. 3, p. 223-32, 2005.

CASTRO, R. T.; MENDES, F.; NOBREGA, A. C. L. Risk of hypothermia in a new olympic event: the 10km marathon swim. **Clinics**. v. 64, n. 4, p. 351-356, 2009.

CHATARD, J. C.; WILSON, B. Drafting distance in swimming. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v. 35, n. 7, p. 1176-1181, 2003.

CHOLLET, D.; CHARLIES, S.; CHATARD, J.C. A new index of coordination for the crawl: description and usefulness. **International Journal of Sports and Medicine**. v.21, p. 54-9, 2000.

CHOSHI, K. Aprendizagem motora como um problema mal-definido. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**. s. 3, p.16-23, 2000.

CONNOLLY, K.J. The of motor skill development. **Journal of Human Moviment Studies**, London, v.3, p.124-28, 1977.

COX, L. Open Water: Swimming manual. Vintage, New York, 2013.

DULAC, S.; QUIRION, A.; DECARUFEL, D.; LEBLANC. J.; JOBIN, M.; CÔTE, J.; BRISSON, G. R.; LAVOIE, J.M.; DIAMOND, P. Metabolic and hormonal responses to long- distance swimming in cold water. **International Journal of Sports and Medicine**. v. 8, n.5, p.352-6, 1987.

EICHENBERGER, E.; KNECHTLE, B.; KNECHTLE, P.; RÜST, C. A.; ROSEMANN, T.; LEPERS R. Best performances by men and women open-water swimmers during the 'English Channel Swim' from 1900 to 2010. **Journal of Sports Sciences**. v. 30, n. 12, p. 1295-301, 2012.

FEDERATION INTERNACIONALE DE NATATION (FINA). History of open water: medallistis and Estatistics. In: [http://www.fina.org/project/docs/histoFina/HistoFINA\\_X.pdf](http://www.fina.org/project/docs/histoFina/HistoFINA_X.pdf), 2014.

FIGUEIREDO, P.; MORAIS, P.; VILAS-BOAS, J. P.; FERNANDES, R. J. Changes in arm coordination and stroke parameters on transition through the lactate threshold. *Eur J Appl Physiol*. v. 113, n. 8, p. 1957-64, 2013.

FIGUEIREDO, P.; VILAS-BOAS, J. P.; SEIFERT, L.; CHOLLET, D.; FERNANDES, R. J. Inter-Limb Coordinative Structure in a 200 m Front Crawl Event. **The Open Sports Sciences Journal**. v. 3, p. 25-27, 2010.

FISCHER, G.; KNECHTLE, B.; RÜST, C. A.; ROSEMANN, T. Male swimmers cross the English Channel faster than female swimmers. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**. v. 23, n. 1, p. 48-55, 2013.

FREUDENHEIM, A.M. Organização hierárquica de um programa de ação e a estabilização de habilidades motoras. 1999. Tese (Doutorado) – Escola de Educação Física da Universidade de São Paulo, São Paulo.

FREUDENHEIM, A. M. **Programa de ação hierárquico e validade ecológica.** 2008, 93f. Tese (Livre Docência) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo.

FREUDENHEIM, A. M.; BASSO, L.; XAVIER FILHO, E.; SILVA, C. G.; MADUREIRA, F.; MANOEL, E. J. Organização temporal da braçada do nado crawl: iniciantes “versus” avançados. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento.** v. 15, n. 2, 2005.

FREUDENHEIM, A. M.; TANI, G. Um olhar sobre a natureza da representação mental e suas implicações para a intervenção profissional In: Corrêa, C. U. **Pesquisa em comportamento motor: a intervenção profissional em perspectiva.** São Paulo: EEF/USP, 2008.

GALLAHUE, D. L. A classificação das habilidades de movimento: um caso para modelos multidimensionais. **Revista da Educação Física.** v. 13, n. 2, p. 105-111, 2002.

GALLAHUE, D. L. & DONNELLY, F. C. **Educação física desenvolvimentista para todas as crianças.** São Paulo: Phorte editora, 2008.

GERRARD, D.F. Open water swimming. Particular medical problems. **Clinic in Sports Medicine.** v. 18, n. 2, p. 337-47, 1999.

GLENCROSS, D.J. **Levels and strategies of response organization.** In: STELMACH, G. E. & REQUIN, J. (Eds), Tutorials in motor behavior. Amsterdam: North-Holland, 1980.

HUE, O.; BENAVENTE, D.; CHOLLET, D. The effect of wet suit use by triathletes: an analysis of the different phases of arm movement. **Journal of Sports Sciences.** v. 21, p. 1025-1030, 2003.

INVERNIZZI, P. L.; LIMONTA, E.; BOSIO, A.; SCURATI, R.; VEICSTEINAS, A.; ESPOSITO, F. Effects of a 25-km trial on psychological, physiological and stroke characteristics of short- and mid-distance swimmers. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness.** v. 54, n. 1, p. 53-62, 2014.

JANSSEN, M.; WILSON, B. D.; TOUSSAINT, H. M. Effects of drafting on hydrodynamic and metabolic responses in front crawl swimming. **Medicine and Science in Sports and Exercise.** v.41, n. 4, p. 837-843, 2009.

KARAMOUZIS, I.; KARAMOUZIS, M.; VRABAS, I. S.; CHRISTOULAS, K.; KYRIAZIS, N.; GIANNOULIS, E.; MANDROUKAS, K. The effects of marathon swimming on serum leptin and plasma neuropeptide Y levels. **Clinical Chemistry and Laboratorial Medicine.** v. 40, n. 2, p.132-6, 2002.

KEATINGE, W. R.; KHARTCHENKO, M.; LANDO, N.; LIOUTOV, V. Hypothermia during sports swimming in water below 11 degrees. **British Journal of Sports Medicine**. v. 35, n. 5, p. 352-3, 2001.

KOMAR, J.; LEPRÊTRE, P. M.; ALBERTY, M.; VANTORRE, J.; FERNANDES, R. J.; HELLARD, P.; CHOLLET, D.; SEIFERT, L. Effect of increasing energy cost on arm coordination in elite sprint swimmers. **Human Movement Science**. v. 31, n. 3, p. 620-9, 2012.

LERDA, R.; CARDELLI, C.; CHOLLET, D. Analysis of interaction between breathing and arm actions in front crawl. **Journal of Human Movement Studies**, London, v. 40, p. 129-44, 2001.

LUNT, H.; HINGLEY, S. A report on the global open water swimming (GOWS) Conference, Cork, Ireland, **Extreme Physiology & Medicine**. v. 2, p. 34, 2013.

MACALUSO, F.; BARONE, R.; ISAACS, A. W.; FARINA, F.; MORICI, G.; DI FELICE, V. Heat stroke risk for open-water swimmers during long-distance events. **Wilderness and Environmental Medicine**. v. 24, n. 4, p. 362-5, 2013.

MADUREIRA, F. B. **Efeito da modificação da tarefa na braçada do nado crawl em indivíduos com níveis de habilidades distintos**. 2006, 76f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, São Paulo.

MADUREIRA, F.; SCORCINE, C.; FREUDENHEIM, A. M. Comportamento da braçada de nadadores de águas abertas: estudo exploratório. In: **Congresso Paulista de Comportamento motor**. Brazilian Journal of Motor Behavior. v. 6, p. 34, 2011.

MAGILL, R.A. Aprendizagem e controle motor: conceitos e aplicações. Ed. Phorte, 2011.

MAGLISCHO, E. W. **Swimming fastest**. Human kinetics, Champaign, 2003.

MANOEL, E. J.; CONNOLLY, K. J. Variability and the development of skilled actions. **International Journal of Psychophysiology**, v.19, p.129-147, 1995.

MANOEL, E.J. & CONNOLLY, K. Variability and stability in the development of skilled actions. In: Connolly, K.J. & Forsberg, H. (eds.). Neurophysiology and neuropsychology of motor development. London, Mc Keith Press and Cambridge University Press, 1997, p. 286-318.

MANOEL, E.J.; BASSO, L.; CORREA, U.C.; TANI, G. Modularity and hierarchical organization of action programs in the acquisition of graphic skills. **Neuroscience Letters**, Limerick, v.335, p.83-6, 2002.

MEDEIROS, T.; RODRIGUES, H. F.; SOUZA JUNIOR, T. P.; MADUREIRA, F. Efeitos do treinamento de força com uso de materiais resistivos na performance de nadadores de águas abertas. **Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte**. v. 6, p. 145-153, 2007.

MILLET, G. P.; CHOLLET, D.; CHALIES, S.; CHATARD, J. C. Coordination in Front Crawl in Elite Triathletes and Elite Swimmers. **International Journal of Sports and Medicine**. v. 23, p. 99–104, 2002.

MILLET, G. P.; VLECK, V. E. Triathlon Specificity. In: Seifert, L.; Chollet, D.; Mujika, I. **World book of swimming, from science to performance**. Ed. Nova. p. 481-495, 2011.

PERRIER, D.; MONTEIL, K. Triathlon wet suit and technical parameters at the start and end of a 1500-m swim. **Journal of Applied Biomechanics**. v. 20, n. 1, p. 3-13, 2004.

SAMIRA, K. A study of managerial job system of open water swimming. **Journal of Physical Education and Sport**. v.11, n. 1, pp. 22-31, 2011.

SCHMIDT, R. A. Motor schema theory after 27 years: Reflections and implications for a new theory. **Research Quarterly for Exercise and Sport**. v. 74, n. 4, p.366-375, 2003.

SCHMIDT, R. A.; WRISBERG, C. A. **Motor learning and performance. A situation-based learning approach**. Champaign, Illinois: Human Kinetics, 2008.

SCHMIDT, R.A. The search for invariance in skilled movement behavior. **Research Quarterly for Exercise and Sport**. v. 66, p. 188-200, 1985.

SCHNITZLER C.; SEIFERT, L., ERNWEIN, V.; CHOLLET, D. **Arm coordination adaptations assessment in swimming**. Int J Sports Med v.29, p. 480–486, 2008.

SCHNITZLER, C.; SEIFERT, L.; CHOLLET, D. Arm coordination and performance level in the 400-m front crawl. **Research Quarterly for Exercise and Sport**. v. 82, n. 1, p. 1-8, 2011.

SEIFERT, L.; BOULESTEIX, L.; CHOLLET, D. Effect of gender on the adaptation of arm coordination in front crawl. **International Journal of Sports and Medicine**. v. 25, p. 217-23. 2004.

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, p. 651-660, 2004.

SEIFERT, L.; CHOLLET, D.; MUJIK, I. **World book of swimming from science to performance**, Nova Science Publishers, New York, 2011

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

SILVA, C.G.S. **Consistência e variabilidade do nado crawl em indivíduos habilidosos**. 2008, 75f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo.

STAGER, J. M.; TANNER, D. A. **Swimming**. Blackwell Science, Massachusetts, 2005.

TANI, G. (Ed.). **Comportamento motor: aprendizagem e desenvolvimento**. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2005.

\_\_\_\_\_. Hierarchical organization of human motor behaviour. Sheffield, University of Sheffield, 1995. (Unpublished Technical Report).

TANI, G.; CORREA, U. C.; BASSO, L.; BENDA, R. N.; UGRINOWITSCH, H.; CHOSHI, K. An adaptive process model of motor learning: insights for the teaching of motor skills. **Nonlinear Dynamics Psychol Life Science**. v. 18, n. 1, p. 47-65, 2014.

VANHEEST, J. L.; MAHONEY, C. E.; HERR, L. Characteristics of elite open-water swimmers. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v. 18, n. 2, p. 302-305, 2004.

VOGT, P.; RÜST, C. A.; ROSEMAN, T.; LEPERS, R.; KNECHTLE, B. Analysis of 10 km swimming performance of elite male and female open-water swimmers. **Springerplus**. v. 2, n. 603, p. 2-15, 2013.

ZAMPARO, P.; BONIFAZI, M.; FAINA, M.; MILAN, A.; SARDELLA, F.; SCHENA, F.; CAPELLI, C. Energy cost of swimming of elite long-distance swimmers. **European Journal of Applied Physiology**. v. 94, p. 697-704, 2005.

ZINGG, M. A.; RÜST, C. A.; ROSEMAN, T.; LEPERS, R.; KNECHTLE, B. Analysis of swimming performance in FINA World Cup long-distance open water races. **Extreme Physiology and Medicine**. v. 3, n. 2, p. 1-14, 2014.